

М. Г. ДОБРОВОЛЬСКАЯ*

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД КАК ПОКАЗАТЕЛИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА

(Рис. 8)

Резюме: Анализ текстур и структур минеральных агрегатов наряду с геологическими и минералого-геохимическими данными позволяет выявить некоторые генетические особенности свинцово-цинковых месторождений. К их числу относятся: стадийность минералообразования и зональности отложения, метаморфические преобразования.

Независимо от типа месторождений текстуры дробления, течения, связанные с динамометаморфизмом, структуры растворения, переотложения, перекристаллизации и регенерации, возникшие под влиянием поздних растворов на ранние минеральные агрегаты, свидетельствуют о внутри- и пострудных преобразованиях в рудах, об их роли в процессе рудообразования.

Abstract: Analysis of textures and structures of mineral aggregates besides geological and mineralogical-geochemical data enable to determine some genetic peculiarities of lead-zinc deposits. They include the evolution stages of mineral formation and zoning of mineralizations, and metamorphic processes.

Independently of the type of deposit, the textures of granulation, mineral orientation connected with dynamometamorphism, structures of dissolving, redeposition, recrystallization and regeneration which were formed under the influence of late solutions on early mineral aggregates prove intra- and post-ore alterations in ores, their role in the process of ore formation.

На территории СССР известны различные промышленно-генетические типы свинцово-цинковых месторождений, которые объединены нами в четыре группы рудных формаций (Шадрин, Добровольская, 1976): 1. галенит-сфалеритовая в алюмосиликатных породах (главным образом жильный тип рудных тел); 2. галенит-сфалеритовая — в карбонатных породах и на контакте карбонатных и силикатных пород (метасоматические залежи, трубообразные рудные тела в карбонатных толщах и скарпах); 3. галенит-сфалеритовая, халькопирит-галенит-сфалеритовая и сфалерит-галенитовая формация с различными минеральными типами (по преобладанию сульфидов свинца, меди и цинка) в осадочных породах, т. е. стратиформный тип месторождений и 4. галенит-сфалеритовая формация в метаморфических толщах.

Месторождения, относящиеся к перечисленным группам формаций, отличаются условиями залегания, минеральным составом руд, элементами-примесями, строением рудных тел и минеральных агрегатов. Текстуры и структуры руд изученных месторождений достаточно информативны и наряду с геологическими, минералого-геохимическими, физико-термодинамическими данными позволяют выявить генетические особенности формирования месторождений. На основании изучения текстур и структур руд устанавливается последовательность минералообразования, роль метаморфических и метасоматических процессов в пе-

* М. Г. Добровольская, д-р. г. м. н., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Старомосковский пер. 35, 109017 Москва, Ж — 17.

риод рудоотложения, способ и глубина формирования рудных тел и месторождений в целом. Генетическая интерпретация текстур и структур руд помогает и в решении ряда практических задач: определении эрозийного среза рудных образований, протяженности и перспективности рудных тел на глубину, технологии обогащения.

На примере различных генетических типов свинцово-цинковых месторождений рассмотрим некоторые особенности строения руд, являющиеся показателями условий их формирования.

Жильные свинцово-цинковые месторождения известны в различных регионах Советского Союза и за рубежом. К ним относятся классические месторождения Северного Кавказа (Садон, Згид, Архон), Средней Азии (Лашкерек, Замбарак, Кан-и-Мансур), Закарпатья (Береговское, Вышковское), ЧССР (Пишбрат), Италии, Японии, США (Кёр д'Ален, Бьютт), Мексики и др. Рудные тела, как правило, представлены жилами и жильными зонами значительной протяженности как по простиранию, так и на глубину. Вмещающие породы разнообразны по составу: граниты, эффузивные породы кислого и среднего состава, песчаники, сланцы, алевролиты. В этом типе месторождений преобладают текстуры, возникшие в результате дробления вмещающих пород, цементации обломков и заполнения открытых полостей (рис. 1). Процессы выщелачивания, растворения, переотложения играли второстепенную роль.

