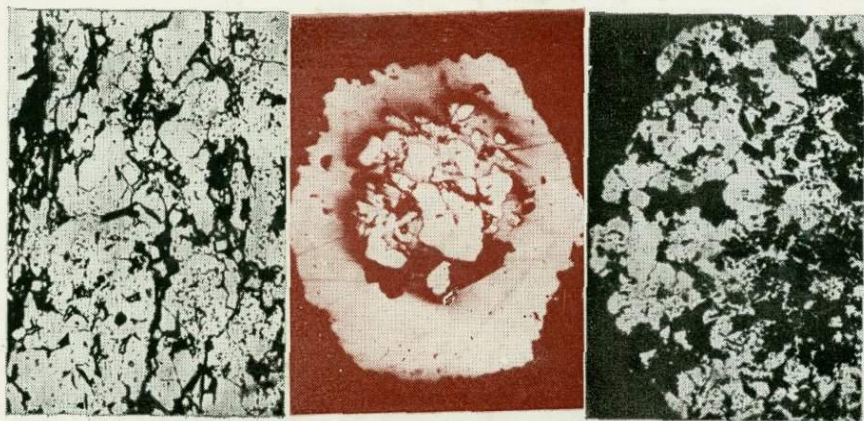


Г.Н.ПШЕНИЧНЫЙ

**ТЕКСТУРЫ
И
СТРУКТУРЫ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КОЛЧЕДАННОЙ
ФОРМАЦИИ
ЮЖНОГО УРАЛА**



ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
БАШКИРСКИЙ ФИЛИАЛ
Институт геологии

Г.Н.ПШЕНИЧНЫЙ

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук
профессор Т. Н. ШАДЛУН



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва
1984



4179

Ишеничный Г. Н. Текстуры и структуры руд месторождений колчеданной формации Южного Урала.— М.: Наука, 1984.

В работе, оформленной в виде атласа, впервые для колчеданных месторождений Южного Урала собран и систематизирован обширный материал по текстурно-структурным особенностям руд, являющихся важнейшей сырьевой базой меднорудной промышленности Урала. В текстовой части приведен краткий очерк геологического строения и условий рудообразования региона. Дана морфолого-генетическая систематика текстур и генетическая систематика структур руд и их краткое описание. В иллюстративной части книги текстуры и структуры рассматриваются совместно, а материал расположен в соответствии с систематикой текстур руд. Впервые в иллюстративной форме прослежен весь процесс формирования колчеданных руд региона. В нем приведены текстуры гидротермально-осадочных, гидротермально-метасоматических и метаморфогенно-гидротермальных колчеданных руд. Ил. 1. Фототаблиц 128. Табл. 5. Библиогр. 82.

Рецензенты:

М. А. ГАРРИС, Ш. Н. БАЦ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Знание и детальное изучение текстурно-структурных особенностей руд имеют очень важное научное и прикладное значение. Анализ парагенетических ассоциаций, выяснение условий минералообразования и восстановление истории рудообразования в связи с генезисом рудных месторождений практически невозможны без тщательных исследований текстурно-структурных особенностей руд. Неоспоримо значение изучения текстур и структур руд для геологоразведочной практики, горнодобывающей промышленности и использования сырья на стадии его технологической переработки. Правильный выбор способа опробования руд, определение морфологии рудных тел еще на стадии поисково-разведочных работ и в связи с этим правильное направление дальнейших геологоразведочных работ, выбор рационального способа отработки руд (особенно при карьерных работах), определение технологических свойств руд — вот далеко неполный перечень практического использования знаний о текстурно-структурных особенностях руд. Только на стадии технологической переработки тщательный анализ текстурно-структурных особенностей и вещественного состава руд позволяет значительно повысить эффективность использования горнорудного сырья.

Все это определяет исключительную важность проведения комплексных работ по изучению вещественного состава и текстурно-структурных особенностей руд, необходимость публикаций по этим проблемам. В 50-е и 60-е годы были изданы атласы текстур и структур руд, а также монографии, которые широко используются как методические руководства по изучению текстур и структур руд. Это прежде всего фундаментальные работы А. Г. Бетехтина, А. Д. Генкина, А. А. Филимоновой, Т. Н. Шадлун [67, 68], Д. П. Григорьева [13], обобщающие работы С. И. Талдыкина и др. [1], Ф. Н. Шахова [78], М. П. Исаенко [26], С. А. Юшко [79] и другие.

Несомненным успехом и достижением отечественных исследователей рудных месторождений и прежде всего минералогов является то, что в последнее десятилетие, кроме многочисленных журнальных статей, появились монографические работы, посвященные детальной характеристике текстур и структур отдельных генетических типов месторождений, развитых в различных регионах Советского Союза,

или месторождений определенных полезных ископаемых отдельных регионов. Для руд сульфидных месторождений это прежде всего «Атлас текстур и структур сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова» [2]; «Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд» [15]; «Текстуры и структуры гидротермально-осадочных колчеданно-полиметаллических руд Озерного месторождения» [14]; «Атлас текстур и структур руд цветных металлов Казахстана» [3]. Появились также первые попытки использования текстур и структур руд для металлогенических обобщений [37].

При весьма детальной и глубокой изученности южноуральской колчеданоносной провинции и многих ее месторождений сведения о текстурах и структурах руд, слагающих эти месторождения, в опубликованной литературе немногочисленны. Они рассредоточены в отдельных статьях [24, 27, 28, 40, 42—44, 47, 48, 53, 58, 59, 71—75] и единичных монографиях, посвященных вопросам минералогии, формирования и позднейших преобразований колчеданных руд [23, 51, 76, 80]. Настоящая работа представляет собой первую попытку обобщить в виде атласа фактический материал по текстурам и структурам руд, накопленный автором в течение более чем 20-летнего изучения многочисленных месторождений Южного Урала.

Публикуемый атлас может представлять интерес не только для исследователей руд Урала, но и более широкого круга специалистов, изучающих колчеданный тип оруденения в различных регионах Советского Союза.

ВВЕДЕНИЕ

При детальном изучении руд месторождений колчеданного типа Южного Урала выявляется значительная сложность их минерального состава (включая рудные и нерудные минералы) и чрезвычайно большое разнообразие их текстурно-структурных особенностей. Это в значительной степени обусловлено тем, что рассматриваемые руды в целом представляют собой гетерогенные полихронные и полигенные образования. Последнее обстоятельство явилось главной причиной конвергентности многих текстур и структур рассматриваемых руд (полосчатые и сланцевато-полосчатые, брекчиевые и брекчиевидные текстуры, эмульсиевидные и решетчатые структуры распада твердых растворов, обломки и обломковидные образования колчеданных руд и рудовмещающих толщах, а также некоторые другие образования).

Наиболее информативным, по мнению автора, является монографическое описание текстур и структур, сопровождаемое необходимым количеством их макро- и микрофотографий. Последние при этом представляют основную ценность в работах подобного типа, так как являются объективными документами, генетическая же интерпретация этих документов с течением времени может изменяться и весьма существенно в силу появления новых теоретических концепций, а также расширения наших возможностей (включая появление новых методов) по извлечению генетической информации «законсервированной» в самих минералах и сочетаниях моно- и полиминеральных агрегатов.

Однако очень большой фактический иллюстрированный материал и ограниченный объем книги при одновременном стремлении представить обобщающую работу по текстурам и структурам колчеданных руд региона привели автора к выводу о целесообразности построения книги по типу атласа с краткой текстовой частью. Сам атлас построен на морфолого-генетической основе. Вполне естественно, что приведенные в атласе материалы не являются всеобъемлющими и не исчерпывают всего многообразия текстур и структур южноуральских колчеданных руд.

В данной работе автор не ставил задачи показать облик текстур и структур руд каждого месторождения, да это и невозможно в рамках одной книги даже значительно большего объема, чем предлагаемая вниманию читателя. Его целью было в рамках определенных морфологических типов текстур и структур, встречающихся в колчеданных рудах региона, по возможности полнее отразить основные их генетические особенности.

Публикуемый атлас включает лишь часть обширного фактического материала по текстурам и структурам руд, имеющегося в распоряжении автора и представляет собой первую часть работы «Текстуры

и структуры руд месторождений колчеданной формации Южного Урала». В дальнейшем предполагается на примере ряда типичных и наиболее детально исследованных автором месторождений показать закономерности пространственного размещения в пределах рудных тел и ореолов сульфидной минерализации наиболее распространенных текстур и структур, определяющих облик конкретных месторождений. Это позволит выявить текстурно-структурную зональность в колчеданных залежах, а также более детально рассмотреть условия формирования главнейших типов текстур и структур, уделив особое внимание вопросам конвергентности определенных морфологических типов текстур и структур. Атлас содержит иллюстрации, сгруппированные в 128 таблиц. Иллюстрации атласа представляют собой макро- и микрофотографии образцов, полированных шлифов, полированных и частично прозрачных шлифов, на которых отражены текстурно-структурные особенности руд 27 колчеданных месторождений Южного Урала. Почти все фотоиллюстрации выполнены автором и лишь несколько фотографий заимствованы у П. И. Пирожка. Материалом для Атласа послужили полевые наблюдения и лабораторные исследования, проводившиеся автором в период 1956—1980 гг. сначала в составе Комплексной тематической экспедиции БГУ, а затем с 1962 г. в Институте геологии Башкирского филиала АН СССР. Отдельные образцы пород и руд для проведения исследований были любезно предоставлены автору А. А. Богомолу и Г. Н. Засухиным. Полированные шлифы и шлифы изготовлены в шлифмастерской, а все фотоработы выполнены в фотолаборатории Института геологии БФАН СССР Н. М. Фалелюхиным.

Автор выражает благодарность всем, кто способствовал выполнению данной работы. Особую благодарность автор выражает доктору геолого-минералогических наук Т. Н. Шадлун, сделавшей много ценных замечаний при подготовке рукописи к изданию. Отдавая отчет в том, что предлагаемый вниманию читателей Атлас, являясь лишь первой попыткой систематики текстур и структур весьма разнообразных и сложных по составу и строению руд месторождений колчеданного типа Южного Урала, не лишен недостатков, автор будет признателен всем, кто прищлет свои замечания и пожелания по его дальнейшему улучшению.

КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА, ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА, СТРОЕНИЯ РУД И УСЛОВИЙ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

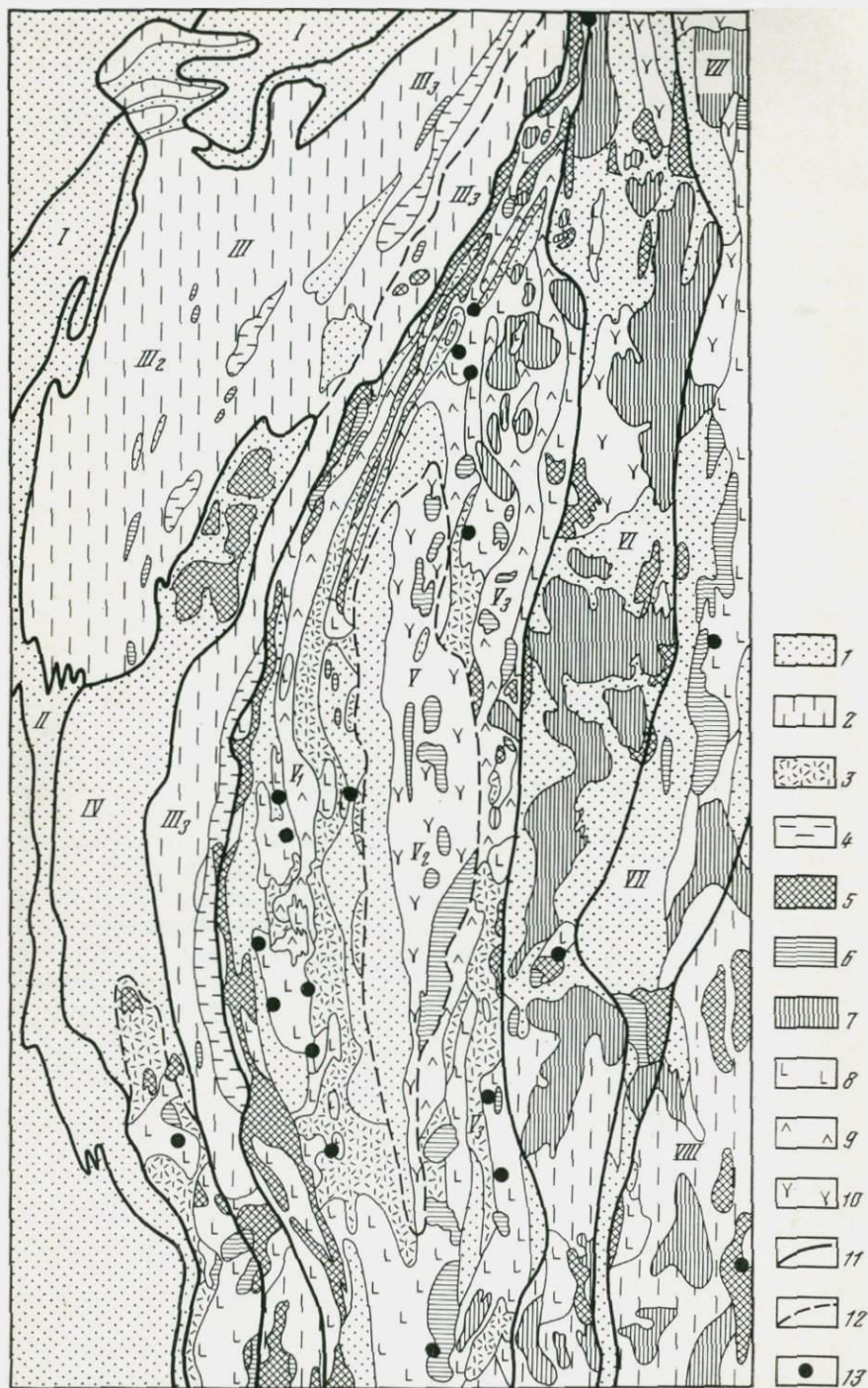
Основные черты геологического строения

Южноуральская колчеданная субпровинция — составная часть Уральской колчеданосной провинции, приурочена к восточному склону Урала и сложена вулканогенными и вулканогенно-осадочными силуро-девонскими образованиями. Последние являются продуктами ранних стадий развития эвгеосинклинальных зон и принадлежат натриевой серии базальтоидного вулканизма, включающей базальтовую, базальт-андезит-базальтовую, базальт-липаритовую (контрастную) и базальт-андезит-дацит-липаритовую (непрерывную) формации [31]. Месторождения колчеданного типа Южного Урала залегают среди вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, претерпевших региональный зеленокаменный метаморфизм в условиях зеленосланцевой и пренит-пумпелиитовой фации. Все известные промышленные месторождения пространственно и парагенетически связаны только с контрастно и последовательно дифференцированными базальт-липаритовыми и базальт-андезит-липаритовыми формациями. Эти формации различаются по режиму становления и своим размещением отражают неоднородность строения эвгеосинклиналей.

