

Г. М. ТАРАСЕВИЧ

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД  
ТЕКЕЛИЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье приводятся результаты исследования текстурно-структурных особенностей руд колчеданно-полиметаллического Текелийского месторождения в Джунгарском Алатау. Приведенный материал интересен в связи с дискуссией о происхождении полосчатости в колчеданно-полиметаллических алтайских рудах.

## КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Район Джунгарского Алатау сложен эффузивно-осадочными породами нижнего и среднего палеозоя. Основные тектонические структуры в палеозойских формациях сформировались в герцинский тектонический цикл, сопровождающийся образованием эффузивных пород кислого и основного состава, а также внедрением гранитной магмы. Интрузивные породы представлены гранодиоритами, биотитовыми и аляскиотовыми гранитами. Их формирование происходило в три последовательные фазы (Юдичев, 1940).

Основной структурой района Текелийского месторождения является крупная синклинальная складка, вытянутая почти в широтном направлении. Южное крыло складки, к которому приурочено описываемое месторождение, представлено породами силуро-девонского возраста (сланцами, песчаниками с прослоями известняков, основными эффузивами типа шилитов).

В пятистах метрах южнее месторождения проходит крупный региональный тектонический шов, прослеженный М. М. Юдичевым (1940), в широтном направлении на 150 км. Севернее регионального нарушения прослеживается ряд параллельных тектонических зон, в плоскости которых происходило дробление хрупких пород и смятие, иногда сопровождавшееся плейчатостью. Некоторые зоны нарушений выполнены дайками.

К одной из наиболее мощных зон нарушения приурочено гидротермальное Текелийское месторождение, расположенное в так называемом рудном горизонте, сложенном глинистыми, углистыми и известковыми сланцами, часто содержащими линзы известняков (мощностью до 5 м). Среди упомянутых сланцев распространены следующие разновидности сланцевых текстур: изогнутая и плосксланцеватая (по расположению плоскостей сланцеватости), толстосланцеватая и тонкосланцеватая (по расстоянию между этими плоскостями). В пространственном распространении сланцев намечается некоторая закономерность. Она выражается в том, что углистые и известково-углистые разновидности их приурочены непосред-

ственно к всяческому боку рудного тела, в то время как углисто-глинистые и известково-глинистые сланцы развиты в отдалении от него. На некоторых участках месторождения сланцы сильно перемяты, брекчированы и местами носят плейчатый характер. Известняки как породы менее пластичные обычно интенсивно раздавлены и раздроблены.

В пределах месторождения наблюдается сложная перемежаемость сланцевых пород с дайками кварцевых диоритов, порфиритов и диабазовых порфиритов; при этом устанавливается более молодой возраст кварцевых диоритов, которые особенно широко распространены в всячем боку рудного тела, где они прослеживаются почти непрерывной полосой согласно простиранию пород.

Гидротермальные изменения пород, вмещающих рудное тело, выражены в серицитизации, хлоритизации, доломитизации и повсеместном их окварцевании.

В сланцах особенно интенсивно проявлена серицитизация, хлоритизация и окварцевание. На некоторых участках наблюдается графитизация углистого вещества. Известняки обычно доломитизированы, а иногда в результате интенсивного окварцевания превращены в джаспероид. Последний представляет собой плотную темно-серую тонкозернистую породу (массивной текстуры), состоящую из серицитово-кварцево-карбонатных образований, среди которых наблюдается мелкая вкрапленность рудообразующих минералов. Дайки также утратили свой первоначальный структурно-минералогический облик; они сильно расслапцованы, окварцованы и превращены в агрегат вторичных минералов (кальцит, серицит, хлорит). На некоторых участках месторождения наблюдается дробление даек и пересечение их кварцевыми прожилками с рудными минералами (пиритом, сфалеритом и др.).

#### МОРФОЛОГИЯ РУДНОГО ТЕЛА И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД

Рудное тело Текелийского месторождения имеет форму линзы, вытянутую согласно простиранию вмещающих пород (сланцев). Контуры его со стороны лежачего бока расплывчатые, со стороны всячего — резкие, так как непосредственно в всячем боку его находятся кварцево-диоритовые дайки, которые, как правило, ограничивают распространение оруденения. Угол падения рудного тела колеблется от 70 до 85°. Размер линзы по падению и простиранию примерно одинаков и измеряется первыми сотнями метров. Мощность рудного тела — несколько десятков метров.

В пределах месторождения особенно широко распространены колчеданно-полиметаллические прожилково-вкрапленные руды. Среди них устанавливаются частые линзообразные и пластообразные маломощные (до 3 м) тела сплошных руд, залегающих согласно с вмещающими породами. Границы между этими типами руд обычно резкие. Полиметаллические сплошные руды чаще приурочены к известнякам, расположенным в центральной части месторождения, пиритовые руды особенно широко распространены среди сланцев в всячем боку рудного тела. В сплошных рудах количество рудообразующих минералов составляет около 80%, а нерудных — 20%; в прожилково-вкрапленных рудах наблюдается обратное соотношение.

По преобладающему количеству главных рудных минералов можно выделить руды пиритовые, сфалеритовые, галенитовые, свинцово-цинковые (полиметаллические) и др.

По данным химических анализов проб руд устанавливается отношение свинца к цинку (в среднем), равное 1 : 2. Это соотношение характеризует месторождение как свинцово-цинковое, а весьма значительное присутствие сульфидов железа позволяет отнести его в разряд колчеданно-полиметаллических<sup>1</sup>.

Из редких и рассеянных элементов в рудах месторождения, по данным спектральных и химических анализов, присутствуют: кадмий, галлий, серебро, таллий, селен, теллур, ванадий, титан.

Минеральный состав руд исследовали Т. Н. Шадлуи и Г. Б. Роговер (1938), М. М. Юдичев (1940) и Б. И. Вейц (1945<sub>1,2</sub>).

В настоящее время в рудах месторождения установлены следующие минералы (в порядке убывающей распространенности): главные — кристаллический и коломорфный пирит, кристаллический (иногда коломорфный) сфалерит, галенит; второстепенные — джемсонит, буланжерит, бурнонит, рутил; редко встречающиеся — марказит, блеклая руда, халькопирит, арсенопирит и пирротин.

