

УДК 553

Г.Б. Паталаха¹

ДИСЛОКАЦИОННЫЙ МЕТАМОРФИЗМ РУД СТРАТИФОРМНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Метаморфизм руд стратиформных полиметаллических месторождений Казахстана рассмотрен с позиций тектонофациального анализа

В последние десятилетия пристальное внимание геологов обращено на стратиформные месторождения цветных металлов. Согласно подсчетам [1], в них заключено 99,1% мировых запасов свинца, 85,6% цинка, 17,8% меди. В изучение стратиформных месторождений Казахстана, необыкновенно богатого полиметаллами, внесли геологи Казахстана И.П. Новохатский, Б.И. Вейц, Г.Н. Щерба, А.К. Каюпов, А.А. Рожнов, Н.М. Митряева, В.Г. Ли, Л.А. Мирошниченко, И.В. Покровская и мн. др.[2]. В обобщении [3] под стратиформными понимаются месторождения, "...связанные с осадочными или вулканогенно-осадочными геологическими формациями, с которыми они тесно ассоциируют... Непрерывно-прерывистый рудный процесс порождает в продуктивной геологической формации полихронное, и, как следствие, многоэтажное стратиформное оруденение".

Главные рудные компоненты стратиформных полиметаллических месторождений — Pb, Zn Cu, Fe, Mn, Ba, Sr, F, сопутствующие — Ag, Au, Cd, Hg, Sb, As, Bi, Tl, Ge, Te, Se. Месторождения группируются на нескольких стратиграфических уровнях, ведущими среди которых являются D₂ — D₃, D₃-C₁. Имеется оруденение (реже) в нижнепалеозойских и рифейских отложениях.

Оруденение месторождений практически всех уровней как сингенетичное, так и эпигенетичное. Сингенетичное фактически является составной частью разреза рудовмещающих толщ. Обычно это согласные пластовые, ленто- и линзообразные залежи, состоящие из серии рудных прослоев, различающихся степенью насыщенности сульфидами. В составе сингенетичных руд преобладает пирит; менее развиты сфалерит, галенит и другие сульфиды. На месторождении Атасуйского типа, кроме того, развито железомарганцевое оруденение. Сульфиды тесно ассоциируют с углеродистым веществом. Как правило, руды тонкозернистые. Любопытно, что состав сингенетичных руд многих месторождений, локализованных на различных стратиграфических уровнях, в различных геологических обстановках, но в близких геологических формациях, практически идентичен (например, Текели, Яблоновое в Джунгарском Алатау с одной стороны, Шалкия и Талап в Каратау с другой и т.д.).

Эпигенетические руды в одних случаях близки по возрасту к сингенетичным и соответствуют условиям, когда гидротермально(вулканогенно)-осадочный процесс непрерывно перерастает в гидротермально-метасома-

© Паталаха Г.Б.¹:

¹ ННПМ НАН Украины.

тический (Яблоновое). Оруденение в этом случае доскладчатое. В других оно оторвано во времени; рудное вещество отлагается в уже литифицированных породах; оруденение доскладчатое или же послескладчатое. Критерием относительного возраста оруденения является, следовательно, метаморфизм руд. Морфология залежей эпигенетических руд унаследованно согласная в сочетании с наложенной — штокверковой трубо- и жилообразной. Однако в целом подобие морфологии рудных тел и вмещающих пород, т.е. стратиформность, сохраняется. Структурно-текстурный облик руд отражает их возникновение путем метасоматоза и выполнения полостей.

Преобразования руд и вмещающих пород стратиформных месторождений обусловлены как локальным, так и региональным метаморфизмом. В статье рассмотрен *дислокационный метаморфизм* (динамометаморфизм).

Его проявления наиболее отчетливы в зонах смятия — шовных зонах, где уровень дислоцированности отвечает высшим тектонофациям VIII-X [4]. Из стратиформных месторождений Казахстана наиболее подвержены дислокационному метаморфизму месторождения Текелийской зоны в Джунгарском Алатау, в рудном Алтае — Иртышской, Северо-Восточной, Кедровско-Бутачихинской зон смятия. В значительно меньшей степени динамометаморфизованы стратиформные месторождения менее выраженных зон смятия — Успенской, Акжал-Аксоранской, Акбастауской в Центральном Казахстане и локализованные за пределами таковых месторождения Малого Каратау (таблица).

