

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА РУДООБРАЗОВАНИЯ НА ЗОЛОТО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ

Ю. В. ЛЯХОВ., А. В. ПИЗНЮР (ЛГУ)

Процесс рудообразования на большинстве молибденовых и золоторудных месторождений (кварц-турмалиновая рудная формация) Восточного Забайкалья характеризовался довольно длительной многостадийной историей развития. Обычно он осуществлялся в четыре-пять стадий минерализации, в ходе которых возникли в строго определенной последовательности парагенетические ассоциации, устойчивые как для молибденовых, так и для золоторудных месторождений [5]. Для рассматриваемой группы месторождений наиболее общей является следующая схема стадийности: 1) кварц-молибденитовая; 2) кварц-турмалиновая, 3) пирит-арсенопирит-кварцевая; 4) золото-полиметаллическая; 5) кварц-карбонатная стадии. Исключение составляет лишь наиболее ранняя, кварц-молибденитовая стадия, которая слабо проявляется в составе золото-молибденитовых и совершенно выпадает на собственно золоторудных месторождениях. Совершенно противоположно ведет себя четвертая (полиметаллическая) стадия, степень развития которой закономерно снижается от золоторудных к молибденовым месторождениям.

Общность схемы стадийности рудообразования на месторождениях золота и молибдена, по-видимому, свидетельствует о принадлежности их к единой генетической группе эндогенных образований, что хорошо подтверждается данными минералотермобарометрических анализов включений минералообразующих сред в минералах из этих месторождений. Основываясь на материале по термобарометрии включений в минералах из молибденитовых (Жирекенское, Давендинское), золото-молибденовых (Ключевское, Шахтаминское, Голготайское, Ширгинское) и золоторудных (Дарасунское, Чернозипунихинское, Казаковское, Фатимовское, Майское, Любавинское) месторождений, представляется возможным утверждать, что в их формировании принимали участие как гидротермальные, так и пневматолитовые растворы. При этом минералообразующая деятельность последних проявлялась исключительно в ранний (пневматолитово-гидротермальный) период рудного процесса. Этот период охватывал кварц-молибденитовую и кварц-турмалиновую стадии. На некоторых месторождениях именно к этому времени относится внедрение дайкового комплекса (Давенда, Ключи, Жирекен), либо возникновение эксплозивных взрывных брекчий, обычно предшествовавших кварц-турмалиновой стадии (Жирекен, Дарасун). На отдельных месторождениях (Дарасунское, Чернозипунихинское)