В структурном отношении колчеданное оруденение приурочено в основном к крупным отрицательным структурам: Магнитогорскому и Восточно-Уральскому мегасинклинориям. Наибольшее количество месторождений, в том числе и наиболее крупные из них, расположено в пределах Магнитогорского мегасинклинория. Единичные месторождения колчеданного типа известны в пределах Восточно-Уральского и Зауральского поднятия, где они приурочены к синклинальным прогибам, выполнены силуро-девонскими вулканогенными отложениями.

Для месторождений характерен следующий типовой разрез, являющийся по существу стратиграфической колонкой, отражающей закономерности развития вулканитов рудоносных зон [49]: 1) подстилающие вулканиты базальтового состава; 2) рудоносный вулканогенный комплекс с участием пород основного и кислого состава; 3) покрывающие вулканомиктовые отложения; 4) завершающие терригенные отложения. На рисунке приведена схема расположения колчеданных месторождений на Южном Урале по В. А. Прокину [49].

Работами М. Б. Бородаевской и других исследователей [7] показано, что на примере месторождений колчеданного типа Южного



Урала подтверждается идея С. С. Смирнова о металлогенической специализации магмы, в то время как идея У. Эммонса об универсальной рудоносности магмы и постмагматических рудоносных растворов оказывается неприменимой.

Общая схема металлогенической специализации различных по составу и возрасту вулканогенно-осадочных и вулканогенно-интрузивных формаций Магнитогорского мегасинклинория может быть представлена в виде табл. 1, где показано, что колчеданосные формации в общем различаются между собой по характеру металлогенической специализации, и это отражается на вещественном составе руд месторождений.

В пределах рудных полей и месторождений рудовмещающие породы вулканогенных комплексов претерпели интенсивные гидротермальные метасоматические изменения, которые, с одной стороны, являются индикаторами колчеданного оруденения (служат в качестве поисковых признаков), а с другой — содержат богатую генетическую информацию.

Рассмотрение, хотя бы в общих чертах, особенностей геологического строения конкретных месторождений выходит из рамки данной работы.

Схема расположения колчеданных месторождений на Южном Урале (по В. А. Прокину, 1970)

- | | |
|--|---|
| 1 — палеозойские осадочные отложения; | 13 — месторождения. |
| 2 — допалеозойские осадочные и метаморфические породы; | Цифры на схеме: |
| 3 — палеозойские вулканогенно-осадочные отложения; | I — Предуральский прогиб; |
| 4 — допалеозойские метаморфизованные вулканогенно-осадочные породы; | II — Краевая зона линейной складчатости; |
| 5 — гипербазитовые формации; | III — Западноуральский мегаантиклинорий: Кара-Тауский антиклинорий (III ₁), Башкирское поднятие (III ₂), Урал-Тауский антиклинорий (III ₃); |
| 6 — плагио - гранит - диорит - габбровые формации; | IV — Зилаирский мегасинклинорий: Сакмарский антиклинорий (IV ₁); |
| 7 — гранитные формации; | V — Магнитогорский мегасинклинорий: западное крыло (V ₁), центрально-магнитогорская зона (V ₂), восточное крыло (V ₃); |
| 8 — силито-диабазовые и альбитофиро-диабазовые формации (дофаменские); | VI — Восточно-Уральский мегаантиклинорий; |
| 9 — андезито-базальтовые (порфиритовые) формации; | VII — Восточно-Уральский мегасинклинорий; |
| 10 — липарито-базальтовые формации (каменноугольные); | VIII — Зауральский мегаантиклинорий |
| 11 — границы структурно-фациальных зон первого порядка; | |
| 12 — границы структурно-фациальных зон второго порядка; | |

Таблица 1

Вулканогенно-осадочные формации Магнитогорского мегасинклиниория и связанные с ними пространственно и парагенетически месторождения колчеданного типа (Южный Урал)

Возраст	Вмещающие вулканогенно-осадочные формации	Типичные месторождения	Геохимические типы (промышленные сорта) руд и месторождений		
			Главные	Второстепенные	Редкие
Средний — верхний девон	Контрастно дифференцированная липарит-базальтовая	Сибай, Учалы, Каманган, Весеннее, Узункырская рудная зона	Серноколчеданный Медисто-колчеданный Медисто-цинковистый	Нет	Золото-полиметаллический колчеданный
	Последовательно дифференцированная базальт-андезит-дацит-липаритовая	Гай, Джуса, им. XIX Партезезда, Новое, Узельга	Медисто-колчеданный Медисто-цинковистый	Серноколчеданный Золото-полиметаллический	Золото-сульфидно-баритовый колчеданный
Силур — низкий девон	Контрастно-дифференцированная липарит-базальтовая	Бурибай, Макан, Подольское, Октябрьское, Юбилейное	Серноколчеданный Медисто-колчеданный	Медисто-цинковистый колчеданный	Золото-полиметаллический колчеданный
	Последовательно-дифференцированная базальт-андезит-дацит-липаритовая	Майское, Таш-Тау, Бакр-Тау, Семеновское	Золото-полиметаллический Золото-сульфидно-баритовый	Медисто-колчеданный Медисто-цинковистый	Серноколчеданный

Особенности вещественного состава, минеральные типы и минералого-геохимическая систематика руд

В целом месторождения колчеданного типа региона характеризуются широким разнообразием минерального и химического состава руд. Общее количество гипогенных рудных минералов достигает нескольких десятков, однако к числу сквозных главных рудообразующих сульфидов относятся лишь пирит, хальковирит и сфалерит. На отдельных месторождениях или в пределах отдельных рудных тел и залежей в значительных количествах встречаются пирротин (Озерное, Узельгинское, Сибайское и Весеннее месторождения), марказит (Блява, Яман-Касы, Комсомольское и Узельгинское месторождения), гипогенный борнит (Гайское, Октябрьское, Майское, Таш-Тау, Александринское, им. XIX Партсъезда и некоторые другие месторождения), галенит (Джусинское, Барсучий Лог, Майское, Таш-Тау), блеклые руды (Узельгинское, Новое, частично Гайское месторождения), где они являются главными рудообразующими сульфидами. В руде большинства остальных месторождений региона перечисленные рудные минералы являются второстепенными или даже редкими.

В локальных участках некоторых месторождений широко распространены тонкодисперсные и сажистые разности дисульфида железа, которые обычно называются и описываются как «мельниковит» или «мельниковит-пирит». Несмотря на высказанное в 1940 г. мнение [70] о возможности сохранения этого названия для тонкодисперсной или скрытокристаллической разновидности пирита, сейчас с этим нельзя согласиться, поскольку А. П. Полушкиной и Г. А. Сидоренко в 1963 г. было убедительно доказано, что мельниковит является другим сульфидом, по составу отвечающим Fe_2S_4 , а не FeS_2 . В качестве второстепенных минералов часто встречаются галенит, магнетит, арсенопирит (Озерное, Джусинское, Барсучий Лог, Учалинское месторождения).

Главные нерудные минералы сплошных руд — кварц, карбонаты (преимущественно кальцит), тонкочешуйчатые светлые слюды (калиевые и калий-натриевые серициты, реже парагонит, пиррофиллит), хлориты. На многих месторождениях широко распространен барит, который концентрируется преимущественно в верхних горизонтах рудных тел и в надрудных частях ореолов. Исследованиями последних лет на ряде месторождений (Узельга, Подольское, Гай и др.) в рудах и околорудном ореоле установлены значительные концентрации гипогенного ангидрита и гипса [55]. В большинстве случаев среди гипогенной сульфатной минерализации наблюдается преимущественное развитие либо баритовых, либо гипс-ангидритовых минеральных парагенезисов. Однако на отдельных объектах (Узельга, Подольское и др.) установлено одновременное присутствие значительных концентраций барита и ангидрита. Ввиду пространствен-

ной разобщенности и приуроченности к различным частям рудно-метасоматической зоны в вертикальном ее разрезе эти сульфаты наиболее объективно отражают принципиальную схему вертикальной гипогенной зональности колчеданных месторождений; сульфат бария сменяется сначала сульфидами, а затем сульфатами кальция [55].

В целом сплошные руды колчеданного типа отличаются высоким содержанием сульфидов — нередко до 90—95%, а иногда и выше. Однако в отдельных случаях содержание нерудных минералов в сплошных рудах может достигать первых десятков процентов (25—30% и выше).

В пределах отдельных месторождений и рудных полей нередко наблюдается несколько близрасположенных рудных тел и залежей, находящихся в аналогичной или очень близкой геологической обстановке (месторождения им. XIX Партсъезда, Узельга, Юбилейное, Октябрьское, Гай, многие месторождения Баймакского рудного района Башкирии: Майское, Таш-Тау, и др.). В одних случаях эти рудные тела и залежи довольно близки между собой по текстурно-структурным особенностям, минеральному и химическому составу руд (месторождение им. XIX Партсъезда). В других случаях (Узельга, Гай, исключая руды глубоких горизонтов) отдельные рудные залежи настолько резко различаются между собой, что легче найти аналоги им или черты сходства в других месторождениях, удаленных от них на десятки и даже сотни километров, нежели в одном и том же рудном поле.

Промышленные руды отдельных месторождений и даже рудных тел характеризуются резко выраженной неоднородностью минерального и химического состава, а также изменяющимся в пределах рудных тел общим содержанием сульфидов от 5—6% до 95—98%. Основой большинства сульфидных руд является пирит, значительно реже пирротин, исключение составляют узколокальные участки или блоки с высокоаномальными содержаниями халькопирита, сфалерита, гипогенного борнита (Гай, Октябрьское, им. XIX Партсъезда, Узельга, Барсучий Лог). По содержанию в рудах сульфидов на месторождениях выделяются сплошные и прожилково-вкрапленные руды. Особую группу составляют встречающиеся иногда на отдельных месторождениях руды с частой перемежаемостью маломощных прослоек (от десятков сантиметров до 1—2 м) сплошных и прожилково-вкрапленных руд, которые в геологоразведочной и рудничной службах получили название перебойных колчеданов.

Промышленную ценность колчеданных руд региона определяют медь и цинк, которые обычно выделяются как главные продуктивные элементы, а свинец и барий — как второстепенные.

Анализ накопленных автором результатов микроскопических и геохимических исследований руд большинства известных на Южном Урале месторождений колчеданного типа позволяет говорить о двух уровнях концентрации в рудах перечисленных выше продуктивных элементов и соответственно их минеральных форм. Аналогичный вывод в отношении химических элементов сделан Р. И. Лут-

ковым (1981 г.) в результате выполненных им статистических исследований распределения содержаний меди, цинка, свинца и бария в колчеданных рудах месторождений Урала в целом. Низкий уровень концентрации характеризует фоновые содержания в раннепиритовых или серноколчеданных рудах, с которыми медь, цинк, свинец и барий, а соответственно и их минеральные формы связаны парагенетически и могут быть отнесены к одновременным образованиям. Высокий уровень концентрации элементов и продуктивных сульфидов проявлен, когда на раннепиритовые руды наложены продуктивные стадии минерализации.

В пирите серноколчеданных руд постоянно наблюдаются относительно равномерно распределенные в пространстве мельчайшие (единицы — первые десятки микрон) изолированные включения халькопирита и сфалерита. Другие продуктивные сульфиды — большая редкость. В то же время нельзя полностью исключить наличие в раннепиритовых рудах в незначительных количествах изоморфных и сорбированных форм меди, цинка, свинца и бария.

Продуктивные стадии минерализации обычно совмещаются в пространстве с раннепиритовыми рудами, накладываясь на них. Вне контуров серноколчеданных руд, как правило, нет существенных по масштабам проявлений, образованных только в продуктивные стадии минерализации [16, 52]. Высокие уровни концентраций отдельных элементов могут быть разобщены между собой в пространстве или совмещаться в различных сочетаниях, образуя естественные моно- и полиметалльные геохимические типы руд.

Различные сочетания в рудах южноуральских месторождений высоких уровней концентрации меди, цинка, свинца и бария, кроме серноколчеданного геохимического типа с его низким уровнем концентрации перечисленных элементов, позволяют выделить еще 13 геохимических типов руд. Последние по содержаниям в них основных элементов в большинстве случаев отвечают выделяемым на производстве промышленным сортам руд, таким, как медноколчеданные, медно-цинковые, цинково-колчеданные и т. д. Среди главных рудообразующих можно выделить элементы, представленные практически одной минеральной формой (свинец — галенит, барий — барит; встречающийся на некоторых месторождениях алюмосиликат бария — эдингтонит обычно не образует промышленных скоплений) и элементы, для которых установлено несколько минеральных форм (медь — халькопирит, гипогенные борнит и халькозин, блеклая руда; цинк — сфалерит, цинковистые блеклые руды). Сера представлена как сульфидами, так и гипогенными сульфатами (барит, ангидрит, гипс), железо наряду с главной сульфидной дает и окисные формы — магнетит, гематит, гипогенные гидроокислы железа, встречающиеся в некоторых месторождениях обычно в незначительных количествах.

Главные рудообразующие сульфиды обычно распределены крайне неравномерно, но в то же время образуют закономерные сочетания в пределах одного геохимического типа руд. В рудных телах имеются участки, различных размеров блоки или зоны с преимуще-

Таблица 2

Минералого-геохимическая систематика руд
колчеданных месторождений Южного Урала

		Ba ₁		Ba ₂	
		Pb ₁		Pb ₂	
Cu ₁	Zn ₁	I К пи; по; по — пи; мз — пи; дсп пи — пи		V Pb га — пи	
		II Cu хп — пи; хп — по; хп — по — пи; хп — бл — пи; бл — пи; бо — пи		VI Cu — Pb хп — га — пи хп — бл — га — пи	
Cu ₂	Zn ₂	III Cu — Zn хп — сф — пи; хп — сф — по — пи; хп — бл — сф — пи; бл — сф — пи; хп — бо — сф — пи; хп — сф — мз — пи; хп — сф — дсп пи — пи		VII Cu — Pb — Zn хп — сф — га — пи; хп — бл — сф — га — пи хп — бо — бл — сф — га — пи	
		IV Zn сф — пи		VIII Pb — Zn га — сф — пи	
Cu ₁				IX Pb — Ba ба — га — пи	
				X Cu — Pb — Zn — Ba ба — хп — сф — га — пи ба — хп — бл — сф — га — пи	
				XI Ba — Pb — Zn ба — га — сф — пи	
				XII Ba ба; ба — пи	
				XIII Cu — Zn — Ba ба — хп — сф — пи ба — бл — хп — сф — пи	
				XIV Ba — Zn ба — сф — пи	

Примечание. Cu₁, Pb₁ и т. д. — низкий уровень концентрации химических элементов; Cu₂, Pb₂ и т. д. — высокий уровень концентрации химических элементов. I, II, III и т. д. — геохимические типы руд, их порядковые номера в таблице и принятые для них символы: I К — колчеданные (серноколчеданные) руды; II Cu — медные; III Cu — Zn — медно-цинковые; IV Zn — цинковые; V Pb — свинцовые; VI Cu — Pb — медно-свинцовые; VII Cu — Pb — Zn — медно-свинцово-цинковые; VIII Pb — Zn — свинцово-цинковые; IX Pb — Ba — свинцово-баритовые; X Cu — Pb — Zn — Ba — медно-свинцово-цинково-баритовые; XI Ba — Pb — Zn — барит-свинцово-цинковые; XII Ba — баритовые; XIII Cu — Zn — Ba — медно-цинково-баритовые; XIV Ba — Zn — барит-цинковые; В минеральных типах руд для минералов приняты следующие условные обозначения: пи — пирит, хп — халькопирит, сф — (фалерит, га — галенит, бл — блеклая руда, мз — марказит, дсп пи — дисперсный пирит мельниковит), по — пирротин, бо — борнит, ба — барит.