Для систематизации явлений дислокационного метаморфизма автор использует концепцию динамометаморфического структурного парагенезиса элементов тектонических преобразований, вызванных единым процессом деформирования горных слоев пород и руд [5]. Это складки ламинарного течения с кливажем осевой плоскости, линейность, разнообразные структуры пересечения кливажем слоистости, будинажем, альпийские жилы и птигматитовые складки, вязкие разрывы, совпадающие с направлением кливажа и многие другие структурные элементы. Все они находят свое отражение в изменении форм рудных тел (6), текстур и структур руд. Отмечается соответствие морфологии залежей и текстурного рисунка руд (малые складки, фиксируемые в рудах, подобны “большим” складкам в рудных телах.)

В слабо метаморфизованных месторождениях *низших тектонофаций* (I-II), к которым можно отнести Миргалымсай и Шалкию в Каратау, Акжал в Центральном Казахстане, Риддер-Сокольное в Рудном Алтае, отмечаются лишь локальные дислокации в тектонических зонах, пересекающих и смещающих рудные тела, которые чаще всего имеют пологое залегание. На Акжале [7] только в тектонических швах установлен катаклиз, развальцевание рудных минералов и их агрегатов, некоторая перекристаллизация руд, перетложение сульфидов в жилках, мелких гнездах совместно с кварцем и карбонатами, реже с баритом. Сульфиды частью освобождаются от примесей, обособляющихся в виде микровключений собственных минералов. На Шалкие [8] породы с послойной сульфидной минерализацией в некоторых участках смяты в пологие складки. Кливаж и линейность практически не заметны. Тонкие альпийские жилки, поперечные кливажу и возникшие при растяжении слоев, выполнены материалом боковых пород с вкрапленностью

сфалерита, реже галенита. Аналогичный слабый локальный метаморфизм испытали руды Миргалимсая; кроме того, в них отмечается брекчирование и цементация рудных обломков материалом того же состава.

В Жайльминской мульде (Жайрем, Ушкатын I), на месторождениях Кайракты, Карагайлы (Успенская зона) сингенетичные рудные тела смяты

Таблица

Дислокационный метаморфизм руд стратиформных полиметаллических месторождений Казахстана

Интенсивность метаморфизма	Изменение морфологии залежей	Текстуры руд		Структуры руд		Месторождение
		деформации	регенерации	деформации, перекристаллизации	регенерации	
Слабый или отсутствует (I-III тектонофации)	Пологие складки изгиба, смещения по тектоническим швам	Локально-катакластическая, брекчиевидная, пloyчатая	Метаморфические прожилки с сульфидами	Катакластическая; рост метакристаллов	Аллотриоморфнозернистая с увеличением зернистости	Миргалимсая, Шалкия, Акжал, Риддер-Сокольное
Слабый; в зонах разломов средний (III-IV тектонофации)	Пологие складки изгиба, смещение по тектоническим швам	Локальное брекчирование, полости отслоения, будинаж, пloyчатость	Метаморфические прожилки, гнезда крупнозернистых сульфидов и жильных минералов	Катакластическая, рост метакристаллов, слабая перекристаллизация	Аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая	Жайрем, Карагайлы, Кайракты, Малинвское
Средний, сильный (V-VII тектонофации)	Складки изгиба, локально изоклинные складки, будинаж, смещение отдельных блоков	Катаклаз, милонитизация, будинаж, пloyчатость, метаморфическая полосчатость	Метаморфические прожилки, рудные жилы	Катаклаза, милонитизация, гранобластовая, порфиробластовая, течения, двойников давления	Различные зернистые	Узунжал, Бурултас, Майкаин, Стрежанское, Зыряновское
Сильный (VIII-X тектонофации)	Изоклинные складки, складки ламинарного течения, будинаж, контроль границ рудных тел плоскостями кливажа, крупные жилы регенерированных сульфидов	Структурный парагенезис узких сжатых складок, кливажа их осевых плоскостей, линейности, будинажа, птигматитовых жил, вязких разрывов по кливажу	Прожилковая, массивная, выполнения полосчатой крупнозернистыми сульфидами, почковидная, крустификационная	Милонитизация, катаклаза, ориентированно-гранобластовая, порфиробластовая, течения, деформации первично сфероидальных конкреций, глобулярных форм обособления сульфидов	Различные зернистые, колломорфно-зональная, цементация рудных брекчий	Текели, Яблоновое, Тишинское, Белоусовское, Иртышское, Березовское