Брекчиевые текстуры типичны для руд ранних ассоциаций, представленных обычно кварц-пиритовыми, кварц-пирротиновыми минеральными агрегатами. В жильных месторождениях брекчирование иногда проявлялось неоднократно, и тогда брекчиевые текстуры наблюдаются не только в ранних, но и в поздних парагенезисах. Так в ряде случаев отмечается дробление ранних кварц-пиритовых руд и цементация более поздними халькопирит-галенит-сфалеритовыми рудами. В ранних брекчиевых рудах сульфиды развиты не только в цементе, но и в обломках, вследствие избирательного замещения некоторых из них. В таких случаях наряду с брекчиевыми образуются и брекчиевидные текстуры. Для поздних минеральных агрегатов с брекчиевыми текстурами характерно образование текстур обрастания (кокардовых, рис. 2), когда на обломках раннего кварца с вкрапленностью сульфидов происходит нарастание поздних сульфидов, в частности галенита и сфалерита. Наряду с кокардовыми наблюдаются плейчатые и фестончатые текстуры.

В жильных месторождениях широко распространены прожилковые и полосчатые текстуры, указывающие на проявление различного типа деформаций в период рудоотложения.

Прожилковые текстуры, как правило, наблюдаются в верхних частях рудных тел, на их флангах, в альбандах жил и указывают на возникновение интенсивной трещиноватости в период формирования рудовмещающей трещины. На отдельных месторождениях (Архонское) в горных выработках отчетливо наблюдается смена густопрожилковых и прожилковых текстур на верхних горизонтах массивными и полосчатыми на нижних горизонтах.

Массивные текстуры развиты в местах сопряжения рудных трещин разного направления, либо в участках рудных жил с наименьшей мощностью. В массивных текстурах иногда видны элементы полосчатого строения, обусловленного чередованием полос, сложенных ранними и поздними сульфидами. Полосчатые текстуры, как будет показано ниже, имеют самое различное происхождение и относятся к наиболее широко распространенным текстурам разнообразного