ственным развитием тех или иных минералов или минеральных ассоциаций. В связи с этим целесообразно выделять в пределах геохимических типов подчиненные им минеральные типы руд [56]. Последние закономерно располагаются в пределах рудных тел и в известной мере отражают минеральный состав рудообразующих сульфидных ассоциаций.

Соотношение выделяемых автором в рудах геохимических и минеральных типов руд показаны в табл. 2, которую можно рассматривать как минералого-геохимическую систематику руд колчеданных месторождений Южного Урала. Перечисленные в этой таблице геохимические и минеральные типы руд являются далеко неравнозначными по распространенности. По этому признаку среди них можно выделить главные, второстепенные и редкие. Главные геохимические и минеральные типы руд можно охарактеризовать как сквозные, имеющие широкие распространение в рудах всех или большинства колчеданных месторождений региона. Второстепенные и в известной мере редкие типы руд обычно определяют минералого-геохимический тип конкретных объектов и соответственно специфические черты состава руд месторождений или рудных тел.

О систематике текстур и структур руд

В предлагаемой работе использованы понятия текстура и структура руд в формулировках, предложенных А. Г. Бетехтиным [4, 68] и применяемых иногда с некоторыми добавлениями и уточнениями большинством советских исследователей. Трактовка терминов структурных и текстурных рисунков дана в основном в соответствии с классификацией А. Г. Бетехтина [4]. В то же время при уточнении понятий отдельных текстур и структур руд автор руководствовался и другой справочной литературой по текстурам и структурам руд [1, 26, 78, 79 и др.]. Структура — особенности строения минеральных агрегатов, обусловленные формой, размерами и способом сочетания кристаллических зерен, слагающих данный минеральный агрегат. Текстура — те черты строения руд, которые обусловлены формой, размерами и способом сочетания минеральных агрегатов как составных частей руды, отличающихся друг от друга по составу и часто по структуре.

В данной работе, построенной по типу атласа, текстурам уделяется значительно больше внимания, чем структурам. Это объясняется тем, что текстуры руд — чрезвычайно характерная особенность строения минеральных масс и в несравненно большей степени, чем структуры руд сохраняют генетическую информацию [68]. Вместе с тем уверенно расшифровать историю формирования руд можно лишь при условии сочетания геологических данных и детального изучения всех особенностей строения руд на разных уровнях организации вещества: месторождение, рудное тело или его часть, рудный блок, минеральная ассоциация, минерал.

В табл. 3 приведена систематика текстур южноуральских колчеданных руд, в основу которой положены морфологические типы текстур, однако одновременно учитываются и генетические признаки. Такой подход к систематике текстур обусловлен следующим. Во-первых, проблему генезиса руд месторождений колчеданного типа рассматриваемого региона, так же как и условий формирования руд отдельных месторождений вряд ли можно считать решенной

Таблица 3

Морфолого-генетическая систематика текстур руд колчеданного типа Южного Урала

Морфологические типы текстур	Способ образования текстур — генетические типы
Вкрапленные сульфидные руды	
<p>Прожилково-вкрапленные. Табл. I — XXX</p> <p>Рассредоточенно-вкрапленные. Табл. I — IV</p> <p>Гнездово-вкрапленные. Табл. V — VIII</p> <p>Прожилковые (жилвные). Табл. IX — XI</p> <p>Сланцевато- и полосчато-вкрапленные. Табл. IX, XII — XV, XXIV — XXX</p> <p>Цементационно-вкрапленные. Табл. XVI</p> <p>Брекчиевидно-вкрапленные (колчеданные обломки в рудовмещающих толщах). Табл. XVII — XXIII</p>	<p>Гидротермально-осадочное отложение</p> <p>Метасоматическое замещение нерудных или рудных минералов (поздние сульфиды отлагаются в результате метасоматического замещения ранних сульфидов)</p> <p>Выполнение полостей, трещин, пор и пустот путем отложения, осаждения из гидротермальных растворов</p> <p>Метаморфогенно-гидротермальное перетложение (регенерированные сульфидные руды и зоны вкрапленной минерализации)</p>
Сплошные колчеданные руды	
<p>Массивные. Табл. XXXI — XXXVIII</p> <p>Собственно массивные. Табл. XXXI — XXXII</p> <p>Атакситовые (пятнисто- и брекчиевидно-массивные). Табл. XXXIII</p> <p>Полосчатые и слоистые. Табл. XXXIX — LXXV</p> <p>Прямолинейно-полосчатые. Табл. XXXIX — XLVIII</p> <p>Колломорфно-полосчатые. Табл. LIV — LV</p> <p>Слоистые. Табл. XL, XLI, LVI, LVIII</p> <p>Прожилково-полосчатые. Табл. XLIX</p> <p>Линзовидно- и гнейсовидно-полосчатые. Табл. L — LIII</p>	<p>Гидротермально-метасоматическое замещение пород</p> <p>Выполнение крупных полостей</p> <p>Метаморфогенно-гидротермальное перетложение или перекристаллизация (регенерированные колчеданные руды)</p> <p>Первично-гидротермально-осадочное отложение с образованием полосчатых, слоистых и ритмично-слоистых разностей</p> <p>Избирательное метасоматическое замещение слоистых или рассланцованных пород и руд с унаследованием текстур</p> <p>Метаморфическая перегруппировка вещества, приведшая к усилению первичной полосчатости и слоистости или к возникновению метаморфогенной полосчатости</p> <p>Гидротермальное минералообразование вдоль внутрирудной трещиноватости в ранее отложенных рудах</p> <p>Метаморфическая перегруппировка вещества вдоль систем субпараллельных трещин в рудах</p> <p>Гидротермально-метасоматическое отложение в разлинзованных и развальцованных рудах</p> <p>Метаморфогенная перегруппировка вещества в рудах</p>

Таблица 3 (окончание)

Морфологические типы текстур	Способ образования текстур — генетические типы
Тонкополосчато-слоистые. Табл. LXIII — LXX	Гидротермально-осадочное рудоотложение Избирательное гидротермально-метасоматическое замещение тонкослоистых или рассланцованных и окремненных пород
Сложно-полосчатые или полосчатые текстуры пересечения разных структурных планов минерализации. Табл. LXXI — LXXV	Выполнение систем параллельных трещин при неоднократном наложении образования поздних стадий на существовавшие руды
Сланцеватые и сланцевато-полосчатые. Табл. LXXXVI — LXXXIV	Образование систем метаморфогенно-гидротермальных прожилков в ранее существовавших полосчатых и массивных рудах
Брекчиевые и брекчиевидные. Табл. LXXXV — XCV	Гидротермально-метасоматическое минералообразование в сильно рассланцованных породах
Коломорфные. Табл. XCVI — C	Внутри- и послерудное рассланцевание и разлинзование руд
Текстуры пирротиновых руд. Табл. CI — CVIII	Дробление рудных агрегатов вследствие диагенетических изменений кристаллизующихся гелевых масс
Жильные текстуры в сплошных колчеданных рудах. Табл. CIX — CXII	Избирательное гидротермально-метасоматическое замещение рудными агрегатами прокластических пород
Текстуры регенерированных руд. Табл. CXIII — CXX	Внутрирудное брекчирование в результате дробления рудных агрегатов и последующей их цементации минералами поздних ассоциаций и стадий минерализации
Текстуры руд, испытавших контактовый метаморфизм. Табл. CXXI — CXXIV	Послерудное брекчирование колчеданных руд
	Отложение гелевых агрегатов сульфидов, впоследствии в разной степени раскристаллизованных
	Метаморфическое преобразование сульфидов в результате глубокого контактового метаморфизма ранних колчеданных руд
	Более позднее гидротермальное минералообразование вдоль внутрирудных трещин в ранее отложенных рудах
	Минералообразование в результате взаимодействия бессернистых металлоносных метаморфических растворов с небольшими линзами раннепиритовых руд
	Хрупкие деформации, перекристаллизация, сопровождаемая перетоплением вещества, а также метаморфические минеральные новообразования в рудах экзоконтактных зон послерудных даек

67/11



Таблица 4

Систематика структур руд колчеданного типа Южного Урала

Генетические типы	Морфологические типы структур
Седиментационные и диагенетические Метаколлоидные реликтовые	Фрамбоидальные, гелевые, радиально-лучистые, тонкодисперсные Глобулярная, сферолитовая, почковидная, кружевных узоров, концентрически зональная
Структура кристаллизации	Зернистые с различными крупностью и идиоморфизмом зерен, интерстициальная, пойкилитовая, порфирированная, крустификационная
Структуры замещения	Коррозионные (разъедания, скелетная, зональная, эмульсионная, реликтовая или остатков от замещения), петьчатая, пластинчатая, краевых каемок, псевдоморфозы по рудным и нерудным минералам
Структуры распада твердых растворов	Эмульсионная, пластинчатая, решетчатая, графическая, звездчатая
Структуры механического воздействия	Катакластические, порфирокластические, милонитизации, смятия
Структуры преобразования, включая структуры собирательной кристаллизации и перекристаллизации, обусловленные контактовым и региональным метаморфизмом	Зернистые с различными крупностью и идиоморфизмом зерен, структуры перекристаллизаций, пойкилитовые, гранобластические, порфиробластические, стебельчатые, шестоватые, ориентированные с удлинением зерен, структуры метаморфогенного распада твердых растворов и замещения

до конца. Во-вторых, на конкретных объектах пока удастся с определенной степенью достоверности и детальности охарактеризовать резко преобладающие по количеству руды гидротермально-метасоматического происхождения и выделить подчиненные им по объему руды сложного генезиса. В последних сочетаются разновозрастные минеральные агрегаты, образованные на протяжении гидротермально-осадочного, гидротермально-метасоматического и метаморфогенно-гидротермального этапов колчеданного рудообразования. В частности, на Учалинском месторождении наряду с другими известны небольшие рудные тела, сложенные несомненно метаморфогенно-гидротермальными регенерированными рудами [54, 58]. Поэтому значительно легче проследить в пространстве морфологические типы текстур руд и затем попытаться дать им генетическую интерпретацию.

В табл. 4 приведена систематика структур руд, где представилось целесообразным в основу положить генетический принцип с одновременным выделением морфологических разновидностей структур.

Следует, однако, учитывать, что многие типы структур руд относятся к конвергентным образованиям. Об этом в свое время писал А. Н. Заварицкий [20], указывая, что структуры кристаллизации из растворов могут быть неотличимы от структур перекристаллизации, возникающих при метаморфических преобразованиях. В связи с этим критериями для разграничения первичных и метаморфических структур в основном служат текстурные признаки в рудах.

Естественно, что табл. 3 не охватывает всего многообразия морфологических типов текстурных рисунков, встречающихся в южноуральских колчеданных рудах. Некоторые редкие и малораспространенные морфологические типы текстур, которые на данной стадии изученности руд не дают сколько-нибудь существенной генетической информации, не включены в систематику. В определенной степени это также связано с весьма ограниченным объемом предлагаемой вниманию читателей книги. Перечисленные в табл. 3 морфологические и генетические типы текстур крайне неравномерно распространены как по отдельным месторождениям в целом, так и в пределах отдельных рудных залежей, тел или их блоков.

На изучавшихся колчеданных месторождениях Южного Урала установлена определенная зависимость текстурно-структурных особенностей руд от степени их метаморфических преобразований. В связи с этим автором сгруппированы колчеданные месторождения Южного Урала по степени метаморфизма руд, что отражено в табл. 5, где показана распространенность главнейших морфологических типов текстур в рудах отдельных месторождений. Следует отметить, что расположение в разных графах табл. 5 одних и тех же месторождений обусловлено проявлением неравномерности метаморфизма руд в пределах даже одного месторождения. Причиной этого явления может быть неоднородность как рудовмещающих пород, так и руд по их физическим свойствам и химическому составу, по количественным соотношениям минералов, обладающих различной хрупкостью, пластичностью, растворимостью и способностью к перекристаллизации и переотложению. Нельзя также полностью исключать возможность одновременного образования отдельных рудных тел в пределах одного месторождения.

Об условиях формирования руд месторождений колчеданного типа Южного Урала

Колчеданные месторождения на территории СССР впервые были установлены на Урале. Их изучение и трактовка генезиса, начавшиеся еще в конце прошлого столетия, получили особенно бурное развитие в течение последних двух десятилетий. За этот период весьма важными вехами, давшими дальнейший импульс развешиванию комплексных исследований колчеданных месторождений, в том числе и детальному минералого-геохимическому изучению руд, явились основополагающие работы А. Н. Заварицкого [19–21] и В. И. Смир-

нова [62—66]. После открытия ряда колчеданных месторождений на Южном Урале А. Н. Заварицкий выступил с новой гипотезой о генетической связи колчеданных месторождений с вулканизмом, образовании руд одновременно с формированием вмещающих их вулканогенно-осадочных комплексов спилито-кератофировой формации, о наложенности регионального метаморфизма на вулканогенные толщи и заключенные в них месторождения. Это явилось переломным моментом в развитии представлений о генезисе колчеданных месторождений Урала в целом.

В последующие годы разработка теории колчеданного рудообразования развивалась в основном под влиянием идей А. Н. Заварицкого и была направлена на уточнение и совершенствование гипотезы вулканогенного рудообразования, хотя появлялись и другие работы.

В работах В. И. Смирнова показано, что месторождения колчеданного типа принадлежат к полихронным и полигенным образованиям с конвергентностью их признаков. При этом выделяется три генетических типа колчеданных залежей: 1) вулканогенный гидротермально-осадочный, 2) вулканогенный гидротермально-метасоматический и 3) комбинированный или гидротермально-метасоматическо-осадочный. Кроме того, в общей истории колчеданного рудообразования выделяется три этапа: первый (предрудный), второй (колчеданный) и третий (рудный), отмечающийся лишь на некоторых колчеданных месторождениях.