в пологие, нередко куполообразные складки, осложненные смещениями по разрывным нарушениям. В последних руды и породы раздроблены, растащены. Метаморфизм можно отнести к *III-IV тектонофациям*. В рудах появляются складки изгиба, осложненные плейчатостью, редко — складки ламинарного течения, метаморфические кварц-кальцитовые жилки с сульфидами. В замковых частях некоторых складок развиты полости отслоения, выполненные переотложенным материалом боковых пород. Локально развит кливаж, не только параллельный слоистости, но и секущий ее; появляются так называемые “муллион-структуры”. Наблюдается будинаж рудных слоев. Конкреции и первично изометричные зерна минералов и их агрегатов часто деформированы. Эпигенетические руды метаморфизованы слабо и только непосредственно в разломах.

В месторождениях со средней (а локально — с сильной) степенью метаморфизма (*средние тектонофации V-VI*) отмечается смешанный слоисто-кливажный контроль оруденения. К ним относится месторождение Узунжал, а далее по нарастанию степени дислоцированности — Зыряновское, Стрежанское, Майкаин, Бурултас и др. Формы рудных тел существенно изменены. На Узунжале рудные тела деформированы вместе с вмещающими породами; они приняли взамен горизонтального наклонное положение, частью смяты в складки, в участках тектонических зон разлинзованы.

На Стрежанском месторождении [6,9] рудные тела выведены из субгоризонтального в крутопадающее положение; изменена их форма; они частью разлинзованы, участками рудное вещество скучено, жесткие минералы раздроблены, пластичные перекристаллизованы. Поздними разломами рудные тела рассечены, смещены их отдельные части. Заметно изменяется структурно-текстурный облик руд. Помимо деформации, появляются признаки регенерации рудного вещества. Однако какого-либо изменения минерального состава при этом не происходит.

Месторождения, попадающие в зоны смятия, как правило, интенсивно метаморфизованы (*VIII-IX, редко X тектонофации*). Типичными представителями их являются Текели, Яблоновое в Джунгарском Алатау, Тишинское, Белоусовское, Березовское, Иртышское (Рудный Алтай).

Текелийская зона смятия (в рамках одноименной свиты) отмечается высочайшим уровнем дислокационного процесса, отвечающем в общем тектонофации X. Она представляет собой не простую моноклинал, как считалось ранее, а грандиозную структуру пересечения слоистости кливажем под острым углом. В ней (структуре) главное значение имеет псевдомоноклиальный элемент (субфашиа X c), второстепенное — складчатый (субфашиа X a-X b). В совокупности субфашиа отображают региональную Текелийскую зону смятия, генеральная плоскость которой простирается широтно и круто (под углом 80°) падает на север. Породы представляют собой динамосланцы (тектониты) по высокоуглеродистым кремнисто-глинисто-карбонатным отложениям текелийской свиты, датируемой средним ордовиком. Слабо кливажированы известняки, доломиты, кремнистые сланцы (без глинистой примеси), которые грубо разлинзованы, будинированы, брекчированы.

Месторождения практически полностью подчинены кливажной анизотропии, рудоконтролирующее значение приобретает линейность. На примере

месторождений Текелийской группы (Текели, Западное Текели, Яблоновое) автором установлено, что в процессе длительной истории развития их рудное вещество в результате дислокационного метаморфизма неоднократно перегруппировывалось и ремобилизовывалось. В результате этого руды, сохраняя минеральный состав, коренным образом меняют свой облик [10–13]. Реконструкция процесса рудообразования показывает, что на Текели и Западном Текели основным продуктивным этапом является гидротермально-осадочный.