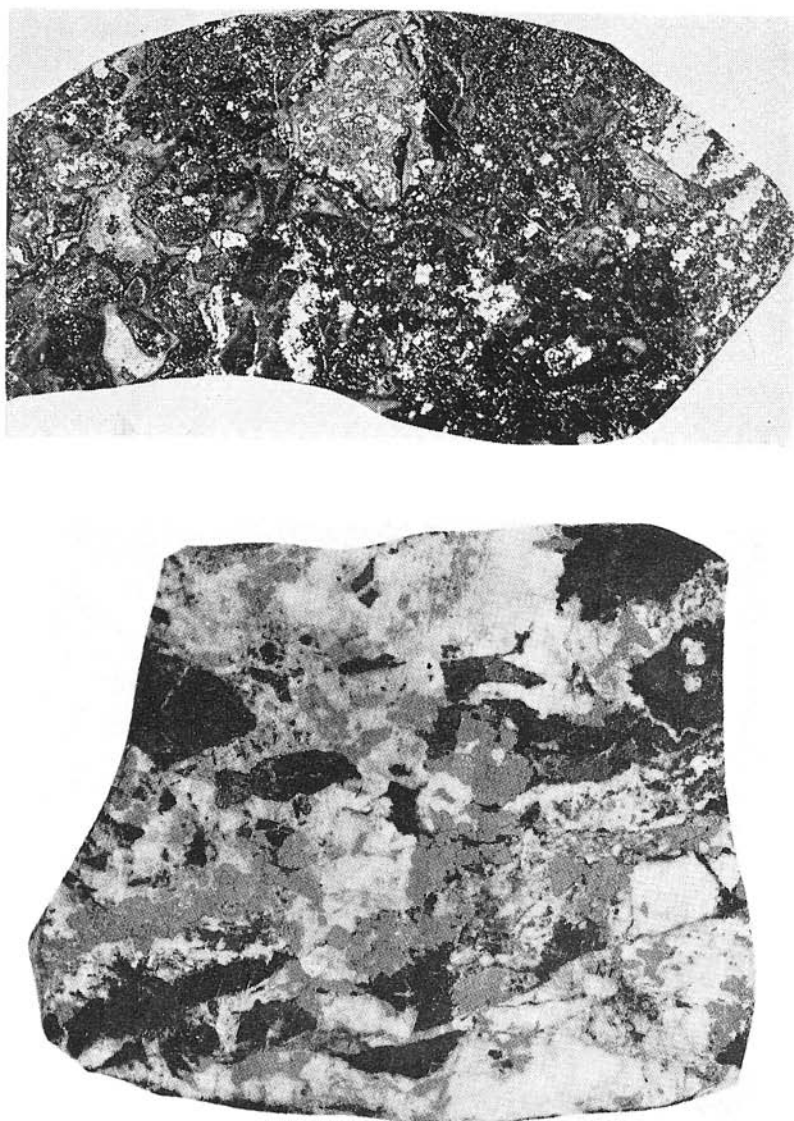


Рис. 1. а, б. Брекчиевые текстуры ранних кварц-пиритовых (м-ние Новоширокнское), кварц-пирротиновых (м-ние Верхнезгидское) руд. Полир. штуфы, уменьшено в 2 раза.

генезиса. Образование полосчатых текстур в жильных месторождениях обычно связано с неоднократным приоткрыванием рудной трещины и последовательным выполнением полостей различной мощности минеральными агрегатами разновозрастных ассоциаций (рис. 3), например, пересечение пирротиновых и пирротин-сфалеритовых руд галенит-карбонатными, галенитовыми и т. д. Иногда



Рис. 2. а, б. Кокардовые и плейчатые текстуры минеральных агрегатов поздних ассоциаций (м-ние Новоширокское). Полир. штуфы, натур. вел.¹

¹ Рис. 2—7 — заимствованы из опубликованной монографии Добровольской — Шадлуи (1974).

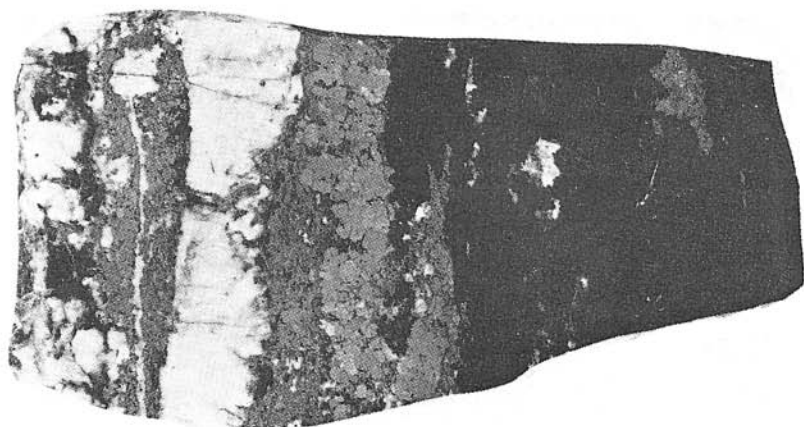


Рис. 3. Полосчатые текстуры, возникшие в результате заполнения серии параллельных трещин, развитых в ранних минеральных ассоциациях (Шахтаминское м-ние). Полир. штуфы. натур. вел.

полоски поздних сульфидов переходят в секущие прожилковидные обособления, часто следуют вдоль контактов рудных тел и зон околорудного изменения, что позволяет отнести их к более поздним образованиям.

Перечисленные текстуры, типичные для жильных свинцово-цинковых месторождений, обязаны своим происхождением прежде всего тектонической обстановке, предопределившей возникновение, развитие и заполнение рудной трещины гидротермальными растворами, а также физико-механическим свойствам вмещающих пород. Генетическая интерпретация строения руд позволяет уверенно выделить ранние и поздние минеральные ассоциации, наметить схему последовательности минералообразования.

Свинцово-цинковые месторождения в карбонатных породах широко представлены в СССР — в Восточном Забайкалье, Юго-восточной Якутии, в Средней Азии, а также в Болгарии, США, Австрии, Польше. Для них типичны метасоматические залежи трубообразной, жиллообразной, линзообразной, пластообразной и неправильной формы.