В настоящее время большинство исследователей колчеданных месторождений Урала рассматривают их как производные тех же магматических очагов, которые явились источником рудоносных вулканогенных комплексов. Однако характер этих связей многими понимается по-разному, в связи с чем до настоящего времени нет единого мнения об условиях колчеданного рудообразования как для отдельных месторождений, так и в регионе в целом. Если в 60-е годы среди геологов, изучавших уральские месторождения, господствовала гидротермально-метасоматическая гипотеза колчеданного рудообразования [6, 38, 41, 42, 43, 45, 52], то в 70-х годах стали появляться работы, в которых указывалось на участие в формировании рудных тел гидротермально-осадочного процесса, а некоторыми авторами ряд месторождений был полностью отнесен к вулканогенному эксталяционно-осадочному типу [9, 33, 34, 36, 46]. Имеются также указания на значительную роль метаморфогенно-гидротермального перераспределения рудного вещества вплоть до образования регенерированных рудных тел колчеданного типа [9, 54, 58].

В результате проведенных многолетних исследований вещественного состава и текстурно-структурных особенностей руд южноуральских колчеданных месторождений получены важные данные научно-го и прикладного характера.

Выявлены главнейшие парагенетические ассоциации рудных и нерудных минералов в пределах контуров рудных тел и ореолов окколорудных изменений. Установлено, что процесс колчеданного рудообразования, а следовательно, и формирование окончательного облика руд был весьма продолжительным и сложным. В рудах колчеданных

месторождений выявлены продукты гидротермально-осадочных, гидротермально-метасоматических и метаморфогенно-гидротермальных процессов. Выяснено, что гидротермально-метасоматический процесс, в результате которого, вероятно, сформировалась значительная часть серноколчеданных и основная масса продуктивных руд, носил прерывисто-стадийный характер. Весьма ценную информацию удалось получить при изучении текстурно-структурных особенностей руд с брекчиевидными, брекчиевыми и полосчатыми текстурами, в особенности при изучении деталей строения сложноволосчатых или полосчатых текстур пересечения разных структурных планов минерализации.

Определены детали взаимоотношений продуктивных сульфидов (халькопирита, сфалерита, борнита) с одновременными генерациями пиритов серноколчеданных руд и пиритов различных продуктивных минеральных парагенезисов; широкое развитие псевдоморфоз халькопирита, сфалерита и борнита по пириту; совмещение в пространстве продуктов серноколчеданного и промышленного на цветные металлы минералообразования, в основном медно-цинкового оруденения. Эти и ряд других косвенных признаков позволяют утверждать, что гидротермальные растворы послесерноколчеданных стадий минерализации (продуктивное гидротермально-метасоматическое рудообразование) были металлоносными бессернистыми или малосернистыми. При формировании промышленных руд цветных металлов сера в основном мобилизовалась из ранее отложенного пирита и частично других сульфидов.

Установлена конвергентность многих текстурных, микротекстурных и структурных рисунков и выявлены некоторые критерии диагностики их генетической принадлежности.

Особенности макро- и микротекстур и структур, детали внутреннего строения зерен рудных минералов, прежде всего пирита, позволяют проследить историю диагенетических и метаморфических преобразований рудных агрегатов.

Выявленные детали строения руд, в частности микротекстурные особенности, дают неоценимую информацию о возрастных взаимоотношениях сульфидов и нерудных минералов — силикатов первичных пород и нерудных минералов наиболее поздних (пострудных) минеральных парагенезисов.

Руды колчеданных месторождений Южного Урала испытали метаморфические преобразования, которые с различной интенсивностью проявились на разных месторождениях [30, 59, 72, 73, 74, 75, 76, 80], что нашло отражение в табл. 5.

Метаморфические преобразования в рудах выразились в частичной или полной перекристаллизации зерен и зернистых агрегатов, слагающих руду минералов, появлении в рудах сегрегационных участков и различных по размерам метаморфических рудных жилков (жилки альвийского типа), частичном либо значительном перераспределении рудного вещества в пределах рудных тел и залежей, отложении регенерированных сульфидов за пределами рудных залежей вплоть до формирования метаморфических вторично гидротермаль-

ных рудных тел. Масштабы проявления перечисленных явлений находятся в прямой зависимости от типа метаморфизма, его интенсивности и, вероятно, продолжительности метаморфических явлений.

Совокупность установленных к настоящему времени признаков, свидетельствующих об изменениях в колчеданных рудах после их диагенетических преобразований, позволяет выделить следующие типы метаморфизма: 1 — внутрирудный метаморфизм, связанный со стадийностью процессов рудообразования и внедрением внутрирудных даек (контактовый); 2 — послерудный метаморфизм, связанный с внедрением послерудных даек основного, среднего и кислого составов (контактовый), среднепалеозойскими гранитоидными интрузиями габбрового ряда (контактовый); 3 — региональный метаморфизм, сопряженный с позднепалеозойскими гранитными интрузиями и складчатостью.

По степени метаморфических изменений, проявившихся в пределах рудных тел и месторождений, последние можно отчетливо разделить на три группы: 1) неметаморфизованные или слабо метаморфизованные, 2) среднеметаморфизованные и 3) сильно и очень сильно метаморфизованные (см. табл. 5).

Тщательный анализ имеющихся в распоряжении автора материалов, в том числе частично представленных в настоящем атласе, а также анализ литературных источников позволяют наметить следующую схему колчеданного рудообразования на Южном Урале.

В истории южноуральской колчеданосной субпровинции колчеданное рудообразование носило циклический характер в соответствии с циклическостью процессов вулканизма, приведших к становлению колчеданосных вулканогенно-осадочных формаций, и является в связи с этим разновозрастным или полихронным. В результате сопоставления геологических и многочисленных радиологических данных о возрасте палеозойского колчеданного оруденения на Урале выделено три самостоятельных этапа рудообразования, которые впредь, вероятно, правильнее определять как циклы колчеданного рудообразования — каледонский (410—430 млн. лет), первый герцинский (350—370 млн. лет) и второй герцинский с возрастом 290—315 млн. лет [10].

Касаясь различных генетических типов колчеданного оруденения, которые в настоящее время установлены различными исследователями, в том числе и автором, на отдельных месторождениях региона, необходимо отметить следующее. Основным продуктом деятельности гидротермально-осадочных процессов были, вероятнее всего, существенно пиритовые руды с крайне незначительными количествами халькопирита, сфалерита и, возможно, других продуктивных сульфидов.

В то же время нельзя полностью исключить образование гидротермально-осадочным путем и богатых цветными металлами (медью и цинком) руд, как это имеет место в глубоководных колчеданных месторождениях, открытых недавно на Восточно-Тихоокеанском подъятии [82].

Следует отметить, что гидротермально-осадочные колчеданные руды с достаточно четким обоснованием их выделения отнюдь не везде имеют место и встречены лишь на некоторых месторождениях региона (Учалы, Сибай, Подольское, Комсомольское).

С гидротермально-метасоматическим рудообразованием связано, вероятно, значительная часть существенно пиритовых (серикоколчеданных) руд и формирование промышленных халькопирит-сфалерит-пиритовых (продуктивных) руд.

Отложение гидротермально-метасоматических колчеданных руд могло происходить в тот же этап, что и гидротермально-осадочное рудообразование, но на разных уровнях от поверхности дна океана. На некоторой глубине от поверхности дна моря (вероятно, различной для отдельных месторождений) гидротермальные растворы на пути их следования могли метасоматически замещать горные породы, а на морском дне они осаждали свой полезный груз. В этих случаях происходило формирование комбинированных (по В. И. Смирнову) рудных залежей. Однако можно утверждать на основе фактического материала, что основная масса гидротермально-метасоматических руд на Южном Урале формировалась после полного завершения гидротермально-осадочного рудообразования с отчетливым и нередко продолжительным перерывом. Это для месторождений колчеданного типа подчеркивается В. И. Смирновым [66].

В общей истории колчеданного рудообразования в регионе достаточно отчетливо проявляется этапность рудообразования с наличием трех или даже четырех этапов. В первый (предрудный, по В. И. Смирнову) этап происходит интенсивное предрудное выщелачивание вмещающих пород с формированием полной колонки гидротермально-метасоматических изменений рудовмещающих толщ, где формируются существенно кварцевые, кварц-серицитовые, кварц-хлоритовые и кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты, а также зоны частично измененных пород.

Второй (колчеданный, по В. И. Смирнову) этап является естественным продолжением предрудного этапа. С ним связано формирование значительной массы сульфидов железа в виде сплошных и прожилково-вкрапленных руд на некоторых глубинах от дна океана (гидротермально-метасоматическое рудообразование), а также отложение сульфидных руд на морском дне (гидротермально-осадочное рудообразование). Оба процесса могли совмещаться во времени и частично в пространстве или могли проявиться в разное время на участках, значительно удаленных друг от друга, приводя к формированию на одном месторождении одного, двух или даже трех генетических типов (по В. И. Смирнову) колчеданных залежей (вулканогенно-метасоматических, вулканогенно-осадочных и комбинированных). Со вторым этапом рудообразования связано формирование в основном серикоколчеданных и, вероятно, в незначительном количестве медноколчеданных руд.

Третий (рудный, по В. И. Смирнову) этап колчеданного рудообразования отделяется от двух предыдущих перерывом, который прежде всего фиксируется отчетливым и довольно сильным внутри-

рудным (межэтапным) метаморфизмом, особенно наглядно проявившимся на Гайском месторождении [59]. Это также подтверждается некоторыми косвенными геологическими данными, в том числе наличием на отдельных месторождениях внутрирудных даек основного состава.

Описываемый этап рудообразования обусловлен гидротермальной деятельностью, парагенетически связанной с кислыми субвулканическими породами, комагматичными рудовмещающим эффузивно-осадочным толщам. С этим этапом рудообразования связано формирование богатых медноколчеданных и частично колчеданно-полиметаллических, а иногда и золото-полиметаллических руд (Барсучий Лог, Гай, Джуса, Октябрьское, Майское, Таш-Тау и др.). Гидротермально-метасоматическое рудообразование характеризуется отчетливо выраженным прерывисто-стадийным формированием руд. В основу выделения минеральных парагенезисов и стадий минерализации положены критерии, разработанные различными исследователями колчеданных руд и частично автором [40, 41, 77]. Отдельные стадии минерализации сменялись перерывами в минералообразовании, сопровождающимися внутрирудными тектоническими подвижками. Последние приводили к дроблению, брекчированию руд или проявлению в них системы субпараллельной трещиноватости (в том числе скрытой). Наложение последующих минеральных ассоциаций (стадий минерализаций) на руды, претерпевшие подобные хрупкие деформации, приводило к образованию различных по составу руд с брекчиевыми и брекчиевидными текстурами, а также полосчатых текстур пересечения различных структурных планов, что и отражено в фототаблицах, помещенных в соответствующих разделах атласа.

Сквозными стадиями минерализации третьего этапа рудообразования, проявившимися практически на всех месторождениях, являются: 1) медноколчеданная, 2) медно-цинковая и 3) позднерудная. Последняя выразилась в формировании преимущественно жильных кварц-барит-карбонатных минеральных парагенезисов с сульфидами (в основном блеклая руда, галенит, частично пирит и халькопирит) или без них. Сюда же относятся, вероятно, формирование позднего пирита, встречающегося в цементе брекчий с существенно сфалеритовыми обломками.

Смена во времени минеральных ассоциаций и соответственно стадийность минералообразования в ходе длительно развивающегося процесса колчеданного рудообразования третьего этапа удовлетворительно могут быть объяснены с позиций пульсирующего поступления эволюционирующих во времени постмагматических гидротермальных растворов в область колчеданного рудоотложения на фоне периодического трещинообразования.

Накопленный к настоящему времени фактический материал дает основание предполагать, что гидротермальные растворы рудного этапа минералообразования были металлоносными бессернистыми или резко недонасыщенными серой, которая при продуктивном минералообразовании заимствовалась из ранее отложенных сульфидов, прежде всего пирита [51, 52]. Возможность подобного способа про-

дуктивного колчеданного рудообразования доказываются также работами других исследователей [12, 16, 66 и др.].

Сформировавшиеся на протяжении вышеописанных трех этапов рудные тела и залежи колчеданного типа подверглись внутри- и послерудным метаморфическим преобразованиям вплоть до формирования небольших по размерам метаморфических вторично-гидротермальных (регенерированных) рудных тел (Учалы). Не исключено, что регенерированные колчеданные руды на Южном Урале пользуются значительным большим распространением, нежели принято считать сейчас. Для решения этого вопроса необходимо проведение специальных исследований. Изложенное позволяет выделять на южноуральских колчеданных месторождениях самостоятельный четвертый этап метаморфо-гидротермального или регенерированного колчеданного рудообразования.

Таким образом, месторождения колчеданного типа Южного Урала имеют длительную и очень сложную историю формирования и являются полигенными и полихронными образованиями.

Некоторые примеры практического использования изучения текстур и структур колчеданных руд

Важное практическое значение изучение текстурно-структурных особенностей руд подчеркивалось в работах А. Г. Бетехтина. К настоящему времени Г. Н. Шеничных по данной проблеме накоплен большой фактический материал, полное изложение и интерпретация которого выходят за рамки настоящего атласа, однако следует все же остановиться хотя бы на некоторых конкретных примерах использования текстурных и структурных признаков на разных этапах разведочных и технологических работ.

Определение морфологии и условий залегания рудных тел. Хорошо известно, насколько важно еще на стадии проведения поисково-разведочных работ правильно определить морфологию рудных тел и их положение в пространстве. На месторождении Барсучий Лог минерализация представлена в основном сплошными колчеданными рудами с обилием отчетливо выраженных полосчатых и сланцево-полосчатых текстур руд. Рудовмещающие породы рассланцованы с увеличением интенсивности рассланцевания по мере приближения к рудным телам. В соответствии с предполагавшимся первоначально падением рудных тел большая часть поисково-разведочных скважин задавались наклонно на восток или вертикально. Наклонные скважины при этом шли часто (как оказалось позднее) в плоскости падения рудных тел и по сланцеватости вмещающих пород. Это, помимо всех отрицательных последствий, связанных с определением истинных условий залегания рудных тел, приводило к значительному снижению эффективности пробуренных скважин, к весьма низкому проценту выхода керна, прежде всего в пределах рудной зоны.

После предварительных полевых и лабораторных исследований керна всего лишь трех буровых скважин удалось установить, что независимо от азимутальной ориентировки падения полосчатости в рудах по отношению к оси исследовавшихся буровых скважин рудные тела должны иметь только крутое восточное падение. При этом были возможны два варианта: либо рудные тела имеют очень крутое субвертикальное падение $75-85^\circ$, либо более пологое $55-65^\circ$. Этот вывод был основан на детальных наблюдениях морфологии и ориентировки полосчатости и сланцеватости в сплошных и прожилково-вкрапленных рудах, сланцеватости в рудовмещающих породах вблизи рудных тел, контактов рудных тел с вмещающими породами, рудных и нерудных прожилков в породах и рудах. Все эти наблюдения показали очень близкие, вполне сопоставимые результаты — генеральное направление падения полосчатости и сланцеватости оказалось около $10-15^\circ$ к оси керна.