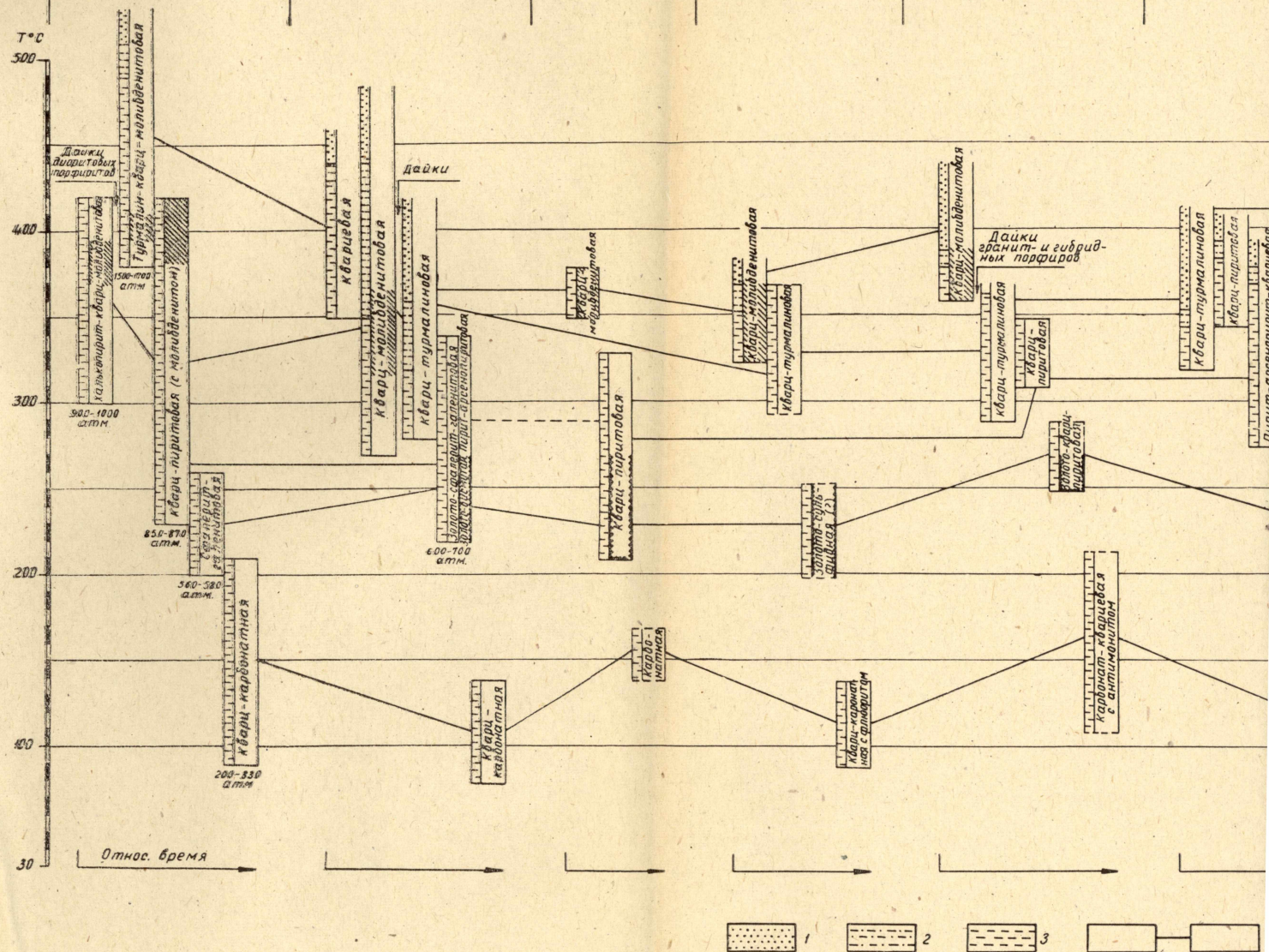
минералообразующая роль газов отмечалась и в начале третьей стадии ранних сульфидов, что, по-видимому, объясняется расположением этих объектов вблизи парагенетически родственных магматических образований. Каждая из перечисленных стадий на указанных объектах начала свое развитие, исключительно в условиях газообразного состояния минералообразующих растворов, которые, постепенно уплотняясь, по мере снижения температуры закономерно трансформировались в высокотемпературные гидротермы. В кварц-молибденитовую стадию эти растворы на собственно молибденовых месторождениях (Жирекен) характеризовались высоким содержанием хлоридов натрия и калия, в то время как на золото-молибденовом Голготайском месторождении в них превалировал углекислый компонент. Во вторую, кварц-турмалиновую, стадию газовые растворы характеризовались преимущественно углекислым составом (Чернозипунихинское, Казаковское, Фатимовское). Развитие третьей стадии ранних сульфидов для большинства месторождений (за исключением Дарасунского и Чернозипунихинского) знаменовало начало собственно гидротермального периода их развития. Он охватывал также последующую по времени золото-полиметаллическую и завершающую процесс кварц-карбонатную стадии. Растворы этого периода рудообразования, судя по данным водных вытяжек, носили преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевый характер.

Не менее ярко сходство рудного процесса для рассматриваемых месторождений намечается также при сопоставлении температуры и давления растворов в соответствующие стадии. Наиболее высокотемпературные условия (выше 300—350°C) отмечаются для кварц-молибденитовой стадии. При этом выделение молибденита относилось к довольно узкому интервалу температур: 420—370 (Жирекен), 380—350 (Ширга), 370—325 (Голготай), 390—360°C (Ключи). Давление в этот период, по-видимому, достигало 1000 атм. Кварц-турмалиновая стадия также характеризовалась высокотемпературными условиями, порядка 450—290°C. Исключение составляет Жирекенское месторождение, где для этой стадии зафиксированы температуры 530—380°C. Давление в эту стадию, по-видимому, превышало 1000 атм. Условия высокотемпературного режима свойственны и для стадии ранних сульфидов (от 420—230°C на Жирекенском до 290—240°C на Любавинском месторождении). Однако на большинстве месторождений эта стадия развивалась в более узком диапазоне температур, порядка 350—250°C. Давление при этом, очевидно, достигало 800—1000 атм. Наиболее стабильным для всех месторождений являлся температурный интервал выделения золото-полиметаллической ассоциации — 280—200°C: Любавинское — 260—205; Майское — 235—215; Фатимовское — 255—210; Казаковское — 250—210; Чернозипунихинское — 295—235; Дарасунское — 280—190; Ключевское — 280—240; Давендинское — 270—220; Голготайское — 255—200; Ширгинское — 250—210°C. Давление в этот период оценивается диапазоном 560—750 атм. Завершающая для всех месторождений кварц-карбонатная стадия развивалась в широком диапазоне температур, охватывая средне- и в основном низкотемпературные условия от 220—200°C до 80—50°C. При этом давление в среднем составляло 200—400 атм.