Минеральный состав руд богат и разнообразен, многие месторождения характеризуются фациальными различиями в составе руд в зависимости от глубины их формирования, литологии вмещающих пород.

Изучение текстурных особенностей руд показало, что в месторождениях данного типа наиболее распространенными являются текстуры, возникшие вследствие интенсивных процессов выщелачивания, замещения, переотложения и перекристаллизации. Брекчиевые текстуры либо отсутствуют, либо развиты локально, в тектонических трещинах. Для метасоматических месторождений типичны сплошные руды (с массивной и разнообразными полосчатыми текстурами), которые образовались в результате растворения и замещения доломитов, известняков и доломитизированных известняков. На месте растворенного доломита или известняка отлагались пирит, сфалерит, галенит и сульфосоли свинца и сурьмы, кристаллизация которых сопровождалась образованием многочис-

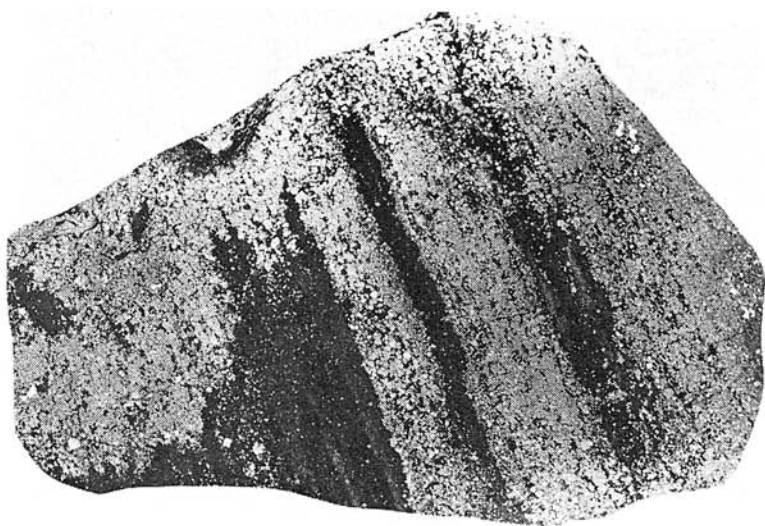


Рис. 4. Полосчатые текстуры, возникшие в результате избирательного замещения окварцованных доломитов пиритом и сфалеритом (м-ние Благодатское). Полир. штуфы, натур. вел.

ленных прожилков и метакристаллов доломита. Доказательством того, что отложение сульфидов было тесно связано с растворением вмещающих доломитов, служат признаки постепенного замещения их сульфидами с сохранением первичного полосчатого строения (рис. 4). Подобные текстуры типичны для ранней пирит-сфалеритовой ассоциации. Полосчатые текстуры в одних случаях обусловлены чередованием сульфидных и карбонатных полос, причем сульфидные полосы представлены пиритом и сфалеритом, в других — чередованием полос преимущественно сфалеритового состава с пиритовыми полосами. Сохранение незамещенных полос и чередование полос, сложенных различными сульфидами свидетельствуют об избирательном замещении неоднородных по составу и зернистости доломитов. Детальное изучение руд полосчатого строения показало, что предпочтительнее замещаются слойки доломита более крупнозернистого сложения в результате частичной его перекристаллизации под воздействием начальных порций растворов. Наличие чередования пиритовых и сфалеритовых полос обусловлено тем, что слойки, обогащенные кварцем предпочтительнее замещаются сфалеритом, а слойки, насыщенные органическим веществом пиритом. Эти наблюдения позволили объяснить наличие фациальных различий в составе ранней пирит-сфалеритовой ассоциации и преимущественное развитие в одних участках пиритовых, в других — сфалеритовых руд. Избирательным замещением разнородных по составу и строению первичных доломитов объясняется также образование „бурундучных руд“ (одной из разновидностей тонкополосчатых текстур, рис. 5).