На Яблоновом отложение рудного вещества растянуто во времени; при этом гидротермально-осадочный процесс “перерастает” в гидротермально-метасоматический. В сингенезе и диагенезе формируются залежи пиритовых руд со сфалеритом. В диагенезированных (и частично литифицированных) породах отлагаются пространственно обособленные и расположенные стратиграфически ниже флюорит-галенит-сфалеритовые руды. Те и другие доскладчатые, сближены во времени, автором отнесены к первому этапу рудообразования [13].

Дислокации резко изменяют морфологию рудных тел (рис. 1). Это необычайно сложные, внутренне мелкоскладчатые, бывшие пластообразные залежи с резким изменением мощности и залегания по падению. Падение их крутое северное, простирание субширотное, склонение восточное. Характерным элементом рудных тел являются разномасштабные (от выделяемых в разрезе до микроскопических в шлифах и аншлифах) стреловидные складки с субгоризонтальными осями в рудах (то же и в боковых породах). Складки узкие, сжатые, изоклиналильные, замки их утолщены, крылья пережаты. Стреловидность и мелкая фестончатость замков обусловлены пересечением кливажем слоистости под углом 5–10° с перемещением микролитонов по кливажу. Ярко выражен будинаж рудных слоев, развиты тектонические зоны, представляющие собой вторичные моноклинали резко утоненных слоев, разграничивающие колонны стреловидных складок. Следует отметить, что уровень метаморфиз-

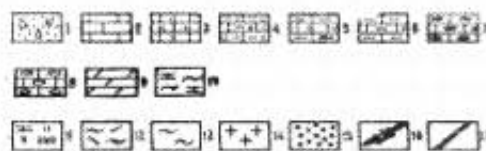
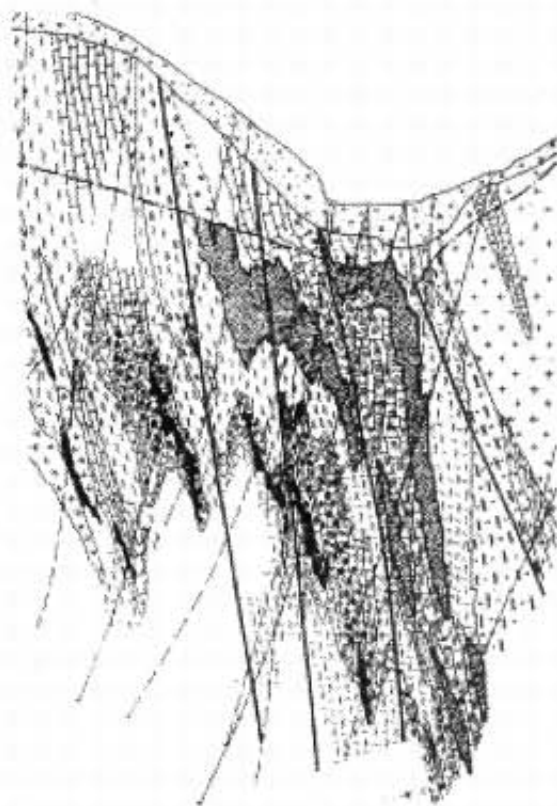


Рис. 1. Месторождение Яблоновое. Геологический разрез по профилю XVII. Составила Г.Б. Паталаха 1 — рыхлые отложения; 2–8 — известняки: 2 — глинистые, 3 — кремнистые, 4–6 — то же с углеродистым материалом, 7,8 — конкреционные “верхние” и “нижние” рудовмещающие; 9 — доломиты; 10–13 — углеродистые сланцы: 10 известково-глинистые, 11 — известково-кремнистые, 12 — глинисто-доломитовые, 13 — глинистые; 14 — гранит-порфиры, кварцевые порфиры; 15 — руды пиритовые со сфалеритом; 16 — руды галенит-сфалеритовые с флюоритом; 17 — тектонические швы