Многолетние эмпирические данные, накопленные в процессе разведочных и эксплуатационных работ на многочисленных месторождениях колчеданного типа Урала, показывают, что полосчатость в рудах независимо от условий ее образования во всех случаях строго повторяет контуры контактов рудных тел с вмещающими породами так же, как и сланцеватость в рудах и рудовмещающих породах. На основании этого и замеров ориентировки полосчатости в кернах генеральное направление контактов рудных тел и зон минерализации месторождения должно было быть ориентировано под углом около $10-15^\circ$ к оси керна. Буровые скважины, по которым было проведено изучение керна, были пробурены на восток под углом в среднем около 70° к горизонту. С учетом субмеридианального простирания пород (общеуральское направление) падение рудных тел могло быть только западным или восточным. После нанесения на разрезах, составленных по колонкам скважин, замеренных элементов залегания полосчатости, сланцеватости, ориентировки прожилков стало очевидным, что западное падение рудных тел исключается и должно быть только восточным. Естественно, что буровые скважины в таком случае должны были иметь наклон на запад, а не на восток.

Соответствующие рекомендации были переданы в полевую геологоразведочную экспедицию и приняты ею для внедрения в практику поисково-разведочных работ. Правильность сделанных автором выводов была подтверждена позднее поставленными работами по кернометрии, а также большим объемом буровых работ, выполненных на стадиях поисковой и предварительной разведок месторождения. Был подтвержден предварительный вывод о том, что рудо локализирующая зона месторождения Барсучий Лог и содержащиеся в ней рудные тела имеют субмеридианальное простирание и крутое восточное падение с генеральным направлением $60-65^\circ$ к горизонту. Таким образом, проведенное изучение текстур помогло установить истинное направление падения рудных тел и соответственно ориентировать поисково-разведочные буровые работы.

Технологические исследования руд. Хорошо известно, что при обогащении колчеданных руд методом флотации для достижения

максимального выхода полезных компонентов в соответствующие концентраты необходимо знание оптимального размера зерен при дроблении и истирании руд. Эти данные в общем могут быть определены и опытным путем при проведении лабораторных и полупромышленных технологических испытаний, однако в этих случаях останутся неясными причины возможных потерь полезных компонентов в хвостах и различных концентратах. Например, потери меди в цинковом и пиритном концентратах в случае нахождения халькопирита и других сульфидов меди в виде эмульсионных включений в сфалерите или пойкилитовых включений в метакристаллах пирита, что может быть установлено лишь при детальном микроскопическом изучении структур руд.

Переизмельчение руд, подготавливаемых к флотации не менее вредно, чем недоизмельчение, так как оно приводит к шламованию. Поэтому при наличии в рудах очень тонких взаимораспространений минералов, тонких микровключений одного минерала в другом, наличии структур распада или эмульсионной вкрапленности становится очевидным, что при обогащении руд методом флотации неизбежны безвозвратные потери минералов-узников в концентрате минерала-хозяина.

Приведенные в атласе иллюстрации структурных взаимоотношений минералов в рудах дают возможность судить о необходимой тонкости помола руд и могут быть использованы при разработке схем обогащения руд отдельных месторождений.

Для подбора рационального и наиболее оптимального реагентного режима флотируемых руд незаменимыми оказываются сведения по минеральному составу и микротекстурно-структурным особенностям кусочков (обломочков), образующихся при помолах руд. Такие сведения могут помочь найти пути извлечения (флотации) в соответствующие концентраты полезных минералов (халькопирита, сфалерита и др.) даже при частичном их раскрытии, что весьма характерно для тонкозернистых руд многих колчеданных месторождений Южного Урала.

Выбор конструкции карьера и системы обработки полезных ископаемых на открытых рудниках. На первый взгляд возникает вопрос: а какой вклад может внести текстурно-структурный анализ руд и рудовмещающих пород в решение названной проблемы? Оказывается может, что видно из следующего примера. При сооружении карьера недавно отработанного месторождения им. XIX Партсъезда, совершенно не принимались во внимание текстурно-структурные особенности обрабатываемых руд и рудовмещающих пород, а также явно недостаточно были учтены механические свойства, находящиеся, кстати, в прямой зависимости от текстурно-структурных особенностей руд и вмещающих пород (особенно околорудноизмененных разностей). Рудовмещающие породы вблизи рудных тел были интенсивно серицитизированы и хлоритизированы с наложенными очень крутыми (70–80° к горизонту) элементами трещиноватости и расланцевания. К тому же горные породы на значительные глубины (до нескольких десятков м) претерпели гипергенные измене-

ния. В рудах наряду с другими текстурными рисунками нередко встречались участки с полосчатыми и сланцеватыми текстурами, а также широко были проявлены зоны с интенсивной трещиноватостью. Элементы залегания ориентированных текстур руд и горных пород оказались весьма близкими.

С целью достижения лучших показателей добычных работ (уменьшение объема вскрыши, увеличения скорости проходки и др.) была завышена крутизна бортов карьера и занижена ширина площадок уступов на уже отработанных горизонтах карьера. При достижении карьером значительных глубин начали проявляться оползневые явления, в результате чего появились сдвоенные и даже строенные борта карьера, а сползшие и обрушившиеся горные массы полностью перекрыли неотработанную часть рудного тела. В результате значительное количество богатых медно-цинковых руд остались неотработанными после полного завершения на месторождении эксплуатационных работ.

Изложенные примеры далеко не исчерпывают накопленные к настоящему времени возможности эффективного использования сведений по текстурно-структурным особенностям руд конкретных объектов, что может привести к значительному экономическому эффекту и способствовать более рациональному и эффективному использованию недр нашей страны.

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД. НЕКОТОРЫЕ ПОЯСНЕНИЯ К РАЗДЕЛАМ АТЛАСА

Приведенные в атласе иллюстрации (макро- микрофотографии текстур и структур руд) сгруппированы в отдельные разделы по текстурным признакам в соответствии с морфолого-генетической систематикой текстур руд колчеданного типа, представленной в табл. 3. Отдельные структурные особенности руд, которым как в иллюстрированной, так и текстовой частях работы отведено резко подчиненное значение, что уже подчеркивалось во введении и в главе I, в рамках возможностей объемов иллюстрированной и текстовых частей книги рассматриваются совместно с текстурами руд в соответствии с их систематикой.

Текстуры и структуры вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд Таблицы I—XXX

Перечисленные в табл. 3 морфологические разновидности текстур, объединяемые в прожилково-вкрапленный тип текстур, как правило, теснейшим образом переплетаются в пространстве и в целом являются распространенными как в регионе, так и в пределах отдельных месторождений. По минеральному составу они в основном представляют прожилково-вкрапленные существенно пиритовые руды и зоны рассеянной, преимущественно пиритовой минерализации, характеризующая серно-колчеданный тип оруденения. Продуктивные (промышленные на медь и цинк) прожилково-вкрапленные руды в целом в регионе имеют подчиненное значение и в значительных количествах встречаются в основном на таких месторождениях, как Узельга, Гай, Барсучий Лог, Камаган, частично Юбилейное.

Современный облик вкрапленные руды приобрели в результате как дорудного (или синрудного) гидротермально-метасоматического изменения вулканогенных пород, так и последующего их преобразования при регионально-метаморфических изменениях рудовмещающих толщ.

Встречающиеся морфологические типы прожилково-вкрапленных текстур целесообразно разделить на шесть групп: собственно вкрапленные, прожилковые или жильные, прожилково-вкрапленные, сланцевато- и полосчато-вкрапленные, слоисто-вкрапленные и брекчиевидно-вкрапленные. В последнем случае особое внимание уделено обломкам и обломковидным обособлениям колчеданных руд в рудовмещающих толщах.

Собственно-вкрапленные текстуры являются преобладающими среди текстур описываемой группы. Рассредоточенная вкрапленность характеризуется тем, что рудные минералы во вмещающей породе наблюдаются в виде вкрапленников небольших зернистых агрегатов, отдельных зерен (I; V—1, 2, 3; VII—1)*. В таблицах II, III, IV, VI приведены детали строения, отражающие микротекстурные и структурные особенности вкрапленных руд, показанных на макрофотографиях таблиц I и V. В тех случаях, когда рудные минералы образуют более крупные скопления или гнезда густой вкрапленности на фоне безрудной породы, текстура руды является гнездово-вкрапленной, пятнисто-вкрапленной или даже брекчиевидно-вкрапленной (II—2; V—4; VI—1). Иногда наряду с рассеянной и гнездовой вкрапленностью сульфидов встречаются отдельные участки, сложенные сплошной сульфидной рудой и напоминающие собой обломки (или даже гальки) с острыми или сглаженными контурами (VII—3). Рассредоточенно-вкрапленные текстуры наиболее характерны для мономинеральных пиритовых руд, реже они встречаются в рудах, содержащих халькопирит, сфалерит, блеклую руду и другие минералы. Более обычными для таких руд являются гнездово-вкрапленные текстуры (III—2; V—4). Распределение рудных минералов во вмещающих породах чаще бывает неравномерным. Брекчиевидно-вкрапленные руды мало распространены. Однако на отдельных месторождениях они слагают значительные объемы (Узельга, Гай, Подольское). В отдельных случаях можно наблюдать постепенные переходы от руд с вкрапленными текстурами к брекчиевидно-вкрапленным и типичным брекчиевым и брекчиевидным текстурам.

Макроскопически границы между сплошными и прожилково-вкрапленными рудами обычно кажутся резкими. В действительности же между ними часто можно наблюдать постепенные переходы, прослеживающиеся на расстояние единиц и даже десятков сантиметров (XIV).

Иногда внутрирудные и послерудные дайки габброидов содержат рассеянную вкрапленность или четковидные прожилки крупных (до первых десятков миллиметров) кристаллов пирита кубического габитуса, особенности которых показаны в табл. XII.

Прожилковая (жилная) текстура характеризуется тем, что сульфиды наблюдаются в виде прожилков, выполняющих трещинки или располагающихся по сланцеватости вмещающих пород. Прожилки сульфидов имеют различную мощность (от долей миллиметров до нескольких сантиметров) и переменный минеральный состав. Иногда встречаются сульфидные жилки с симметрично-зональным строением, где минералы от зальбандов жилки к ее центру сменяются в следующей последовательности: кварц (иногда с серицитом), пирит, халькопирит, сфалерит, барит (иногда с кальцитом). В составе прожилков встречаются также блеклая руда, галенит, ги-

* Здесь и далее в тексте ссылки на иллюстрации даны в скобках. Римская цифра обозначает номер таблицы, арабская — номер рисунка в данной таблице.

погенный борнит и реже другие минералы. Ориентировка прожилков (особенно в массивных породах) самая различная, однако в общем случае преобладают направления, согласные с расланцеванием пород, падением рудных тел или рудовмещающих зон (IX—I, 4; X; XI).

Характерны редко встречающиеся прожилковые текстуры, которые можно определить как решетчато-каркасные, где рудные прожилки секут опережавшие их по времени образования хлоритовые метасоматиты. Встречающиеся псевдоморфозы халькопирита и сфалерита по пириту (IV) свидетельствуют о проявлении продуктивного минералообразования из металлоносных бессернистых растворов [52].

Следует остановиться на примере, показанном в табл. IX—I. Здесь в сильно расланцованном кварц-серицитом метасоматите с тонко распыленной вкрапленностью пирита наблюдается крупное гнездово-прожилковое выделение чистой блеклой руды, которая окружена каймой (венчиковая или друзитовая текстура) парагенного с ней тонковолокнистого серицита шелковистого облика.

Под микроскопом часто удается наблюдать все стадии замещения сульфидов (пирита, халькопирита, сфалерита и реже других минералов) нерудными минералами и прежде всего тонкочешуйчатыми слюдами (в основном группа серицита). Значительно реже сульфиды замещаются карбонатами. В редких случаях встречаются псевдоморфозы кварца по пириту (см. табл. VII, IX). При интенсивном проявлении подобных замещений могут возникать вкрапленные руды с соответствующим текстурным рисунком (XIV—2; XV—2, 3).

В метасоматитах, возникших по пирокластическим породам, нередко проявляется преимущественная приуроченность сульфидов к определенному типу изменений (V—2, 2, а).

В описываемую группу следует также отнести слоистые, слоисто-полосчатые и сланцевато-полосчатые вкрапленные руды, где сульфиды занимают лишь часть объема и располагаются в породе в виде рассредоточенных вкрапленников, подчиняясь элементам слоистости или сланцеватости. Подобные текстуры руд наиболее часто встречаются на Барсучьем Логе, в Гае и Юбилейном месторождениях, а также в минерализованных породах надрудной толщи Подольского месторождения (IX—2, 3; XIV, XXIV, XXVIII, XXX).

Практически на всех месторождениях встречаются цементные текстуры вкрапленных руд, которые по своим морфологическим особенностям очень близки к аналогичным текстурам руд колчеданной залежи вулкана Менделеева на о-ве Кунашир (XVI).

Руды с вкрапленными текстурами обычно имеют отчетливо выраженные зернистые структуры: от аллотриоморфнозернистых до гипидиоморфнозернистых. Последние преобладают. Структуры замещения здесь менее характерны, чем в сплошных массивных, полосчатых и сланцеватых рудах. Тонкие взаимопрорастания сульфидов (особенно халькопирита со сфалеритом) во вкрапленных рудах являются редкостью в отличие от сплошных.

Метаморфические воздействия выражаются в наличии дробления и зон разлिनзования в густовкрапленных пиритовых рудах или частичной перекристаллизации сфалерита и халькопирита в тонкозернистый гранобластический агрегат. При травлении пирита часто выявляется зональное строение его зерен (XXVII — 3). Колломорфные образования во вкрапленных рудах встречаются значительно реже по сравнению со сплошными рудами тех же месторождений.

Следует подчеркнуть, что в пределах одного и того же месторождения сульфиды в рудах с вкрапленными текстурами обычно в меньшей степени подвержены метаморфическим преобразованиям по сравнению с сульфидами из сплошных руд независимо от их текстурного рисунка.

Иногда в рудовмещающих породах наблюдается фоновая редкая пылевидная пиритизация (Барсучий Лог) или узко локально проявляется очень тонкая вкрапленность пирита, представленного в основном фрамбоидами и глобулями (Узельга, Подольское, висячий бок рудных тел). Подобная вкрапленность, вероятнее всего, сингенетична с вмещающей ее породой (XXV, XXVI, XXIX).

Наряду с брекчиевидной вкрапленными текстурами гидротермально-метасоматического происхождения в рудовмещающих толщах часто встречаются обломковидные обособления колчеданных руд, которые иногда непосредственно переходят в сплошные руды с брекчиевыми и брекчиевидными текстурами (XVII—XXIII).

Вопрос о происхождении сульфидных обломковидных обособлений в рудовмещающих толщах колчеданных месторождений имеет принципиально важное значение для определения возрастных соотношений колчеданных руд с вмещающими породами и для правильного понимания условий их формирования. Именно поэтому данная проблема издавна привлекала внимание многих исследователей и ей посвящено много специальных работ. К настоящему времени определено три основных направления в решении рассматриваемой проблемы с некоторыми частными отклонениями или детализацией вопросов.