Пирит занимает значительное место в сплошных рудах, где он составляет на площади шлифа от 5—10 до 60—70%, чаще 30—50%. В прожилково-вкрапленных рудах его содержится от 5 до 15%.

Сфалерит и галенит в сплошных и прожилково-вкрапленных рудах находятся в тонком взаимном прорастании между собою и другими рудными и жильными минералами. В сплошных рудах содержание сфалерита колеблется от 5—7 до 70%, наиболее часто 30—40% от площади шлифа; в прожилково-вкрапленных рудах — от 2 до 10%. Содержание галенита в сплошных рудах от 10 до 70%, чаще 15—20%; в прожилково-вкрапленных рудах — от 1—2 до 10%.

Джемсонит, буланжерит и бурнонит обычно встречаются в ассоциации с галенитом. В сплошных и прожилково-вкрапленных рудах они распространены спорадически и в небольших количествах.

Рутил особенно широко распространен в прожилково-вкрапленных рудах. Марказит, арсенопирит, блеклая руда, халькопирит и пирротин в рудах наблюдаются редко в виде единичных зерен или агрегатов небольших размеров.

Жильные минералы представлены в основном кварцем и кальцитом. Широко распространены серицит, хлорит и доломит. Из нерудных следует упомянуть также графит, который встречается обычно в углистом веществе, а иногда в агрегатах сфалерита и галенита в виде таблитчатых образований. Флюорит и турмалин образуют мелкие включения в углесто-глинистых и других сланцах.

## ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД<sup>2</sup>

В пределах месторождения очень широко распространены руды с вкрапленной текстурой, в меньшей степени с полосчатой и массивной, редко встречаются руды с брекчевой, брекчневидной и пятнистой текстурой разлома.

Зависимость текстур руд от строения и физико-химических свойств вмещающих пород в пределах различных участков месторождений и в отдельных штучных образцах сплошных и прожилково-вкрапленных

<sup>1</sup> С малым содержанием меди (0,01%) в отличие от руд алтайских месторождений.

<sup>2</sup> Мы придерживаемся понятий «текстура» и «структура», предложенных А. Г. Бетехтиным (1958).

руд проявляется отчетливо. В сланцах руды характеризуются обычно полосчатой текстурой, в плотных породах, легко подвергающихся хрупким деформациям, — брекчиевой, брекчиевидной, массивной и др.

Вкрапленная текстура руд характеризуется, как известно, палочием рассеянных зерен рудообразующих минералов (пирита, сфалерита, галенита и др.) и их агрегатов в перудной массе, представленной обычно сланцами или известняками. Рудами с описываемой текстурой сложено почти все рудное тело; особенно широко распространены пиритовые руды, в меньшей степени сфалеритовые и галенитовые.

Среди сланцев наблюдается неравномерное распространение рудных минералов, часто образующих гнездообразные, прожилковые и нитевидные выделения, совпадающие с направлением слоистости или сланцеватости пород.

В пределах месторождения с изменением состава сланцев меняется состав рудных вкрапленников. Среди известковых сланцев обычно встречаются сфалерит, галенит. В углистых, углисто-глинистых, известково-глинистых сланцах особенно широко распространены пирит, арсенопирит и рутил.

Многие исследователи заметили, что углисто-глинистые сланцы способствуют локализации оруденения. Однако вопрос о том, какой из компонентов (углистое вещество или глинозем) имеет основное значение в осаждении рудных минералов из гидротерм, был спорным. С целью выяснения компонента, играющего роль осадителя из гидротермальных растворов, автор тщательно исследовал шлифы углисто-глинистых сланцев. В углистом веществе удалось наблюдать тонкодисперсные и коллоидно-зональные образования серного колчедана (рис. 1). Это позволило сделать вывод о том, что активная роль в минералообразовании должна принадлежать углистому веществу сланцев, оказывавшему коагулирующее действие на выпадение рудных элементов из растворов, а также подтвердить правильность предположения Н. Г. Сергиева и М. В. Ташчиной (1953), сделанного на основании статистических данных по месторождениям, что активную роль в рудообразовании должно играть углистое вещество.

В известняках встречается более или менее равномерная вкрапленность или небольшие гнездообразные скопления рудных выделений, чаще представленных сфалеритом, галенитом, блеклой рудой и другими минералами.

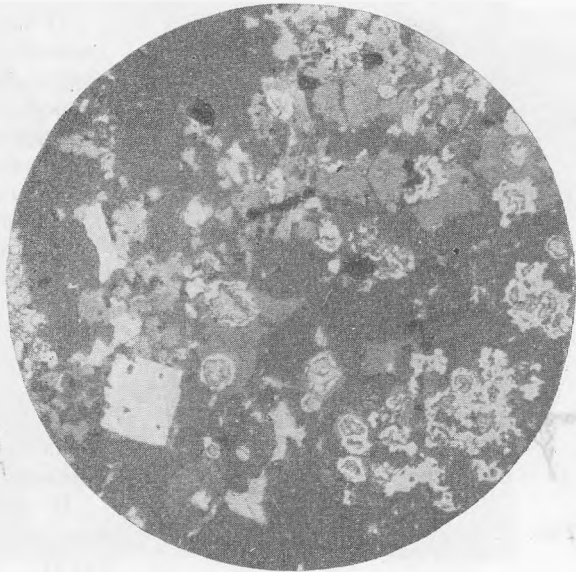


Рис. 1. Коллоидные образования пирита (корродированные галенитом в центральной части) в углистом веществе (темно-серое). Светло-серое — сфалерит, черное — кварц. Увел. 86

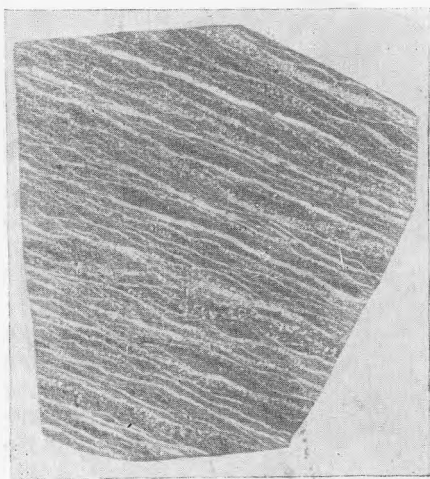


Рис. 2. Пиритовая руда полосчатой текстуры. Нат. вел.