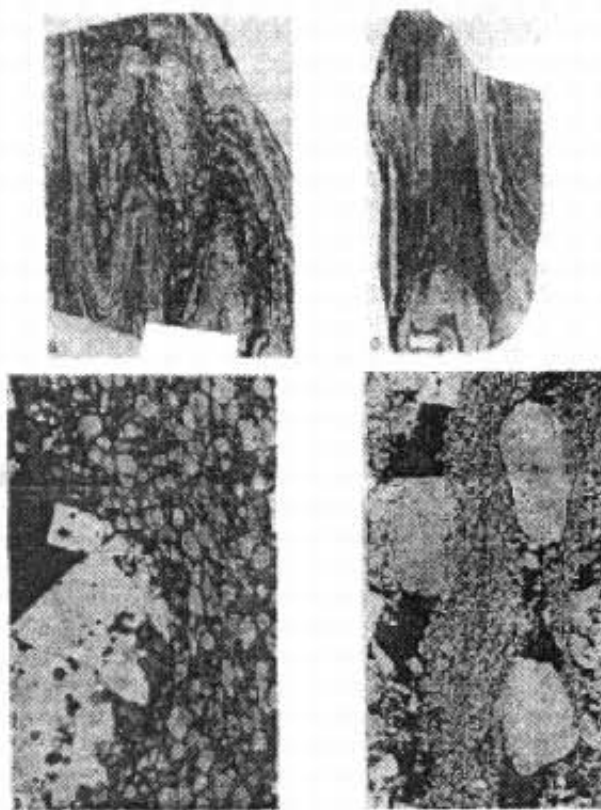


Рис. 2. Структурно-текстуальный рисунок руд Текелийской зоны

А — Текели. Микроскладки в первично слоистой сульфидной руде. Белые слои — пиритового состава, темные — галенит-сфалеритового. Нат. величина. б — Яблоновое; узкие стреловидные складки в углеродистом сланце с пиритовым прослоем (белое). Виден кливаж осевой плоскости складки, вязкие разрывы по кливажу (нат. величина); в — Текели. Течение пластичной рудной массы между порфиробластами пирита. Пиритовые фрамбонды деформированы. Ув.250, протравлено; г — Яблоновое. Будинаж пиритовых слоев. В межбудинных пережимах кварц (темное). Ув.63.

сульфидно-жильным цементом. Развиты субширотные “свинчаки”. Появляются колломорфно-зональные углеродисто(шунгито)-сульфидные агрегаты. Последнее может быть объяснено миграцией рудного материала в форме металлоорганических комплексных соединений.

Руды II типа несут печать дислокационного и контактового метаморфизма (под влиянием пострудных даек порфиритов). Пластичным сульфидно-жильным материалом обтекаются обломки пород и ранних руд, скопления пирита. Нагнетание в породы пластичной сульфидной массы вызывает их гидроразрыв. В тенях давления, в межбудинных пережимах переотлагаются крупнозернистые сульфиды и жильные минералы. Регенерация, спровоцированная дислокациями герцинского цикла, приводит к появлению руд III типа. По набору минералов они аналогичны первым двум. Им присущи колломорфно-зональные рудные агрегаты

ма пород и руд во многом определяется компетентностью деформируемого материала.

В результате метаморфизма каледонского и герцинского циклов и регенерации рудного вещества сингенетичные руды на Текели сохранились в виде реликтов, несущих отпечаток интенсивных преобразований. Фактически они представляют собой рудные тектониты со всеми признаками, присущими X тектонофазии (рис. 2).