Отмеченные выше закономерности в развитии рудообразующего процесса на месторождениях золото-молибденового ряда особенно четко видны из рис. 1. Сопоставление схем рудообразующих процессов графическим способом в системе температура — относительное время (при характеристике эволюции агрегатного состояния раствора) позволяет выявить не только общие черты их развития, но и на основе

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАДИЙНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА И МОЛИБ

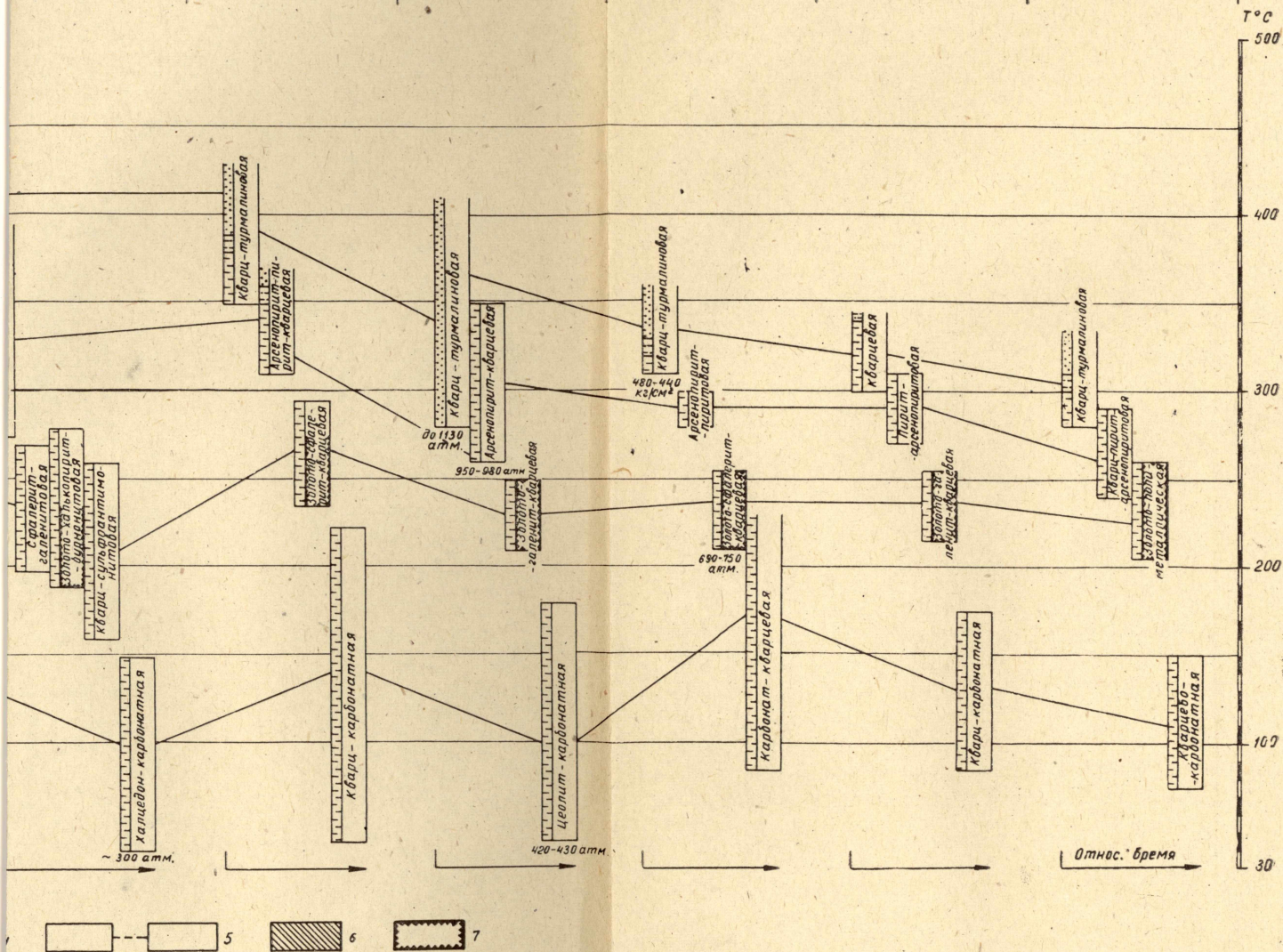
Рудная формация (по Р.М. Константинову, 1964)	Молибденитовая	Молибденит-кварц-серпентиновая	Молибденит-кварцевый	Молибденит-кварцевый	Золото-сульфидная	Золото-палли
Минеральный тип	Молибденит-халькопирит-микроклиновый	Молибденит-кварц-серпентиновый	Молибденит-кварцевый	Молибденит-кварцевый	Золото-пирит-турмалиновый	Золото-палли
Примеры месторождений	Жирикенское	Дабендинское	Ширга	Голготайское	Ключевское	Дарасу