Полосчатая текстура характеризуется наличием в руде перемежающихся полос («прослоек» гидротермального происхождения), залегающих повсеместно согласно сланцеватости пород, различающихся по мощности и составу слагающих их минералов.

По ширине полос можно выделить тонкополосчатые разности руд (от 0,1 до 10 мм) и грубополосчатые (более 1 см). Последние обычно хорошо прослеживаются (по простиранию и падению) и имеют более или менее выдержанную мощность, чего нельзя сказать о тонкополосчатых разностях.

В составе прослоек встречаются кристаллический и колломорфный пирит, сфалерит, галенит, рутил, арсенопирит и другие рудные минералы, заместившие карбонатные

прослойки сланцев, о чем свидетельствуют многочисленные реликты сланцев в рудном веществе.

С целью выяснения происхождения полосчатости в рудах месторождения мы производили геологическую документацию подземных горных выработок и детально изучали структуры руд<sup>1</sup>. Рассмотрим состав и строение нескольких наиболее характерных штучных образцов.

На фотографии образца тонкополосчатой пиритовой руды (рис. 2) можно видеть почти прямолинейные прослойки (шириной менее 1 мм) и редкую вкрапленность, представленную пиритом, арсенопиритом и рутилом, в кварцево-серицитово-углистом сланце.

Микроскопически в составе прослоек наблюдаются кристаллически-зернистые агрегаты и глобулярные скопления пирита. Мелкие глобулярные выделения серного колчедана образуют более крупные моп кристаллические индивиды с единой кристаллической решеткой. Это явление собирательной кристаллизации прекрасно проявлено в различных формах во всех участках месторождения. Вкрапленность серного колчедана кубической формы имеет размер от 0,01 до 2—3 мм. Величина глобулей колеблется от 0,001 до 0,01 мм. Иногда глобули имеют колломорфно-зональное строение. Это хорошо видно в выделениях, корродированных кварцем, сфалеритом или галенитом. Кварц замещает часто кубические образования пирита, благодаря чему отчетливо видно, что глобули являются его «строительными ячейками» (рис. 3). На некоторых участках месторождения это подтверждается структурами дробления кубиче-

<sup>1</sup> Некоторые исследователи, в том числе Т. Н. Шадлун (1942, 1951) и Б. И. Вейц (1945<sup>1,2</sup>, 1949, 1953), считают, что образование полосчатых структур является результатом «метаморфической дифференциации» рудного вещества (сингенетичного с вулканогенными породами). По мнению М. С. Бессмертной (1957), такому толкованию противоречат совокупность геологических фактов и следующие структурно-минералогические критерии: отсутствие полосчатых текстур в рудах, залегающих в массивных породах, но несомненно испытавших те же напряжения, что и руды в сланцах; тождество текстуры руд и вмещающих их сланцев; отсутствие проявления пластических деформаций в зонах рудообразующих минералов.

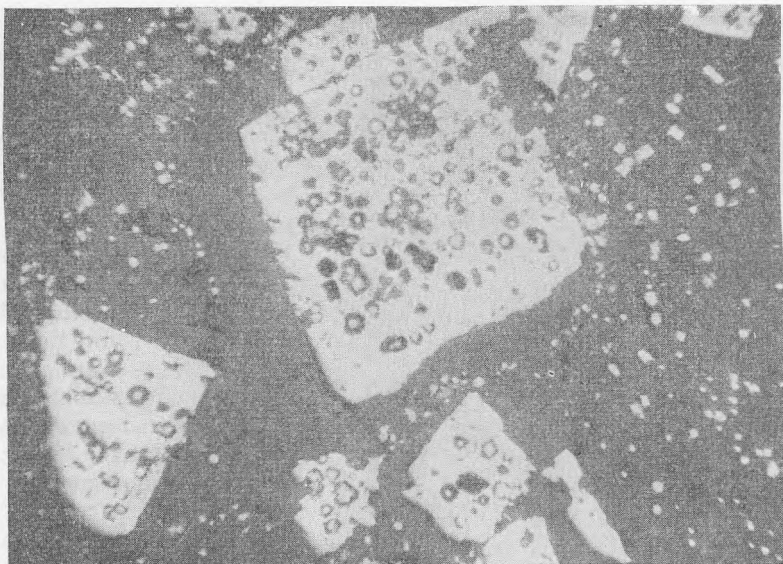


Рис. 3. Кристаллы пирита (светло серое), состоящие из глобулярных образований, в кварце (темно-серое). Увел. 400

ских образований серного колчедана в полиметаллических рудах. В результате катаклаза кубически-зернистых выделений пирита образуются агрегаты мелких округлых зерен, которые обычно цементируются сфалеритом или галенитом. Часто в углисто-глинистых сланцах, содержащих тонкодисперсную вкрапленность (глобули), наблюдается более поздняя полосчатость, представленная прожилками стебельчатого кварца с агрегатами кристаллического пирита (рис. 4). Стебельчатый кварц прожилков располагается, как правило, перпендикулярно к граням серного колчедана.

В породах, представленных окварцованными или серицитизированными углисто-глинистыми и другими разновидностями сланцев с сланцевато-изогнутой текстурой, распространены пиритовые «прослойки» вместе с кварцем и сфалеритом, также изогнутые, что является результатом унаследованности рудным веществом первичного строения этих пород. На фотографии штуфа полосчатой сфалеритово-пиритовой руды (рис. 5, а) можно видеть четкие изогнутые кварцево-пиритовые прослойки (светлое), между которыми находится коричневый сфалерит (имеющий различно ориентированные двойники роста), который в некоторых местах интенсивно заместил черный карбонат. Этот образец замечателен и тем, что серный колчедан наблюдается в виде кристаллически-зернистых агрегатов, среди которых широко распространен колломорфный пирит с концентрически-зональной структурой. Иногда в краевых частях колломорфно-зональных образований серного колчедана располагаются кристаллически-зернистые агрегаты, образование которых следует объяснить постепенным понижением концентрации пиритообразующих растворов.