Другая разновидность полосчатых текстур была образована в результате замещения части сфалерита, иногда пирита, галенитом и сульфосолями свинца и сурьмы, относящимися к поздней минеральной ассоциации. Обычно руды такого строения развиты на контакте с вмещающими доломитами или вблизи



Рис. 5. Тонкополосчатые текстуры („бурундуки“) галенит-сфалеритовой руды (м-ние Благодатское, Сарданское). Полир. штуфы, натур. вел.

зальбандов рудных тел. Как правило, полосы, ограничивающие развитие галенитовых и буланжеритовых агрегатов, имеют неровные, извилистые очертания, указывающие на их метасоматическое происхождение. Полосы, сложенные поздними минеральными агрегатами, по-видимому приурочены к мелким тектоническим трещинам, возникшим в результате динамических воздействий. Последние привели к массовому трещинообразованию в зальбандах рудных тел, вследствие чего были образованы многочисленные метасоматические прожилки во вмещающих породах (рис. 6).

Прожилковые текстуры возникли также вблизи контактов ранних пирит-сфалеритовых и поздних галенит-буланжеритовых агрегатов. Развитие серни прожилков на границе разновозрастных парагенезисов указывает на активное воз-



Рис. 6. Метасоматические прожилки пирит-арсенипиритового состава в сфалерите (м-ние Благодатское). Полир. штуф, натур. вел.

действие поздних растворов на ранние минеральные агрегаты, что способствовало появлению новообразований за счет растворения и замещения сульфидов цинка и железа и переотложения их в виде поздних генерации, отличающихся составом и формами выделений.

Таким образом, несмотря на внешнее сходство полосчатых и прожилковых текстур руд жильных и метасоматических месторождений, генезис их различен.

В рудах метасоматических месторождений широко развиты коррозионные, реликтовые, метаколлоидные структуры, структуры зонального роста, регенерации зерен и псевдоморфные. Детальное изучение строения минеральных зерен наряду с текстурными особенностями, позволяет однозначно говорить (как и для жильных месторождений) о последовательности формирования руд даже при отсутствии признаков тектонических движений, обуславливающих перерыв в процессе минералообразования.

Как было показано выше, на основании изучения текстур для месторождений Восточного Забайкалья были выделены две главные рудные стадии: 1 — кварц-доломит-пирит-сфалеритовая с арсенопиритом и без него и 2 — доломит-буланжерит-гаренитовая (Добровольская — Шадлун, 1974). Соотношения минеральных агрегатов разных стадий, свидетельствующие об активности процесса замещения пирит-сфалеритовой ассоциации галенит-сульфосольной, отчетливо устанавливаются при изучении деталей строения ранних и поздних минеральных агрегатов. Так в местах интенсивного растворения и замещения сфалерита галенитом и сульфосолями свинца, наблюдается массовое развитие метакристаллов пирита и арсенопирита, псевдоморфозы пирита по буланжериту, замещающему сфалерит, дорастание (регенерация) зерен пирита и арсенопирита, корродированных джемсонитом и буланжеритом, залечивание ранних агрегатов пирита пиритом другой генерации, укрепление выделений станнина по зонам роста деформированного зонального кристалла сфалерита, перераспределение мелкозернистого пирита, эмульсионвидных выделений халькопирита и станнина и образование более крупных их выделений, переотложение сфалерита в виде безжелезистой колломорфной разности и т. д. (рис. 7). Перечисленные особенности строения минеральных зерен и микроструктуры указывают на различия в условиях формирования минеральных парагенезисов разных стадий. Поздние гидротермальные растворы, несущие свинец, сурьму, мышьяк, вызвали не только интенсивное растворение и замещение минералов ранней стадии, но и существенный внутрирудный метаморфизм, что нашло отражение в текстурах и структурах руд.

Текстуры руд свинцово-цинковых месторождений в скарнах также обязаны своим происхождением метасоматическим процессам, но общий облик их резко отличается от руд в карбонатных породах. Месторождения в скарнах известны в Казахстане, Средней Азии, Восточном Забайкалье, Южном Приморье, Болгарии, Югославии, Корее, Японии. На примере Дальнегорской группы свинцово-цинковых месторождений (бывший Тетюхинский район) рассмотрим некоторые специфические черты строения руд.