Агрегатное состояние растворов: 1 - газообразное, 2 - период конденсации (критическое), 3 - жидкое; 4 - солост; 6 - оптимальные условия выделения молибдена; 7 - опт.

И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДЕНА В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

талийская	З о л о т о - с у д а ф и н а я				Золото-кварцевая
металлический	Пирит-кварцевый	Арсенопирит-кварцевый	Пирит-кварцевый	Арсенопирит-кварцевый	Золото-кварцевый
нское	Чернозипунцинское	Казаковское	Фатимовское	Майское	Любавинское



Ряемые стадий минерализации; 5 — предполагаемое сопоставление стадий минерализации; малые условия выделения золота.

последних поставить вопрос о внесении некоторых изменений в схему рудного процесса того или иного месторождения. Подобная корректура особенно относится к количеству выделяемых стадий. Как известно, нередко выделение стадий минерализации производится лишь на основе возрастных взаимоотношений минеральных комплексов. При этом некоторые исследователи, упуская возможность проявления тектонических движений внутримагматического порядка, рассматривают каждое пересечение прожилков разноминерального, а зачастую и довольно близкого минерального состава, в качестве достаточного основания для выделения самостоятельной стадии. Такой подход, основанный только на минералогических наблюдениях, приводит к построению подробнейших палеосейсмических схем для рудного процесса (что также очень важно), но не к выявлению его стадийности в смысле проявления минералообразующей деятельности различных порций растворов, резко отличающихся по своему составу и термодинамическим особенностям. Как показал опыт комплексного минералого-геохимического и минералотермометрического исследования месторождений, для многих из них ранее, в силу отмеченных выше причин, было выделено значительно большее количество стадий минерализации, чем это имело место в действительности. Имея в виду сказанное выше и основываясь на общности закономерностей развития рудного процесса, установленной для месторождений рассматриваемой группы, представляется возможным поставить вопрос о сокращении числа стадий минерализации на Дарасунском золоторудном месторождении. Именно вызывает сомнение правомочность выделения для этого месторождения кварц-пиритового и пирит-арсенопирит-кварцевого периодов минералообразования в качестве обособленных стадий [5], поскольку состав отвечающих им минеральных ассоциаций вряд ли позволяет говорить о существенном различии химизма рудообразующих растворов. Об этом же свидетельствует близость катионно-анионного состава водных вытяжек, содержащих включения из кварцев обеих ассоциаций. Термометрическая характеристика реликтов этих растворов также свидетельствует о весьма сходном режиме температурных условий развития кварц-пиритовой (410—345°C) и пирит-арсенопирит-кварцевой (397—275°C) ассоциаций минералов. Кварц, предшествовавший и в дальнейшем сопровождавший выделение пирита, а затем пирита и арсенопирита начал выделяться из газовых растворов, трансформация которых в жидкое состояние для различных частей месторождения относится к интервалу температур 395—370°C. Последовательное выделение пирита и с некоторым перекрытием арсенопирита происходило в условиях гидротермальной системы. Минералообразующая деятельность этой порции растворов завершалась отложением карбоната при температуре порядка 315—275°C. Имеющиеся признаки тектонических движений на границе выделения пирита раннего зарождения и арсенопирита, по-видимому, следует рассматривать как результат явлений внутриминерализационного порядка, которые не могли создать путей для поступления качественно новой порции растворов. То же следует отметить относительно последовательно возникших минеральных ассоциаций галенит-сфалеритового, халькопирит-бурнонитового и кварц-сульфоантимонитового составов. Все они характеризуются довольно близким (различающимся только количественно) набором минералов, что не позволяет говорить о резком различии химизма рудообразующих растворов. Минералы этих ассоциаций развивались в близкотемпературных (280—180°C) условиях гидротермальной системы. По-видимому, и в данном случае следует говорить о трех последовательно возникших минеральных парагенезисах, выделение которых осуществлялось в одну стадию из