На фотографии штуфа грубополосчатой сфалеритово-пиритовой руды (рис. 5, б) можно видеть прослойки цинковой обманки с агрегатами раздробленного пирита (катакластические структуры) в углисто-глинистом сланце. Под микроскопом хорошо видно, что среди обломков серного

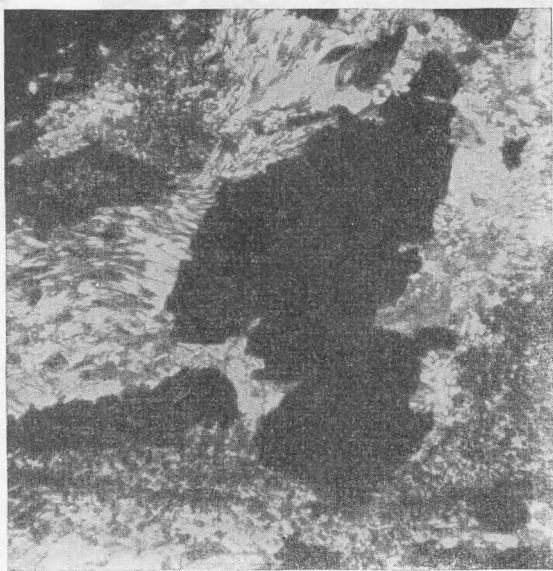


Рис. 4. Прожилочек стебельчатого кварца с кристаллическим агрегатом пирита. При одном никеле. Увел. 46

колчедана наблюдаются кристаллические и колломорфно-зональные образования. Размер их колеблется от 0,1 до 5 мм. В полосчатых пиритовых и пиритово-сфалеритовых рудах часто можно наблюдать переходные структуры от концентрически-скорлуповатых к кристаллически-зернистым. Концентрические зоны тонкодисперсного пирита, переслаивающиеся с зонами мельниковита, исчезают на некоторых участках, подвергающихся кристаллизации, с превращением тонкодисперсной массы в грубодисперсный агрегат по краям сохранившегося геля. Аналогичные структуры и подобный процесс перекристаллизации описаны Т. Н. Шадлуи (1942) при изучении неметаморфизованных колчеданных зале-

жей Южного Урала. По мере уплотнения гелевой массы происходила перекристаллизация вещества, сущность которой выражается в объединении беспорядочно ориентированных дисперсных фаз в более крупные индивидуиды с единой кристаллической решеткой. Это явление, известное под названием собирательной кристаллизации, чрезвычайно широко распространено во многих рудных месторождениях, образовавшихся в близповерхностных условиях.

Б. И. Вейц (1945<sub>1</sub>) считает, что «развитие полосчатых текстур в текелийских рудах следует, по всей вероятности, рассматривать как результат динамометаморфизма, под влиянием которого происходила перегруппировка рудных компонентов. Учитывая текстурные и структурно-минералогические особенности руд, не представляется возможным объяснить образование этих текстур «метаморфической дифференциацией». Во-первых, в отдельных образцах или полированных шлифах в прослойках можно одновременно наблюдать в непосредственной близости друг от друга метакolloидные (концентрически-зонального строения с хорошей сохранностью) и перекристаллизованные образования пирита, совершенно утратившие свою первоначальную колломорфную структуру. Если это обстоятельство объяснить региональным метаморфизмом, тогда нужно считать, что произошла избирательная перекристаллизация одних и полная сохранность других, расположенных рядом образований серного колчедана, что является маловероятным. Во-вторых, кристаллически-зернистые агрегаты пирита и сфалерита, которые слагают рудные полосы, нельзя рассматривать как возникшие при перекристаллизации в результате регионального метаморфизма, так как этому противоречит хорошая сохранность колломорфных образований серного колчедана в полосках, представленных сфалеритом. В-третьих, частое отсутствие явлений пластических деформаций в агрегатах главных рудообразующих минералов. Это, как правило, подтверждается отсутствием двойников дав-