Главной особенностью текстур является их гигантокристалличность и сферолитовое строение. В результате имевших место процессов выщелачивания огромных масс, благоприятных для растворения известняков создавались условия для образования крупных сферолитовых кристаллов геденбергита, иногда достигавших 1—1,5 м в длину. Такие крупные выделения геденбергита наблюдаются главным образом вблизи контактов рудных залежей с известняками.

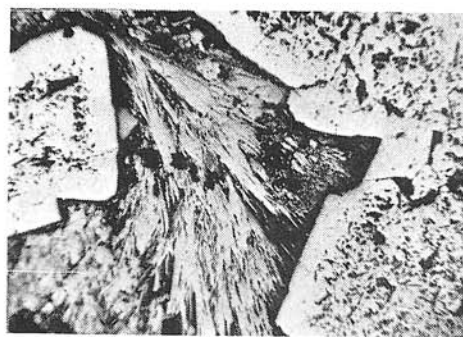
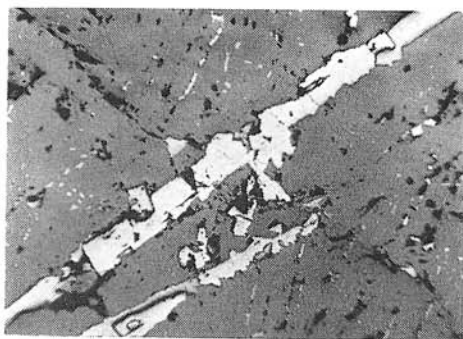
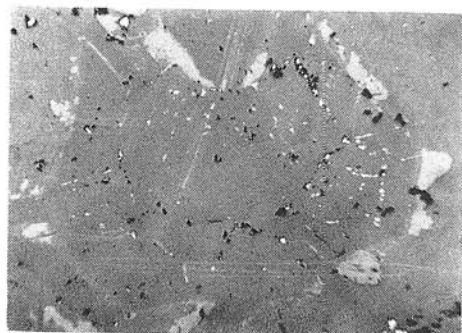


Рис. 7. Строение минеральных зерен и их агрегатов, свидетельствующее о внутрирудном метаморфизме. М-ния в карбонатных породах (В. Забайкалье, Ю. В. Якутия). Полир. шлифы. Пояснения: а) Образование скелетных форм и метакристаллов пирита среди галенит-буланжеритовых агрегатов и по буланжериту в сфалерите, увел. 40; б) Дорастание (регенерация) зерен пирита и арсенопирита, замещенных джемсонит-буланжеритовым агрегатом, увел. 90; в) Укрупнение выделений станнина по зонам роста деформированного зонального кристалла сфалерита, увел. 40.



В местах развития сульфидов кристаллы геденбергита, как правило, меньших размеров, вследствие их перекристаллизации под воздействием рудообразующих растворов. Именно в этих участках отмечается разложение геденбергита, замещение его сульфидами и кальцитом и нарастание на отдельных его ранних выделениях более поздних призматических кристаллов светлозеленой окраски. Переотложенный геденбергит тесно ассоциирует с рудным кварцем, кальцитом и сульфидами.

Вторая особенность текстур заключается в образовании унаследованных форм строения замещенных ранних минералов. Отложение сульфидов, часто в ассоциации с карбонатом, по зонам роста граната, вдоль лучистых кристаллов геденбергита часто принимается как факт одновременной их кристаллизации. Детальное изучение соотношений скарновых минералов и сульфидов указывает на их реакционные взаимоотношения; в ряде случаев замещение геденбергита сульфидами, в частности галенитом, сопровождается образованием реакционных кайм магнетита и лучисто-сферолитовых выделений хлорита. Сочетание подобных явлений с образованием прожилковых текстур, характеризующих текущее положение сфалерита и галенита по отношению к выделениям геденбергита (рис. 8а), однозначно указывает на одновременность образования скарновых минералов и основной промышленной массы сульфидов. Данный вывод подтверждается также и образованием брекчиевых текстур скарновых минералов и цементацией их сульфидами в рудах Альтын-Топканского месторождения, для