единой порции гидротермальных растворов, на фоне периодических внутривулканических подвижек.

В ходе сравнительного анализа процессов рудообразования на рассматриваемых месторождениях четко устанавливается, что на большинстве из них после кварц-турмалиновой обычно развивалась стадия ранних сульфидов (кварц, пирит, арсенопирит), которая предшествовала золото-полиметаллической стадии. По имеющимся в данный период сведениям, исключение в этом отношении составляют Давендинское, Голготайское и Ширгинское месторождения. Отсутствие этой стадии в схеме рудообразования для последних двух, кстати сказать, недостаточно полно изученных месторождений, по-видимому, вызвано относительно слабым ее развитием. Что касается Давендинского месторождения, то в его рудах соответствующий по составу и положению в схеме парагенезис минералов известен, однако он объединен вместе с золото-полиметаллическим в единую стадию, как более ранний [1]. Имеющаяся для него температурная характеристика (340—270°C) позволяет его сопоставлять с соответствующей пирит-кварцевой стадией на других месторождениях. Возможно, что при более детальных исследованиях Давендинского месторождения все же будет выявлен комплекс данных, достаточный для выделения в схеме рудообразования самостоятельной стадии ранних сульфидов.

На основании проведенного сопоставления термодинамических условий развития рудного процесса для целого ряда золоторудных, золото-молибденовых и молибденовых месторождений Восточного Забайкалья можно сказать, что все они, независимо от их положения в различных структурно-фациальных зонах региона, принадлежат к единой генетической группе высокотемпературных пневматолитово-гидротермальных образований средних глубин, развивавшихся в весьма сходном термодинамическом режиме. Если для начала рудного процесса характерно резкое перекрытие температурных условий последовательно развивавшихся стадий (первые три стадии), то для второй его половины свойственно некоторое их обособление и растянутость в температурном отношении. Окончание рудного процесса происходило в условиях относительно спокойного понижения температур и давлений.

В связи с вышеизложенным представляется уместным затронуть вопрос о принадлежности рассматриваемых месторождений к той или иной рудной формации. Как следует из ряда работ В. А. Кузнецова [4], Е. А. Радкевич, Р. М. Константинова [2], под рудными формациями в настоящее время большинством исследователей понимаются «группы месторождений с минеральными ассоциациями сходного состава, повторяющимися в определенной последовательности на всех месторождениях данной формации и образовавшимися в близких геологических условиях, независимо от времени образования» ([2], стр. 11). Проведенное сопоставление процессов рудообразования для месторождений золота и молибдена в Восточном Забайкалье позволяет объединить их в единую группу месторождений, которая вполне правомерно укладывается в понятие единой рудной формации. В связи с этим мнение некоторых исследователей [3] о принадлежности рассмотренных месторождений к многочисленным различным рудным формациям (см. рис. 1) должно стать предметом дальнейшей дискуссии. По нашему мнению, сходство в составе минеральных ассоциаций, последовательности их возникновения и термодинамическом режиме формирования отмеченных месторождений позволяет отнести их к единой золото-молибденовой рудной формации. Для большинства из них отмечается пространственная, а для многих доказывается и парагенетическая связь с определенным комплексом пород дайковой серии и малых интрузий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дружинин А. В. Сб. «Структуры рудных полей». М., 1960.
2. Константинов Р. М., Жариков В. А., Омеляненко Б. И., Петровская Н. В., Шаталов Е. Т. Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов. М., «Недра», 1965.
3. Константинов Р. М. Сб. «Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока». М., «Наука», 1966.
4. Кузнецов В. А. Сб. «Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока». М., «Наука», 1966.
5. Тимофеевский Д. А. Вопросы геологии и генезиса некоторых свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья. Тр. ИГЕМ, вып. 83, 1963.