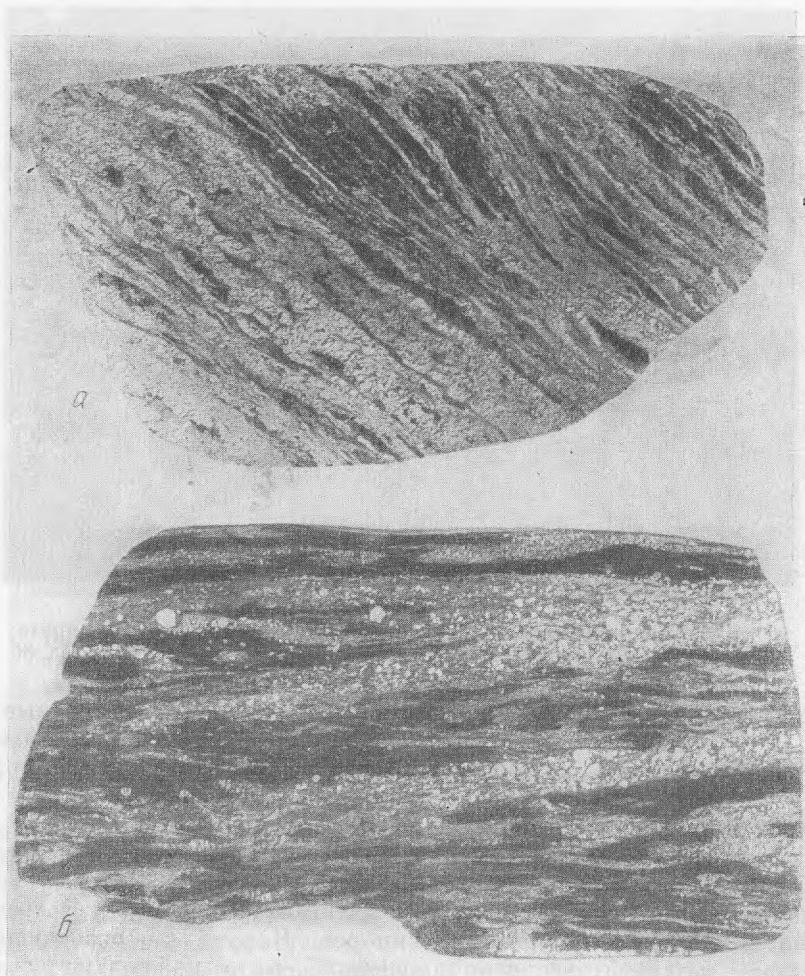


Рис. 5. Сфалеритово-пиритовая руда с полосчатой текстурой (светлое — пирит; серое — сфалерит; темное: *а* — черный карбонат, *б* — углисто-глинистый сланец). Нат. вел.

ления у сфалерита, повышенным развитием в цинковой обманке двойников роста и сравнительно высоким содержанием изоморфной примеси железа.

На основании изучения материалов Текелийского месторождения можно утверждать, что полосчатая текстура руд отсутствует в массивных породах (джаспероидах и др.) и характерна только для сланцев. В последних наблюдается тождество текстуры руд и вмещающих их пород в результате замещения карбонатных прослоек и выполнения рудообразующими минералами открытых полостей согласно слоистости.

Массивная текстура довольно часто встречается в сплошных рудах, слагающих линзо- и пластообразные маломощные тела, залегающие согласно с вмещающими их породами. Описываемая текстура характеризуется сплошным расположением пиритовых, сфалеритовых и галенитовых агрегатов, без каких-либо закономерностей в их распределении; иногда среди них наблюдаются обломки или прослойки пород,



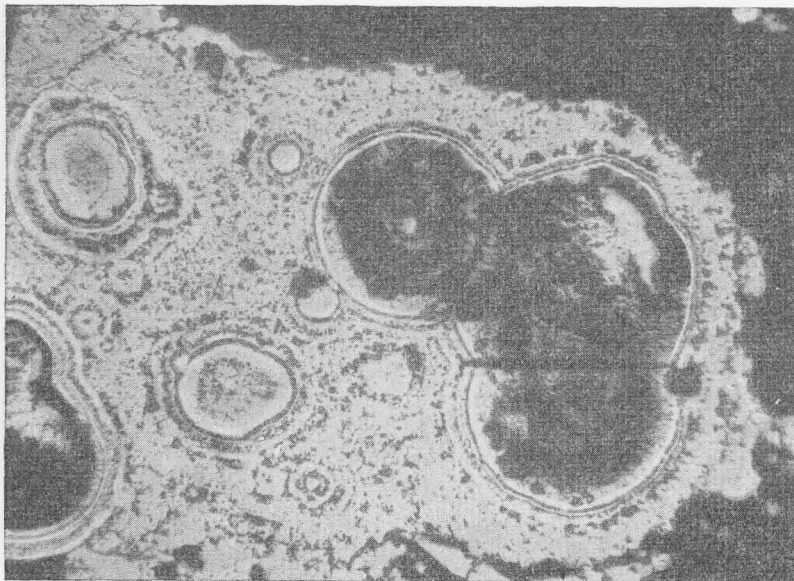


Рис. 6. Колломорфная концентрически-зональная структура пирита, находящегося в окварцованном углисто-глинистом сланце. Увел. 86

имеющих состав и строение, в большинстве случаев тождественные с составом и текстурными особенностями боковых пород (сланцев, известняков). Среди сланцев распространены пиритовые, галенитовые и другие руды.

Пиритовые руды массивной текстуры широко распространены в пределах месторождения. Они образуют пластообразные рудные тела мощностью 10—15 см и более, прослеживающиеся на 20—50 м в углисто-глинистых и кремнистых сланцах. Среди пиритовых руд встречаются остатки незамещенных вмещающих пород. В рудах, образовавшихся в результате метасоматического замещения, часто наблюдаются тонкие следы полосчатости (реликты первичной слоистости вмещающих сланцев).

Иногда серноколчеданные руды характеризуются сплошным расположением агрегатов, состоящих из кристаллических и колломорфных образований (размером 0,001 мм — 3 см). На микрофотографии (рис. 6) показан один из участков такой руды, где пирит представлен колломорфными выделениями с концентрически-зональной структурой. Размер их обычно колеблется от 0,01 до 1 мм.

Колломорфные и кристаллические агрегаты серного колчедана часто раздроблены и корродированы сфалеритом, галенитом (коррозионная структура), причем в колломорфно-зональных выделениях замещение пирита цинковой обманкой (рис. 7) и галенитом происходило в радиальном направлении и по отдельным концентрическим зонам.

Галенитовые мелкозернистые руды массивной текстуры встречаются в составе небольших прожилков мощностью до 20 см, залегающих согласно с вмещающими их сланцами. Среди описываемых руд наблюдаются мелкие обломки кварца, слабозамещенные участки известковых, глинистых и углистых сланцев. В составе галенитовой руды отмечаются раздробленные агрегаты сфалерита, пирита, лучистого марказита, халькопирита, джемсонита, бурнонита, призматические выделения пирротина, изогнутые таблитчатые агрегаты графита.