Представители первого направления сульфидные обломки и обломковидные обособления рассматривают как результат избирательного замещения сульфидами рудовмещающих преимущественно пирокластических пород. При этом процесс рассматривается как обычный гидротермально-метасоматический [23, 29, 72], или как гелевый метасоматоз [6, 8, 41, 44].

Представители второго направления считают, что сульфидные обособления представляют собой обломки руды и возникли при локальном размыве уже сформированных колчеданных залежей и вмещающих их пород, либо в процессе формирования рудных тел [11, 17, 25, 32, 35, 39, 61]. Некоторые исследователи этого же направления рассматривают сульфидные обособления или, по крайней мере их определенную часть, как пирокластические образования, возникшие при вулканических эксплозиях с кратковременным и

незначительным по расстоянию переносом кластического материала [50].

Третье направление окончательно оформилось сравнительно недавно. Его представители рассматривают сульфидные обособления как рудные обломки, образовавшиеся в результате эксплозивно-гидротермальных процессов, протекавших в апикальных частях субвулканических порфиритовых интрузий [5, 22]. Появилось также мнение о полигенной природе описываемых образований. Так, А. С. Бобохов [5] считает, что на некоторых колчеданных месторождениях Южного Урала в составе магмогенных брекчий, связанных с субвулканическими породами кислого состава, наряду с обособлениями метасоматического генезиса определенную роль играют рудные ксенолиты, которые отторгнуты от уже сформированных рудных тел внедрившимися эксплозивными брекчиями.

Проведенные автором исследования и обобщение известных литературных данных показывает, что проблема «обломков» в рудовмещающих толщах месторождений колчеданного типа Южного Урала в целом далека от окончательного своего разрешения. Это прежде всего объясняется большой сложностью рассматриваемой проблемы и трудностью ее разрешения одними только традиционными методами полевых и лабораторных микроскопических исследований. В то же время уже сейчас с достаточным основанием можно считать, что рассматриваемые сульфидные обломковидные обособления, как и брекчиевидные текстуры руд, могут иметь различную природу и в ряде случаев относятся к полихронным и полигенным образованиям, что и отражено в табл. 3 (в тексте), а также показано в таблицах XVII — XXIII.

Различные генетические типы обломковидных текстур колчеданных руд образовывались на разных отрезках длительного периода формирования руд месторождений колчеданного типа Южного Урала, чем и обусловлена их полигенная природа.

Текстуры и структуры сплошных колчеданных руд

Сплошные руды составляют основную массу сульфидных руд всех колчеданных месторождений региона, а на некоторых объектах они слагают рудные тела практически полностью (Учалы, Сибай, Комсомольское). Исключение составляет лишь Ташкулинское рудопроявление (Макан-Бурибаевский рудный район), руды которого почти нацело являются прожилково-вкрапленными.

Сплошные руды отличаются неизмеримо большим разнообразием текстурно-структурных рисунков, нежели прожилково-вкрапленные. Значительно сложнее и многообразнее также их условия формирования.

Массивные текстуры являются наиболее простыми по строению (включая внутреннее строение слагающих их минеральных агрегатов) и характеризуются однородным строением с примерно равномерным распределением в пространстве главных рудообразующих

минералов (табл. XXXI—XXXVIII). Собственно массивные текстуры встречаются почти на всех месторождениях в подчиненных количествах. Они характерны в основном для мономинеральных (пиритовых, пирротиновых и т. д.) руд. В полиминеральных сплошных рудах массивные текстуры встречаются реже и обычно сочетаются с пятнистыми, полосчатыми и брекчиевидными.

Сплошные руды с массивными текстурами образуются в основном в результате гидротермально-метасоматического замещения однородных по составу и строению пород, однако нельзя исключить возможность выполнения полостей. Массивные руды метаморфогенно-гидротермального происхождения в незначительном количестве известны на Учалинском месторождении [58].

Полосчатые и слоистые текстуры руд в месторождениях региона занимают, пожалуй, ведущее место (см. табл. 5 в тексте). В то же время их распространение в пределах самих месторождений и слагающих их рудных тел и залежей отличается резко выраженной неравномерностью. Для одних объектов это ведущий текстурный рисунок, определяющий в целом облик руд (Барсучий Лог, Джуса, Гай, Левобережное, Майское, Таш-Таш). На других месторождениях полосчатые и слоистые руды встречаются примерно в равных количественных соотношениях с другими широко распространенными текстурными рисунками руд (Октябрьское, Подольское, им. XIX Партсъезда, Юбилейное, Весеннее). На третьих же объектах описываемые текстуры руд встречаются в резко подчиненных количествах или даже являются большой редкостью (Учалы, Западно-Озерное, Новое, Талган, Узельга, Сибай, Камаган, Южный Макан, Комсомольское, Осеннее, Летнее, Лучистое).

Полосчатые и слоистые текстуры наиболее разнообразны по морфологическим особенностям и в целом сложны по минеральному составу и деталям строения (XXXIX—LXXV). Различные морфологические типы полосчатых и слоистых текстур руд формируются на протяжении всех этапов колчеданного рудообразования, что частично нашло уже отражение в некоторых публикациях [42, 43, 59].

Несколько большее внимание по сравнению с остальными генетическими типами полосчатых и слоистых текстур в атласе уделено примерам с признаками гидротермально-осадочного рудогенеза (XL, LXI—3, LVI). При этом следует отметить, что признаки гидротермально-осадочного происхождения встречены также в некоторых образцах слоисто-вкрапленных руд Узельгинского и Комсомольского месторождений (XXVIII, XXIX). Это связано с тем, что материалы подобного рода по южноуральским месторождениям пока не нашли достаточно полного отражения в литературе. В целом же полосчатые и слоистые руды с отчетливыми признаками гидротермально-осадочного образования встречены пока лишь в виде небольших фрагментов на некоторых месторождениях (Узельга, Подольское, Учалы, Гай, Комсомольское, Юбилейное, Барсучий Лог).

Для руд с различными морфологическими типами гидротермально-метасоматической полосчатости приведен ряд примеров, подтверждающих идею формирования продуктивных руд в послесерно-

колчеданные стадии минерализации из бессернистых или малосернистых растворов (XLV, XLVII, XLVIII — 3).

На примере иллюстраций в таблицах L — 2, L — 1, LIII показаны последовательные стадии формирования линзовидно(гнейсовидно)-полосчатых текстур различных минеральных типов руд.

Среди ориентированных текстур особое место в связи с решением генетических вопросов и не прекращающейся дискуссией о генезисе этих месторождений занимают тонкослоистые колчеданные руды, установленные в последние годы автором и другими исследователями на многих месторождениях (Гай, Юбилейное, Сибай, Узельга, Учалы). Наиболее отчетливо (по сравнению с другими месторождениями) тонкослоистые текстуры руд проявлены на Учалах, хотя в общем объеме руд месторождения их доля весьма незначительна (LXIII—LXX). Реже и в меньших количествах текстуры данного типа встречаются на остальных месторождениях. Следует также отметить, что в целом изученность этих весьма своеобразных текстур руд недостаточна, что не позволяет пока сделать однозначные и убедительные выводы о их генетической природе.

Особенностью Учалинского месторождения является то, что там совместно со слоистыми встречаются и слоисто-кластические руды, приуроченные к выклинкам рудных тел по их простираю. На северном фланге Учалинского месторождения П. И. Пирожком описан пропласток сплошных медисто-цинковистых руд ритмично-слоистого строения, которое обычно характерно для гидротермально-осадочного рудообразования. В то же время отдельные детали строения этих тонкослоистых руд могут быть объяснены и с позиций гидротермально-метасоматического происхождения и последующей метаморфической перегруппировки вещества (LXVIII). Сказанное дает основание считать, что природа этих руд еще не выяснена. Некоторые исследователи (47) считают, что слоистые и кластические руды на флангах Учалинского месторождения являются генетически сложными образованиями, в формировании которых принимают участие процессы размыва и переотложения ранее сформированных рудных скоплений, процессы гидротермально-осадочного рудоотложения и диагенетические преобразования рудного вещества.

Несомненный интерес для расшифровки отдельных стадий гидротермально-метасоматического рудообразования представляют слоисто-полосчатые текстуры руд, образованные благодаря пересечению деформации разных структурных планов (LXXI—LXXV). На ряде примеров, установленных на месторождениях Южный Макац, Гай и Барсучий Лог, показано, что в некоторых случаях продуктивная минерализация, представленная более поздними минеральными ассоциациями, накладывается на ранее сформированные колчеданные руды с изменениями плана тектонических деформаций, предшествовавших отложению этих ассоциаций. Так, халькопирит-пиритовая минеральная ассоциация накладывается под углом на первично полосчатые (слоистые) руды существенно пиритового состава (LXXI, LXXII — 3; LXXV). На тонкослоистые халькопирит-пиритовые руды под углом 30—45° накладывается прожилковая сфале-

ритовая (LXXII — I, 4) или блеклорудная минерализация (LXXIV — I). На Гайском месторождении нередко встречаются тонкополосчатые полиминеральные руды с наложенной под углом 30—40° халькопирит-борнитовой (с резким преобладанием борнита) прожилково-полосчатой минерализацией (LXXIV — 2).

Сланцеватые и сланцевато-полосчатые текстуры показаны в таблицах LXXVI—LXXXIV на примере иллюстраций различных минеральных типов руд. Прослежена история формирования сланцеватости в рудах и продемонстрированы примеры некоторых деталей указанных текстур.

Характерно, что именно в сланцеватых и сланцевато-полосчатых рудах наблюдается максимальное развитие внутри- и послерудных тонкочешуйчатых слюдистых минералов, интенсивно замещающих сульфиды вплоть до образования вкрапленных руд с низкими содержаниями сульфидов (LXXVII — I, 3; LXXVIII — 3, 4; XIV — I; XIV — 3, 4).

Брекчиевые и брекчиевидные текстуры в целом широко представлены в рудах южноуральской колчедановосной провинции, однако распространены они крайне неравномерно. Если облик одних месторождений (Узельга, Камаган, Сибай, Учалы, Подольское) определяется рудами с брекчиевыми и брекчиевидными текстурами, то на других объектах (Гай, им. XIX Партсъезда, Юбилейное) они по распространенности сопоставимы с рудами иных текстурных рисунков, а на третьих (Барсучий Лог, Джуса, Левобережное, Весеннее, Осеннее, Летнее) — брекчиевые и брекчиевидные текстуры являются редкостью.

Известно несколько точек зрения на образование описываемых текстур колчеданных руд: 1) избирательное метасоматическое замещение сульфидами и слюдистыми минералами пирокластических пород различного происхождения [23, 72, 76, 80]; 2) дробление ранних рудных агрегатов и их последующая цементация минеральными ассоциациями, образовавшимися в более поздние стадии процесса рудообразования [41, 45, 76 и др.]; 3) дробление вследствие усыхания кристаллизующихся гелевых масс [74, 76]; 4) диагенетические преобразования тонкодисперсных масс сульфидов, расчленение контракционными трещинами гелеподобных рудных масс на полиэдры, неравномерность раскристаллизации этих масс и их дифференциация [80; 81].

Проведенные исследования показывают, что колчеданные руды с брекчиевыми и брекчиевидными текстурами в целом в регионе являются полигенными образованиями, возникшими в результате перечисленных выше процессов, каждый из которых проявился далеко не повсеместно на Южном Урале и с различной интенсивностью на конкретных месторождениях. Кроме того, на некоторых месторождениях установлены кластогенно-брекчиевые текстуры и микротекстуры сплошных колчеданных руд (Учалы, Западно-Озерное, табл. XXXI—I; XXXII—I, 2). Эти руды образовались в результате перетложения разрушенных (вероятно, в процессе подводного размыва) ранее сформированных минеральных агрегатов. На подобные седи-

ментационные образования в ряде случаев могли наложиться более поздние минеральные ассоциации.

Наиболее распространенными на южноуральских месторождениях являются брекчиевые и брекчиевидные текстуры руды, образовавшиеся в результате дробления пиритовых руд и последующей их цементации более поздними минеральными агрегатами.

Для виутрирудных брекчий в атласе приведены примеры последовательного их формирования, начиная от брекчий серноколчеданных (раннепиритовых) руд, сцементированных сначала кварцем с мелкими зернами и обломочками пирита (табл. LXXXVI—3; LXXXVII—4, 5; XCIV), а затем агрегатами халькопирит-пиритовой минеральной ассоциации (XC—1, 2). Халькопирит-сфалерит-пиритовые руды с брекчиевыми и брекчиевидными текстурами образовались в результате цементации сфалеритом с примесями барита, пирита и халькопирита обломков и обломковидных обособлений халькопирит-пиритового состава (XCII).

Значительно реже встречаются примеры брекчиевых и брекчиевидных текстур полиминеральных руд. В табл. XCIII приведены примеры брекчиевидных руд, где: 1) халькопирит-пиритовые обособления сцементированы борнит-халькопиритовым агрегатом с галенитом и блеклой рудой (XCIII—1); 2) существенно сфалеритовые обломки сцементированы агрегатом позднего пирита с перетертым материалом обломков (XCIII—2); 3) показан пример начальной стадии брекчирования раннепиритовой руды и цементации ее обломков блеклой рудой и сфалеритом (XCIII—4).

В фототаблицах показаны морфологические разновидности встречающихся в рудах *колломорфных текстур и структур* (XCVI—C). Из табл. 5 в тексте следует, что для ряда месторождений колломорфные текстуры и структуры являются обычными в рудах или даже преобладают над другими текстурными рисунками (Блява, Комсомольское, Яман-Касы, Сибай, им. XIX Партсъезда, Новое). Для значительной части месторождений эти текстуры и структуры являются большой редкостью (Озерное, Узельга, Таш-Тау, Майское, Подольское, Октябрьское, Гай, Левобережное, Барсучий Лог). Из упомянутых выше таблиц, а также примеров колломорфных текстур и структур или их реликтов, приведенных в предыдущих разделах атласа, следует, что реликты колломорфного строения сульфидных агрегатов (преимущественно пирита) встречаются во всех генетических и минеральных типах сплошных и прожилково-вкрапленных руд.

В таблицах CI—CVIII на примере *пирротиновых руд* Узельгинского и частично Сибайского и Озерного месторождений показана сложность микротекстурных и структурных рисунков этих руд, а также прослежены последовательные стадии гипогенной дисульфидизации пирротина с образованием пирита, магнетита и частично гематита, сидерита. Приведенные в таблицах структуры типа «птичьего глаза» можно рассматривать как индикаторы исчезнувшего из колчеданных руд пирротина. Встречающиеся в рудах отдельных колчеданных месторождений структуры типа «птичьего

глаза» и другие признаки исчезнувшего пирротина [18] могут быть использованы для палеореконокструкций минерального состава колчеданных руд и прежде всего выяснения истинных масштабов проявления существовавшей ранее пирротиновой минерализации.