Среди регенерированных руд (в объеме залежи им принадлежит порядка 50%) выделяются два типа, образованные в связи с каледонским (II тип) и герцинским (III тип) тектономагматическими циклами. Все три типа руд на Текели пространственно совмещены. Руды II типа по минеральному составу полностью отвечают гидротермально-осадочным. Однако избирательность переотложения материала приводит к обогащению их свинцом, цинком, карбонатным материалом. Практически уничтожаются структуры и текстуры, присущие сингенезу и диагенезу. Взамен них возникают рудные брекчии с обломками, сложеными сингенетичными рудами и

В заключение следует отметить, что дислокационный метаморфизм изменяет форму рудных тел, условия их залегания, преобразует структурно-текстурные особенности руд (динамометаморфический структурный парагенезис), инициирует регенерацию рудного вещества. На некоторых месторождениях (например, Текелийская группа) установлено, по крайней мере, два этапа метаморфизма и регенерации. Эти превращения приводят к природному улучшению качества руд. Объем перегруппированных руд обусловлен интенсивностью процесса; он достигает в рассмотренном примере порядка 50% от исходного.

Для систематики и ранжирования тектонических преобразований первично слоистых руд весьма эффективны принципы тектонофациального анализа [5, 14].

Изучение метаморфизма, а также реликтов ранних руд среди поздних позволяет осуществить реконструкцию процесса рудообразования и на этой основе приблизиться к решению ряда генетических проблем стратиформного оруденения, а следовательно и прикладных вопросов поисков и разведки.

1. *Кривцов А.И., Самонов И.З., Шабаршов П.Я.* О продуктивности различных геологических эпох для колчеданного оруденения. // Геология рудных месторождений, 1978, — № 1. — С. 97–103.

2. *Металлогения Казахстана.* Рудные формации. Месторождения руд свинца и цинка. Алма-Ата, 1978, — 265 с.

3. *Мирошниченко Л.А. и др.* Стратиформное оруденение Казахстана // Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1985, — Т. 4, — С. 57–86.

4. *Паталаха Г.Б., Паталаха Е.И.* Тектонофациальный анализ рудного поля Текели // Геология рудных месторождений. 1985, — № 5, — С. 69–76.

5. *Паталаха Е.И.* Механизм возникновения структур течения в зонах смятия / Алма-Ата, 1970. — С. 215.

6. *Щерба Г.Н., Паталаха Е.И.* Изменение формы рудных тел в зонах смятия // Сов. геология. 1966. — № 7. — С. 66–88.

7. *Паталаха Г.Б.* О возрастных соотношениях свинцово-цинкового оруденения, малых интрузий и эксплозивных брекчий месторождения Акжал (Центральный Казахстан) // Известия АН КазССР, серия геол. 1970. — № 4. — С. 71–78.

8. *Митряева Н.М., Паталаха Г.Б., Муратова Д.Н., Покровская И.В.* Текстуры и структуры руд свинцово-цинковых месторождений Казахстана / Атлас структур и текстур руд цветных металлов Казахстана. Алма-Ата. 1976. — С. 3–35.

9. *Покровская И.В., Яренская М.А. и др.* Текстуры и структуры руд колчеданно-полиметаллических месторождений. Там же. — С. 35–69.

10. *Паталаха Г.Б.* Динамометаморфические преобразования глобулярного пирита седиментных руд Текели // Геология рудных месторождений. 1977. — № 6. — С. 104–110.

11. *Паталаха Г.Б.* Рудный динамометаморфический структурный парагенезис // Известия АН КазССР. Серия геол. 1977. — № 3. — С. 18–28.

12. *Паталаха Г.Б.* Морфологические особенности диагенетического и метаморфического сфалерита гидротермально-осадочных руд Текели // Тр. ИГН АН КазССР. 1978. — Вып. 39. — С. 43–52.

13. *Паталаха Г.Б.* Гидротермально-осадочные руды в углеродистых кремнисто-карбонатно-сланцевых отложениях Джунгарского Алатау / Вулканогенно-осадочный лито- и рудогенез. Алма-Ата. 1981. — С. 107–116.

14. *Паталаха Е.И.* Тектонофациальный анализ складчатых сооружений фанерозоя // М., 1985. — 168 с.

Метаморфізм руд поліметалевих родовищ Казахстану розглянуто з позицій тектонофаціального аналізу

Ore metamorphism of Kazakhstan polymetal deposits from the tectofacial analysis.