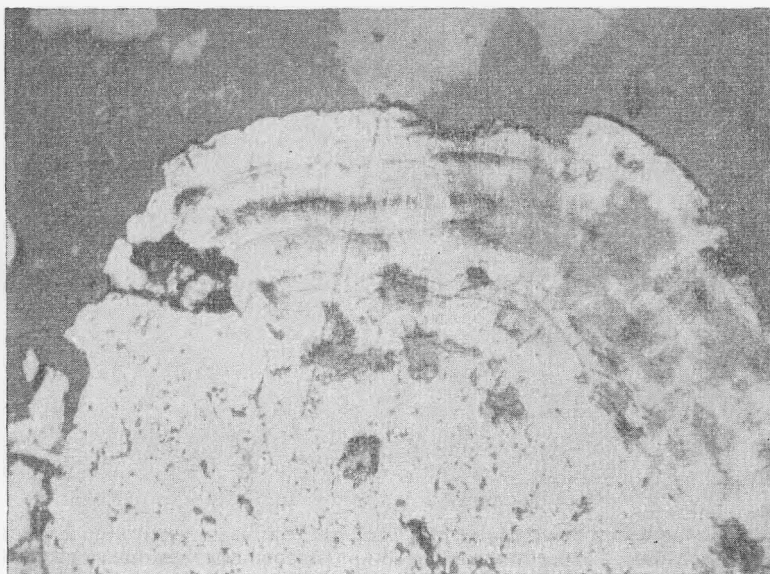


Рис. 7. Концентрически-зональная структура колломорфного пирита. Пирит частично замещен сфалеритом (серое) в радиальном направлении и по отдельным концентрическим зонам. Темно-серое — кварц. Увел. 165

В известняках встречаются обычно руды сфалеритовые, галенитовые и др. Сфалеритовая руда с массивной текстурой образует небольшие линзообразные тела, прослеживающиеся по простиранию до 20 м. Мощность их колеблется от 0,5 до 3—4 м. В составе тонкозернистых сфалеритовых руд встречаются небольшие гнезда и обломки незамещенного известняка; аналогичная картина характерна и для галенитовых руд. Часто можно наблюдать тонкое прорастание цинковой обманки галенитом, который образует нитевидные и прожилковые образования. При помощи травления хорошо обнаруживается, что величина зернистости сфалерита обычно возрастает по мере удаления от прожилков галенита. В цинковой обманке при травлении наблюдаются двойниковые пластинки, неоднородные по толщине и различно ориентированные.

Брекчиевая текстура встречается в пиритово-галенитовых, пиритово-сфалеритовых и полиметаллических рудах. Рудные обломки чаще представлены пиритом и сфалеритом, нерудные — джаспероидом и различными окварцованными сланцами. Состав нерудных обломков и строение их всегда тождественны с составом и текстурными особенностями боковых пород. Это хорошо видно в штуфах, отобранных из окварцованных сланцев и джаспероидов, подвергшихся дроблению. На фотографии образца (рис. 8), взятого из маломощной брекчиевой зоны, проходящей в пиритизированном углисто-глинистом сланце, можно видеть остроугольные обломки. Состав их и строение полосчатости, представленной мелкозернистым пиритом, аналогичны с составом и текстурными особенностями боковых пород. Цемент состоит из кварца, кальцита, сфалерита и раздробленных агрегатов серного колчедана. На основании микроскопического изучения описываемого образца можно утверждать, что отложению кварца, кальцита и сфалерита предшествовало рассланцевание, пиритизация и окварцевание углисто-глинистых слан-

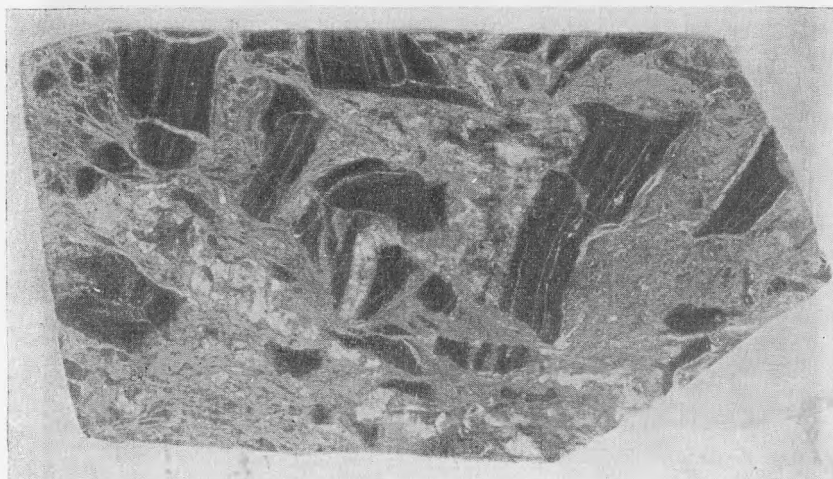


Рис. 8 Брекчиевая текстура руды. Обломки пиритизированного сланца, сцементированные агрегатом кварцево-кальцитово-сфалеритового состава  
Пат. вел.