На всех колчеданных месторождениях встречаются самые различные по составу и морфологии *рудные жилы и прожилки, секущие сплошные колчеданные руды* разного минерального состава и строения (СIX—СXII). Их мощность достигает 5—6 см, а иногда и более. В приведенных примерах показаны структурные особенности отдельных минералов, образующих рудные жилы (шестоватый пирит — табл. СIX, СХ), а также различные морфологические особенности и состав некоторых минеральных парагенезисов гидротермально-метасоматического происхождения, секущих колчеданные руды, сложенные минералами более ранних ассоциаций (СXI, СXII).

Текстурно-структурные особенности *регенерированных (вторично-гидротермальных) сульфидных руд* (СXIII—СХХ) показаны на примере Учалинского месторождения. В рудах колчеданных месторождений Южного Урала довольно широко представлены явления сегрегации и локального проявления метаморфической перегруппировки вещества. Учалинское месторождение является, пожалуй, единственным примером значительной самостоятельной концентрации вторично-гидротермальных или регенерированных переотложенных медных сульфидных руд [58]. Эти руды локализируются в крутопадающей тектонической зоне, проходящей в 20—25 м западнее главной рудной залежи месторождения в ее висячем боку среди пород основного состава надрудной толщи. Известно два небольших рудных тела жильной формы, не превышающие 1,5 м по мощности и прослеживающиеся по падению до 20—25 м. Состав руд в одном теле халькопирит-борнитовый, в другом — существенно халькопиритовый. Они имеют отчетливое симметрично-зональное строение по мощности и падению, по периферии окаймляются зоной мощностью до 4—6 см молочно-белого кварца, парагенного либо только с халькопиритом, либо с гипогенными борнитом и халькопиритом. Отдельные вкрапленники кварца встречаются и во внутренних зонах жил.

В халькопирит-борнитовом теле выделяются 4 зоны: 1) центральная часть, сложенная среднезернистым халькопиритом, 2) халькопирит-борнитовая зона, окаймляющая ядро, 3) наружная сульфидная зона, представленная массивным борнитом, и 4) зона молочно-белого кварца, содержащего в контакте с борнитом зелено-черный хлорит, гематит и магнетит. Пирит в этом рудном теле полностью отсутствует.

Существенно халькопиритовое тело имеет меньшие размеры и более простое строение. Центральная его часть сложена чистым халькопиритом, а краевая зона представлена брекчевой рудой, где существенно пиритовые обломки сцементированы халькопиритом. В зальбандах тело окаймляется оторочкой жильного кварца с редкими включениями зеленого хлорита.

В кварце, парагенном с борнитом и халькопиритом, обнаружены

относительно высокотемпературные (380—425°С) газово-жидкие включения, которые, вероятно, и характеризуют начальный температурный режим поступавших в зону разгрузки гидротермальных растворов [57]. В минеральных парагенезисах колчеданных месторождений Южного Урала высокотемпературные флюидные включения до сих пор не встречались. Максимальные температуры гомогенизации кварца, парагенного в этих рудах с различными сульфидами, не превышают 300—360°С. С приведенными данными сопоставимы также температуры колчеданного рудообразования на разных стадиях его развития, полученные путем анализа материалов по многочисленным геологическим термометрам, встречающимся в рудах практически всех колчеданных месторождений региона [51, 69].

Текстуры и структуры руд, испытавших контактовый метаморфизм (воздействие габброидных даек) (СХХI—СХХIV). В таблицах иллюстраций, составленных на примере Узельгинского, Сибайского и Гайского месторождений, отражены отдельные примеры текстурно-структурных особенностей руд, испытавших метаморфизм в зонах контактов с послерудными габброидными дайками. Макро- и микрофотографии табл. СХХI характеризуют метаморфические преобразования пиритовой руды (брекчирование пиритовых агрегатов и перекристаллизацию зерен пирита) в контакте с дайкой. В таблицах СХХII—СХХIV показаны микроструктурно-структурные особенности минеральных новообразований в колчеданных рудах, а также метаморфические эмульсионные и решетчатые структуры халькопирита в сфалерите.

Следует отметить, что псевдоморфозы в рудах колчеданных месторождений Южного Урала распространены значительно шире, чем это принято считать в настоящее время. Здесь встречаются псевдоморфозы по нерудным минералам вмещающих пород, включая их предрудные гидротермально-метасоматические изменения, псевдоморфозы одних сульфидов по другим (поздних по более ранним), а также псевдоморфозы поздних и послерудных гидротермальных нерудных минералов по более ранним сульфидам. Особенно широко распространены явления замещения практически всех сульфидов послерудными тонкошелушатыми слюдястыми минералами (серпичиты, парагонит, пирофиллит). Однако ограниченный объем книги не позволяет более подробно остановиться на этих примерах.

Псевдоморфозы в колчеданных рудах (СХХV—СХХVIII). Сведения в виде иллюстраций, приведенные в данном разделе, отражают фактически структуры замещения, встречающиеся в различных текстурных типах сплошных и прожилково-вкрапленных сульфидных руд. Однако, учитывая, что хорошо сохранившиеся рудные псевдоморфозы являются редкими и в то же время содержат весьма важную генетическую информацию, представляется целесообразным эти сведения выделить в виде самостоятельного раздела.

Примеры псевдоморфоз халькопирита и сфалерита приведены ранее IV—I, 3, 4; XXXVI—3. Наиболее часто встречаются частичные и полные псевдоморфозы пирита или смеси дисульфидов железа с

халькопиритом и другими минералами по миндалинам в вулканогенных породах, по плагиоклазам, пирротину, бариту и, возможно, таблитчатым нерудным минералам. Имеются также единичные находки пирита по фауне в рудах месторождений им. XIX Партсъезда и Сибайского.

На иллюстрациях таблиц СХХV — СХХVI показаны округлые, линзовидные или чечевицеобразные выделения, по форме напоминающие оолито- и онколитообразные концентрически-слоистые образования, центральные зоны которых выполнены кремнистым веществом. Встречены они в слоистых и массивных рудах месторождений Сибай, Барсучий Лог и Комсомольское. Природа описываемых образований пока окончательно не разгадана, однако по ряду признаков они, вероятнее всего, представляют собой псевдоморфозы по реликтам неизвестного органического остатка и аналогичны рудной псевдоморфозе, описанной Т. Н. Шадлун на месторождении Яман-Касы под названием реликтовой структуры неизвестного органического остатка.

В таблицах СХХVII—СХХVIII приведены отдельные примеры псевдоморфоз сульфидов по рудным и нерудным минералам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас текстур и структур/С. И. Талдыкин, Н. Ф. Гончарик, Г. Н. Еникеева, Б. Б. Розина. М.: ГосНТИ, 1954. 267 с.
2. Атлас текстур и структур сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова./Г. И. Горбунов, Ю. Н. Яковлев, Ю. А. Астафьев, Ю. В. Гончаров, И. С. Бартевев, Ю. Н. Нерадовский. Л.: Наука, 1973. 176 с.
3. Атлас текстур и структур руд цветных металлов Казахстана (цинк, свинец, медь). Алма-Ата, 1976. 312 с.
4. *Бегехтин А. Г.* Классификация текстур и структур руд.— Изв. АН СССР, Сер. геол., 1937, № 1, с. 49—71; № 2, с. 235—266.
5. *Бобохов А. С.* О кластогенной природе некоторых сульфидных обособлений в рудовмещающих комплексах колчеданных месторождений Южного Урала.— В кн.: Геология и условия образования месторождений меди на Южном Урале. Уфа: БФАН, СССР, 1975, с. 85—90.
6. *Бородаевская М. Б.* Соотношение колчеданного оруденения с магматизмом и некоторые вопросы генезиса колчеданных руд на примере Южного Урала.— В кн.: Проблемы генезиса руд. МГК, XXII сессия. Докл. сов. геол. Проблема 5. М.: Наука, 1964, с. 183—197.
7. *Бородаевская М. Б., Кривцов А. И., Курбанов Н. К., Новгородова М. И.* О металлогенической специализации колчеданосных вулканогенных формаций.— Докл. АН СССР, 1969, т. 187, ч. 2, с. 421—423.
8. *Бородаевская М. Б., Прушинская Э. Я.* О генезисе обломковидных обособлений в породах месторождения им. XIX Партсъезда (Южный Урал).— Геол. рудн. месторожд., 1962, № 1, с. 63—67.
9. *Бородаевская М. Б., Требухин В. С., Никешин Ю. В.* Рудная зональность и условия образования Гайского медноколчеданного месторождения (Южный Урал).— Сов. геол., 1981, № 1, с. 50—58.
10. *Гаррис М. А., Пшеничный Г. Н.* Сопоставление геологических и радиологических данных о возрасте палеозойского колчеданного оруденения на Урале.— В кн.: Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1978, с. 3—15.
11. *Вахромеев И. С., Моисеев Е. А.* Об условиях залегания своистых вулканогенно-осадочных пород всячего бока Учалинского месторождения и о рудных включениях в них.— В кн.: Вопросы геологии и происхождения колчеданных месторождений Урала.— Тр. ГГИ УФАИ СССР, 1959, вып. 43, с. 145—152.
12. *Доброгорьев Д. П.* Закономерности образования сульфидов меди в колчеданных месторождениях Среднего Урала.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1948, ч. 77, вып. 1, с. 32—42.
13. *Доброгорьев Д. П.* Онтогенез минералов. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1961. 284 с.
14. *Дистанов Э. Г., Ковалев К. Р.* Текстуры и структуры гидротермально-осадочных колчеданно-полиметаллических руд Озерного месторождения.— Тр. ИГиГ СО АН СССР. Новосибирск: Наука, 1975, вып. 179, 174 с.
15. *Добровольская М. Г., Шадлуи Т. М.* Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд. М.: Наука, 1974. 274 с.
16. *Жабин А. Г.* Реакционное взаимодействие рудоносных (Cu+Zn) гидротерм с телами пиритов.— Докл. АН СССР, т. 215, № 3, 1974, с. 661—664.
17. *Жабин А. Г.* Цунами как фактор разрушения рудных тел, формирующихся в вулканогенной островодужной обстановке эвгеосинклиналей.— Геол. рудн. месторожд., 1980, № 1, с. 64—72.
18. *Жабин А. Г., Самсонова Н. С.* Признаки исчезнувшего пирротина в колчеданных месторождениях.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1975, ч. 103, вып. 3, с. 346—350.

19. *Заварицкий А. Н.* О некоторых особенностях колчеданных месторождений Блява, Сибай, Учалы.— Изв. АН СССР, Сер. геол., 1943, № 1, с. 3—13.
20. *Заварицкий А. Н.* О генезисе колчеданных месторождений.— Изв. АН СССР, Сер. геол., 1943, № 3, с. 3—17.
21. *Заварицкий А. Н.* Метаморфизм и метасоматизм в уральских колчеданных месторождениях.— В кн.: Колчеданные месторождения Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 7—18.
22. *Иванкин П. Ф.* О происхождении минерализованных брекчий некоторых месторождений колчеданного типа Алтая и Урала.— Докл. АН СССР, 1962, т. 142, № 2, с. 422—424.
23. *Иванов С. Н.* Сибайское месторождение: Опыт изучения геохимии и минералогии колчеданных месторождений.— Тр. ГГИ УФАН СССР, Свердловск, 1947, вып. 11, 103 с.
24. *Иванов С. Н.* Изучение зон роста зерен пирита в колчеданных месторождениях Урала.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1950, № 2, с. 113—126.
25. *Иванов С. Н., Рокачев С. А.* К происхождению сульфидных обломковидных обособлений в надрудных толщах колчеданных месторождений (на примере месторождения им. XIX Партсъезда на Южном Урале).— Геол. рудн. месторожд., 1966, № 6, с. 66—79.
26. *Исаенко М. П.* Определитель текстур и структур руд. М.: Недра, 1961, 156 с.
27. *Исмагилов М. И.* Особенности минерального состава структур и текстур руд колчеданного месторождения им. XIX Партсъезда.— В кн.: Геолого-минералогические особенности меднорудных месторождений Урала. Уфа: БФАН СССР, 1962, с. 23—42.
28. *Исмагилов М. И.* Минералогия и условия образования руд месторождения Летнее.— В кн.: Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1978, с. 34—47.
29. *Ковалев Ф. И.* Генезис колчеданных и золото-баритовых месторождений Баймакского района.— Сов. геол., 1944, № 2, с. 13—23.
30. Колчеданные месторождения Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1950, 328 с.
31. Колчеданные месторождения мира./Под ред. акад. В. И. Смирнова. М.: Недра, 1979, 284 с.
32. *Ленных И. В.* Основные вопросы геологии колчеданных месторождений Южного Урала.— В кн.: Вопросы геологии и происхождения колчеданных месторождений Урала.— Тр. ГГИ УФАН СССР, 1959, вып. 43, с. 79—92.
33. *Ленных И. В.* К геологии колчеданного месторождения Учалы (Южный Урал).— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1962, вып. 3, с. 37—54.
34. *Ленных И. В., Лазарев П. В.* Геологическая позиция и возраст колчеданных залежей Южного Урала.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1962, вып. 3, с. 7—27.
35. *Логинов В. П.* Метаморфизованные колчеданные гальки в верхнесилурийских конгломератах Левихи (Средний Урал).— Изв. АН СССР, Сер. геол., 1956, № 6, с. 92—100.
36. *Малахов А. А., Малахов Д. А., Скуратов В. Н., Чадченко А. В.* К генезису Учалинского колчеданного месторождения (Южный Урал).— Геол. рудн. месторожд., 1979, № 5, с. 18—26.
37. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Атлас текстур и структур руд. Алма-Ата: Наука, 1981, 248 с.
38. *Некоторые вопросы генезиса колчеданных месторождений Магнитогорского мегасинклинория.* М. Б. Бородаевская, Н. К. Курбанов, Е. П. Ширай, А. И. Кривцов, А. Д. Рахчеев.— В кн.: Тилы рудных районов колчеданопосных провинций Южного Урала и Западного Казахстана.— Тр. ЦНИГРИ, 1973, вып. 105, с. 188—208.
39. *Пастухов И. П.* Новое о возрасте медноколчеданных месторождений на Южном Урале.— Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1956, вып. 1, с. 59—63.
40. *Петровская Н. В.* Ассоциации рудообразующих минералов, элементы строения рудных тел и некоторые черты генезиса Сибайского медноколчеданно-