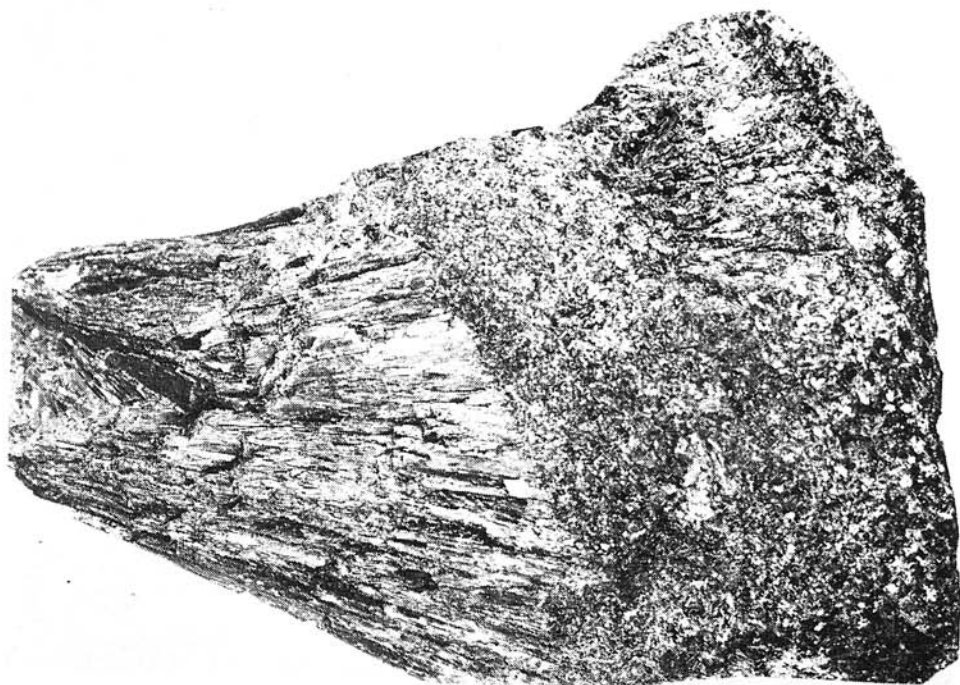


Рис. 8. Текстуры руд свинцово-цинковых месторождений в скарнах. Дальнегорский район. Полир. штуфы, натур. вел:
Пояснения: а) Геденбергитовый скарн с вкрапленностью сфалерита и прожилкообразными обособлениями галенита; б) Друзы галенита, сфалерита и кальцита на кварцевой основе.

которого геологические данные свидетельствуют о временном разрыве в формировании скарнов и сульфидного оруденения.

К одной из текстурных особенностей руд в скарнах следует также отнести образование многочисленных пустот (продушин), в которых образовались друзы кварца, кальцита, галенита, сфалерита, пирротина, реже ильванита, флюорита и др. (рис. 86), типичные для руд Дальнегорских и Маданских месторождений.

В целом, текстуры и структуры руд в скарнах имеют некоторые общие черты со строением метасоматических руд в карбонатных породах, которые указывают на образование их в условиях интенсивного развития процессов, растворения и замещения в металоших пород.

Рассмотренные типы текстур и структур руд на примере некоторых свинцово-цинковых месторождений отражают специфические условия их формирования и являются достаточно информативными для решения ряда генетических и практических вопросов.

ЛИТЕРАТУРА

- ДОБРОВОЛЬСКАЯ, М. Г. — ШАДЛУН, Т. Н., 1974: Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд. АН СССР, Наука, Москва.
ШАДЛУН, Т. Н. — ДОБРОВОЛЬСКАЯ, М. Г., 1976: Рудные формации свинцово-цинковых месторождений. В сб.: Рудные формации эндогенных месторождений АН СССР, Наука, Москва, т. 2.

Рецензия Р. ВЛЧЕКОВА-АНДРУСОВА

Рукопись получена 31 марта 1983