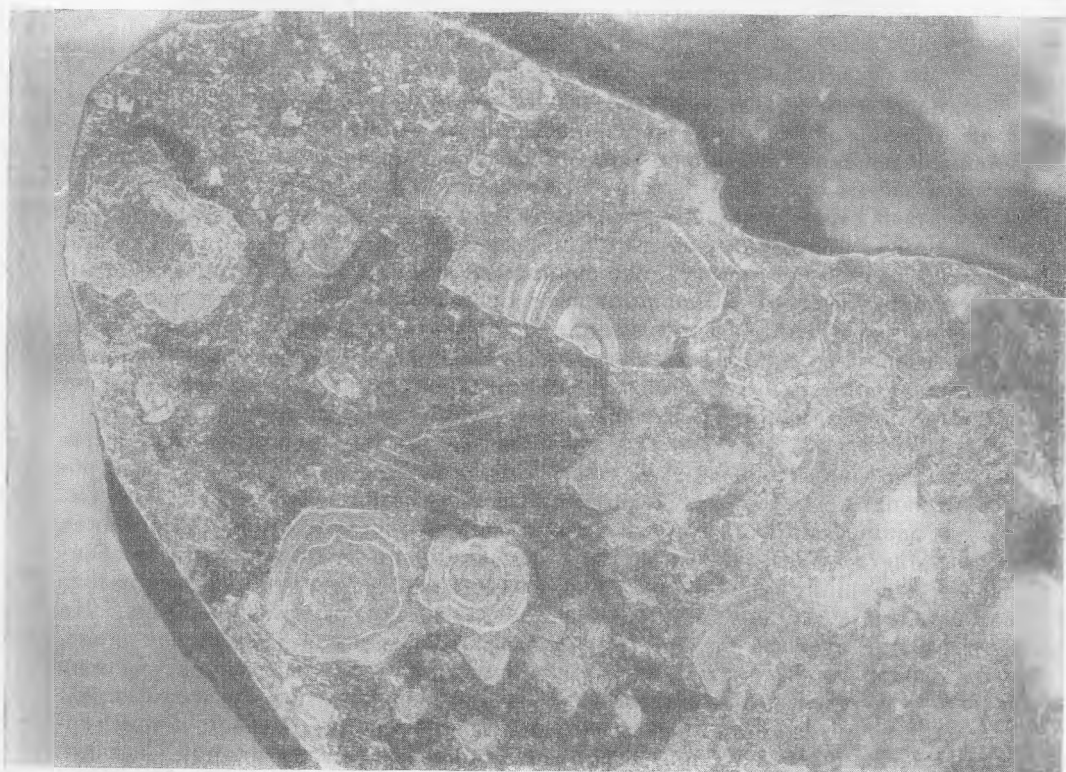


Рис. 9. Брекчиевая текстура. Обломки концентрически-зонального пирита (серое) и кварца (белое) сцементированы галенитом (темное). Увел. 4.

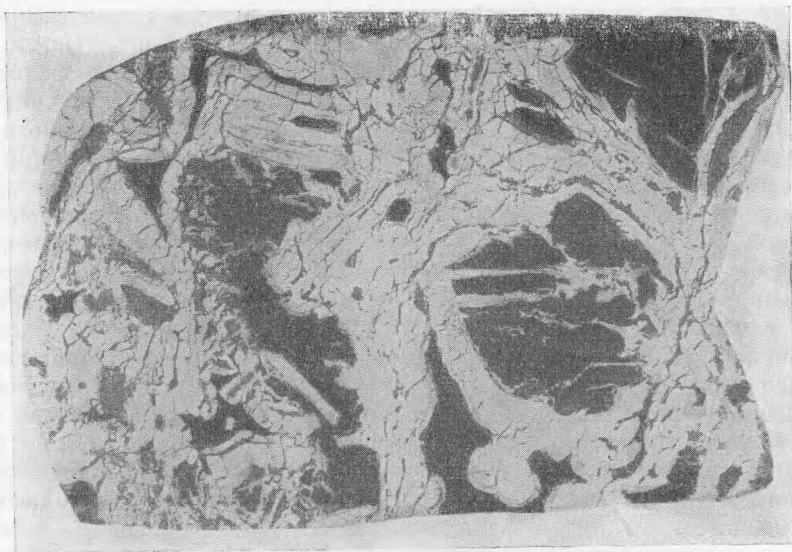


Рис. 10. Брекчиевидная текстура пиритовой руды. Обломки пиритизированного сланца, сцементированные колломорфными образованиями серного колчедана. Нат. вел.

цев с последующим брекчированием, которое сопровождалось заметным перемещением обломков боковых пород.

В рудах с брекчиевой текстурой в составе обломков широко распространены пирит и сфалерит. Серный колчедан обычно представлен глобулярными, крупными колломорфными (рис. 9) и кристаллическими агрегатами. В составе цементирующей их массы наблюдаются сфалерит и галенит, содержащий джемсонит, буланжерит и бурнонит. Обломки цинковой обманки в свинцовом блеске представлены обычно мелкими округлыми образованиями приблизительно одинаковой величины (гранокластическая структура), среди которых наблюдаются более крупные агрегаты (участки с порфирокластической структурой); иногда обломки сфалерита имеют колломорфно-зональное строение, которое хорошо видно при скрещенных николях. Размер обломков метаколлоидного сфалерита не превышает 1 см, чаще он колеблется от 0,01 до 1 мм.

Брекчиевидная текстура руд характеризуется таким же составом обломков и такой же цементирующей массой, как и брекчиевая текстура. От последней она отличается округлой и бухтообразной формой обломков известняка, известково-глинистых сланцев и других пород. Иногда цементирующая масса представлена колломорфными образованиями серного колчедана (рис. 10). В рудах описываемой текстуры микроскопически обычно прекрасно видны неровные, криволинейные, бухтоподобные границы между рудными минералами (цинковой обманкой, галенитом, пиритом) и обломками пород (коррозионные структуры).

Текстура разлома встречается в джаспероидах и интенсивно окварцованных сланцах. Она чаще всего характеризуется пересечением породы серией трещин, выполненных (без явлений метасоматоза) кварцем или кальцитом, содержащих сфалерит и галенит. На фотографии одного из характерных штуфов (рис. 11) можно видеть окварцованный углисто-глинистый сланец, в котором наблюдается полоса густой вкрап-



Рис. 11. Текстура разлома. Кварцево-кальцитовый прожилок в окварцованном углисто-глинистом сланце, содержащем густую вкрапленность рудообразующих минералов. Нат. вел.

ленности рудообразующих минералов (сфалерита, галенита). В центральной части фотографии хорошо виден поздний прожилок, состоящий из кварца и кальцита (последней стадии минерализации) с микроскопическими выделениями светло-коричневого сфалерита и галенита.

Пятнистая текстура встречается в углисто-глинистых сланцах, где отдельные «пятна» (до 1 см в диаметре) представлены сфалеритом или галенитом. Пирит образует обычно ориентированно-пятнистую текстуру, согласно направлению слоистости вмещающих пород (сланцев).

#### СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

На основании изучения текстурно-структурных особенностей руд Текелийского месторождения в процессе рудообразования можно наметить пять стадий, которым предшествовало внедрение даек, о чем свидетельствует дробление последних и цементация их кварцевыми агрегатами, содержащими рудные минералы (пирит, сфалерит и др.).

В первую стадию минерализации происходило повсеместное образование колломорфного и кристаллического пирита, рутила, арсенопирита, пирротина, мелкозернистого кварца, флюорита и турмалина. Эта кварцево-рутилово-пиритовая стадия очень широко проявлена в пределах месторождения. Раздробленные агрегаты игольчатых выделений арсенопирита, рутила наблюдаются в серном колчедане. Последний выделился из раствора в виде глобулярных тонкодисперсных крупных колломорфно-зональных и кристаллических агрегатов (см. рис. 1, 3, 6, 7, 9). В некоторых участках месторождения железосодержащие минералы встречаются в виде пирротина или марказита. В конце первой стадии минерализации происходило интенсивное окварцевание пород, в результате которого образовался джаспероид.

В период между первой и второй стадиями минерализации произошло смятие пиритизированных и окварцованных вмещающих пород и дробление ранее образованных минералов (серного колчедана, арсенопирита, пирротина, рутила, марказита, флюорита и кварца).

Во вторую (кварцево-пиритовую) стадию происходило проникновение новых порций растворов, главным образом по трещинам, параллельным сланцеватости или слоистости, из которых образовывались кристаллические агрегаты серного колчедана и стебельчатого кварца (см. рис. 4).

Гидротермальные растворы сфалеритовой (третьей) стадии минерализации проникали по вновь образованным путям, возникшим в результате тектонических деформаций пород. Последние подверглись смятию и рассланцеванию, а местами и дроблению, доказательством этому могут служить многочисленные брекчиевые текстуры (см. рис. 8). Ранее образованные выделения пирита и других рудных минералов были раздроблены и замещены сфалеритом, о чем свидетельствуют коррозионные (см. рис. 7) и катакластические структуры в сфалеритово-пиритовой руде. В эту же стадию происходило образование стебельчатого кварца и кальцита, окаймляющего кристаллические и колломорфные агрегаты цинковой обманки.

При последующих тектонических подвижках создались условия для проникновения растворов галенитовой стадии, содержащих в своем составе главным образом свинец, сурьму, медь. В результате тектонических перемещений, выделения пирита (см. рис. 9), сфалерита и других минералов трех предыдущих стадий были раздроблены и превращены в агрегат округлых мелких обломков, которые цементировались галенитом. В свинцовом блеске часто отмечаются небольшие выделения джемсонита, буланжерита, бурнонита, блеклой руды и халькопирита.

Из растворов заключительной кварцево-кальцитовой стадии, которой предшествовало смятие и дробление вмещающих пород, образовались стебельчатый кварц, кальцит, редкие включения галенита и светло-коричневого сфалерита. Тонкие кварцево-кальцитовые прожилки с мелкими выделениями рудных минералов секут породы, содержащие агрегаты ранее образованных рудных минералов сфалерита (см. рис. 11), пирита, галенита и др.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования текстур и структур, а также вещественного состава руд колчеданно-полиметаллического месторождения Текели, можно сделать следующие выводы:

1. Формирование руд месторождения из гидротермальных растворов началось после образования даек и происходило в близповерхностных условиях, о чем свидетельствует обилие колломорфных выделений, поскольку оно характеризует обстановку резкого пересыщения растворов и быструю потерю растворителя.

2. Месторождение образовалось в результате выполнения трещин (пустот) и замещения вмещающих пород рудным веществом. Доказательством этому могут служить брекчиевые, полосчатые, брекчиевидные текстуры и т. д. Отложение руды происходило из истинных и коллоидных растворов, о чем свидетельствуют многочисленные колломорфные текстуры и структуры руд.

Образование полосчатых руд связано с унаследованностью рудным веществом первичного строения вмещающих пород (сланцев); в известняках подобные текстуры отсутствуют. Объяснить образование полосча-

тости в рудах «метаморфической дифференциацией» не представляется возможным.

3. Процесс минералообразования из гидротермальных растворов протекал в несколько стадий: кварцево-рутилово-пиритовую, кварцево-пиритовую, сфалеритовую, галенитовую и кварцево-кальцитовую.

4. Активную роль в локализации серного колчедана играло углистое вещество сланцев. Это подтверждается повышенным содержанием пирита в всячем боку рудного тела, где широко распространены углистые и углисто-глинистые сланцы, а также приуроченностью пиритовых выделений к углистым включениям пород.

В заключение выражаем глубокую благодарность И. С. Волюнскому и М. С. Бессмертной за ценные советы, которые они давали в процессе нашей работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бессмертная М. С. К вопросу о сингенетичности алтайских полиметаллических руд и вмещающих их пород. Материалы по геологии и металлогении Рудного Алтая. Госгеолиздат, 1957.
- Бетехтин А. Г. и др. Текстуры и структуры руд. Госгеолтехиздат, 1958.
- Вейц Б. И. 1. Минералография руд полиметаллического месторождения Текели (Джунгарский Алатау).— Изв. Каз. фил. АН СССР, серия геол., вып. 4, 5, 1945.
- Вейц Б. И. 2. Особенности минералогического состава текстур и структур руд некоторых полиметаллических месторождений Рудного Алтая.— Изв. АН СССР, серия геол., № 6, 1945.
- Вейц Б. И. Явление метаморфизма в рудах Лениногорского месторождения. — Изв. АН Каз. ССР, серия геол., вып. 11, 1949.
- Вейц Б. И. О генетической связи полиметаллического оруденения Рудного Алтая с девонским вулканизмом.— Изв. АН Каз. ССР, серия геол. № 124, вып. 17, 1953.
- Сергиев Н. Г. и Тащинима М. В. О возможной роли углисто-глинистых сланцев в локализации полиметаллических месторождений Алтая.— Докл. АН СССР, т. 92, № 3, 1953.
- Шадрин Т. Н. О колломорфных структурах руд в месторождении Яман-Касы на Южном Урале.— Записки Всес. минер. об-ва, № 3—4, 1942.
- Шадрин Т. Н. Об особенностях строения колчеданных руд некоторых месторождений Алтая.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1951.
- Шадрин Т. Н. Некоторые особенности внутреннего строения зерен пирита в колчеданных залежах.— Минер. сборник Львовск. геол. об-ва, № 4, 1953.
- Шадрин Т. Н. и Роговер Г. Б. Текелийское полиметаллическое месторождение в Джунгарском Алатау.— Цветные металлы, № 1, 1938.
- Юдичев М. М. Джунгарский Алатау.— Труды Каз. фил. АН СССР, вып. 14, 1940.