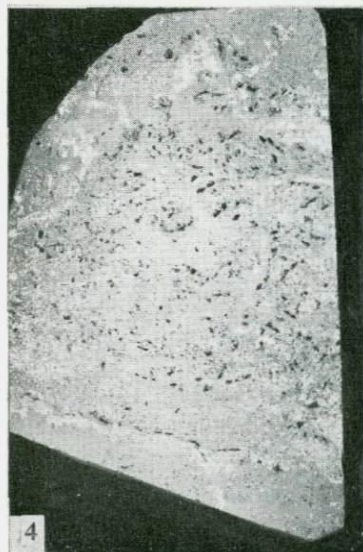
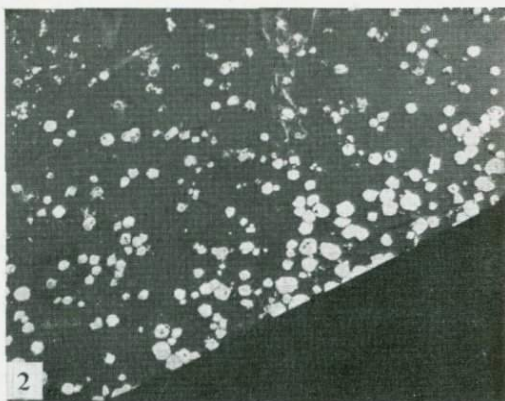
- го месторождения (Южный Урал).— Тр. ЦНИГРИ, 1961, вып. 40, с. 56—103.
41. *Петровская Н. В.* О минеральных ассоциациях и некоторых условиях формирования колчеданных месторождений Южного Урала.— Геол. рудн. месторожд., 1961, № 2, с. 23—44.
 42. *Петровская Н. В.* О полосчатых текстурах руд Гайского и некоторых других медноколчеданных месторождений Урала.— Тр. ЦНИГРИ, 1963, вып. 52, с. 23—64.
 43. *Петровская Н. В.* О роли тектонических факторов в образовании полосчатых текстур колчеданных руд (на примере месторождений Южного Урала).— Геол. рудн. месторожд., 1964, № 4, с. 15—32.
 44. *Петровская Н. В.* О роли деструкции и «гелевого метасоматоза» при формировании округлых обломковидных обособлений сульфидов в колчеданных месторождениях Южного Урала.— Тр. ЦНИГРИ, 1969, вып. 80, с. 47—64.
 45. *Петровская Н. В., Гасьянов А. В.* Некоторые черты минералогии и генезиса Учалинского месторождения на Южном Урале.— Тр. ЦНИГРИ, 1960, вып. 37, с. 55—94.
 46. *Пирожок П. И., Злотник-Хоткевич А. Г.* Новые данные о генезисе Учалинского колчеданного месторождения.— Докл. АН СССР, 1978, т. 242, № 2, с. 390—393.
 47. *Пирожок П. И., Нафиков У. С.* Слоистые и кластические руды на флангах Учалинского месторождения как источник новой информации о его генезисе.— В кн.: Минералогия и геохимия сульфидных месторождений и рудоносных комплексов Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1979, с. 18—28.
 48. *Прахова Е. В.* Строение и формирование агрегатов пирита в колчеданных рудах Урала (на примере Учалинского и других колчеданных месторождений).— Тр. ИГиГ, 1969, вып. 80, с. 4—54. Свердловск: УФАН СССР.
 49. *Прокин В. А.* Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Свердловск, 1973, 44 с.
 50. *Прокин В. А., Русаков В. М.* Брекчиевидные руды Сибая.— В кн.: Вопросы геологии и происхождения колчеданных месторождений Урала.— Тр. ГГИ, УФАН СССР, 1959, вып. 43, с. 119—132.
 51. *Пшеничный Г. Н.* Гайское медноколчеданное месторождение Южного Урала.— М.: Наука, 1975. 188 с.
 52. *Пшеничный Г. Н.* Условия формирования руд месторождений колчеданной формации Южного Урала.— В кн.: Силуро-девонский вулканизм Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1975, с. 148—159.
 53. *Пшеничный Г. Н.* Пирротиновые руды Узельгинского медноколчеданного месторождения, их минералогия, строение и некоторые особенности формирования.— В кн.: Минералогия и геохимия сульфидных месторождений и рудоносных комплексов Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1979, с. 3—17.
 54. *Пшеничный Г. Н.* К геохимии изотопов серы сульфидов при метаморфизме колчеданных руд.— В кн.: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления: Тез. докл. Тюмень, 1980, с. 27—30.
 55. *Пшеничный Г. Н.* Гипогенные сульфатные минеральные парагенезисы в колчеданных месторождениях Урала и их прогнозно-поисковое значение.— В кн.: Рудоносные метасоматические формации Урала. Колчеданные, редкометалльные, золоторудные месторождения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с. 26—28.
 56. *Пшеничный Г. Н.* Минеральные типы и гипогенная зональность руд Узельгинского колчеданного месторождения.— В кн.: Вопросы минералогии, геохимии и генезиса полезных ископаемых Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1982, с. 20—33.
 57. *Пшеничный Г. Н., Андриянова Н. А.* Температуры регенерации на колчеданных месторождениях Южного Урала.— В кн.: Термобарогеохимия и рудогенез: Тез. VI Всесоюз. совещ. по термобарогеохимии, т. 11. Владивосток, 1978, с. 108—109.
 58. *Пшеничный Г. Н., Пирожок П. И.* Халькопирит-борнитовая минерализация

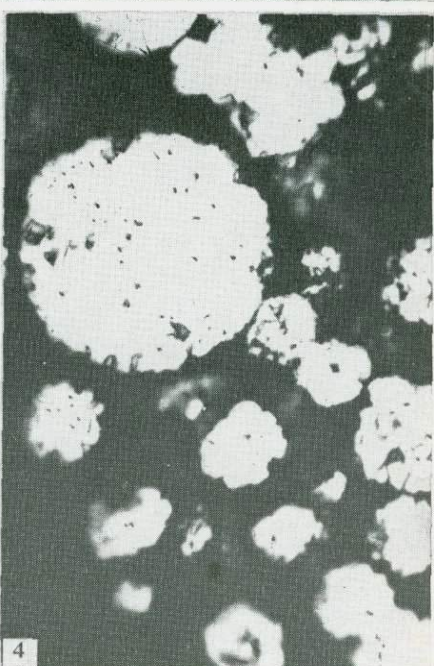
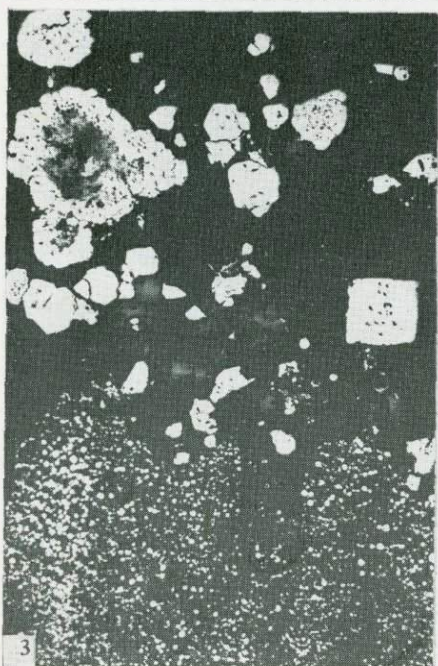
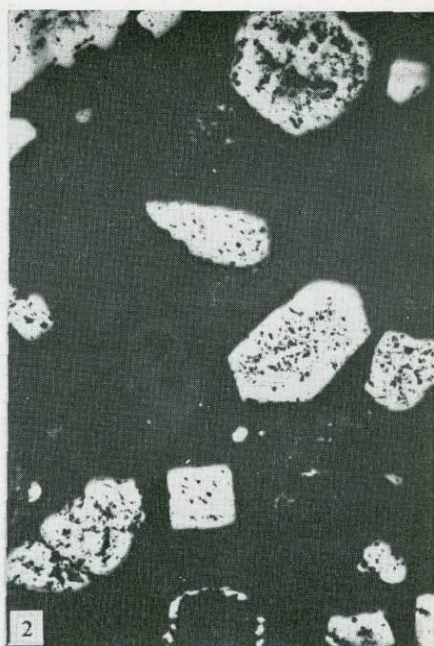
- Учалинского медноколчеданного месторождения и некоторые вопросы ее происхождения.— В кн.: Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1970, вып. 10, с. 54—72.
59. *Пшеничный Г. Н., Шадлу Т. Н.* О полосчатых и сланцеватых текстурах руд Гайского месторождения на Южном Урале.— Геол. рудн. месторожд., 1962, № 6, с. 74—93.
 60. *Рамдор П.* Рудные минералы и их срastания/Пер. с нем. А. Д. Генкина и Т. Н. Шадлу. Под ред. А. Г. Бетехтина. М.: ИЛ, 1962. 1132 с.
 61. *Рокачев С. А.* Происхождение сульфидных обломковидных обособлений в породах кровли колчеданных месторождений Южного Урала: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Свердловск, 1966. 22 с.
 62. *Смирнов В. И.* Конвергентность колчеданных месторождений.— Вестник МГУ, 1960, № 2, с. 19—26.
 63. *Смирнов В. И.* Сульфидное рудообразование в субмаринных вулканогенных геосинклинальных комплексах.— В кн.: Рудоносность вулканогенных формаций. М.: Недра, 1965, с. 30—34.
 64. *Смирнов В. И.* Колчеданные месторождения.— В кн.: Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968, с. 586—647.
 65. *Смирнов В. И.* Фактор времени в образовании стратиформных рудных месторождений.— Геол. рудн. месторожд., 1970, № 6, с. 3—15.
 66. *Смирнов В. И.* Геология полезных ископаемых. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. М.: Недра, 1982. 670 с.
 67. Структурно-текстурные особенности эндогенных руд./А. Г. Бетехтин, А. Д. Генкин, А. А. Филимонова, Т. Н. Шадлу. М.: Недра, 1964. 598 с.
 68. Текстуры и структуры руд./А. Г. Бетехтин, А. Д. Генкин, А. А. Филимонова, Т. Н. Шадлу. М.: ГосНТИ, 1958. 435 с.
 69. *Филимонова А. А.* Рудообразующие минералы и их срastания как геологические термометры.— В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. М.: Наука, 1965, с. 37—48.
 70. *Чухров Ф. В.* Мельниковит.— В кн.: Минералы СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1940, т. II, с. 647—650.
 71. *Шадлу Т. Н.* О коллоформных структурах руд месторождения Яман-Касы на Южном Урале.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1942, вып. 3—4, с. 151—159.
 72. *Шадлу Т. Н.* Особенности минералогического состава, текстур и структур руд некоторых колчеданных месторождений Урала.— В кн.: Колчеданные месторождения Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 117—147.
 73. *Шадлу Т. Н.* Некоторые особенности внутреннего строения зерен пирита в колчеданных залежах.— В кн.: Минералогический сборник Львовского геол. о-ва, 1950, № 4, с. 275—279.
 74. *Шадлу Т. Н.* Особенности строения колчеданных руд и их метаморфизм: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. М.: ИГН АН СССР, 1954. 27 с.
 75. *Шадлу Т. Н.* О некоторых метаморфических текстурах и структурах руд.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1954, № 2, с. 93—103.
 76. *Шадлу Т. Н.* Колчеданные руды.— В кн.: Структурно-текстурные особенности эндогенных руд. М.: Недра, 1964, с. 179—246.
 77. *Шадлу Т. Н., Добровольская М. Г.* Критерии выделения минеральных парагенезисов и использование их при изучении последовательности рудоотложения в свинцово-цинковых и колчеданных месторождениях.— В кн.: Проблемы эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1974, с. 206—221.
 78. *Шахов Ф. Н.* Текстуры руд. М.: Изд. АН СССР, 1961. 180 с.
 79. *Юшко С. А.* Минералогия свинцово-цинковых стратиформных месторождений Южного Казахстана. М.: Недра, 1969. 150 с.
 80. *Ярош П. Я.* Диагенез и метаморфизм колчеданных руд на Урале.— М.: Наука, 1973. 228 с.
 81. *Ярош П. Я., Буслаев Ф. П., Никулова А. А.* О диагенетических брекчиевидных и брекчиевых текстурах в рудах южноуральских колчеданных месторождений.— Геол. рудн. месторожд., 1969, № 1, с. 50—57.
 82. *Francheteau J. et al.* Massive deep-sea sulphide ore deposits discovered on the East Pacific Rise.— Nature, 1979, vol. 277, N 5697, p. 523—528.

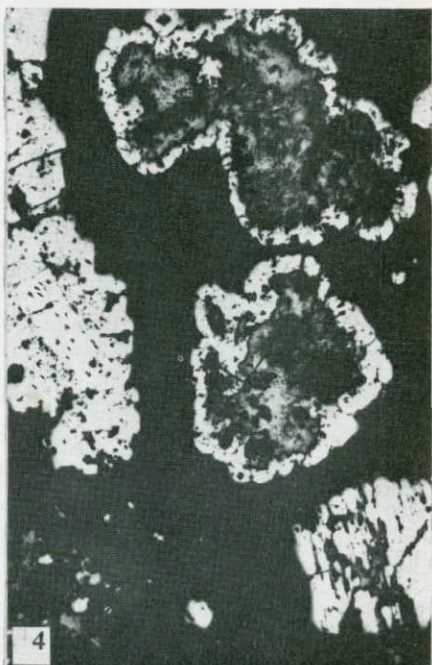
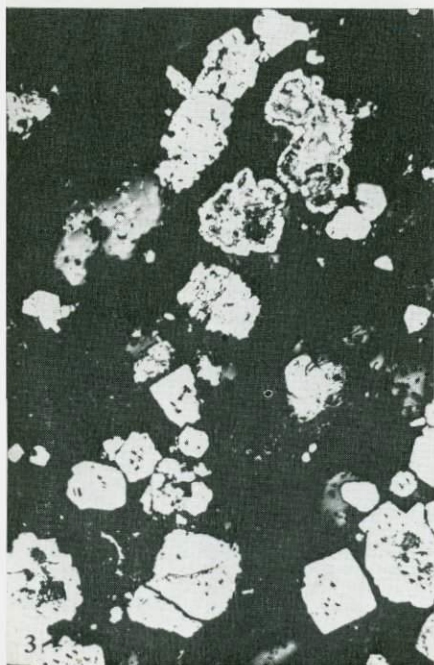
АТЛАС ТЕКСТУР И СТРУКТУР РУД

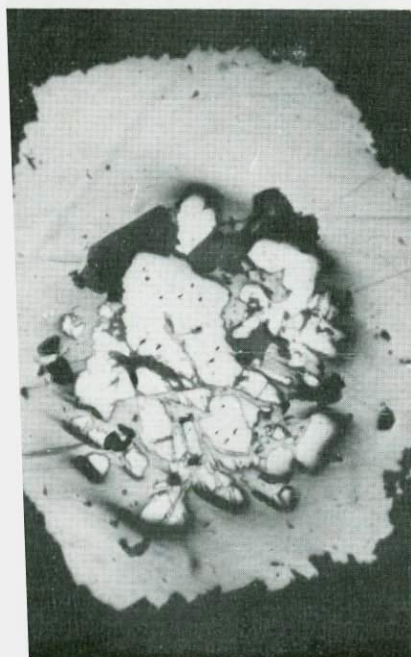
Объяснения
к табл. (стр.)

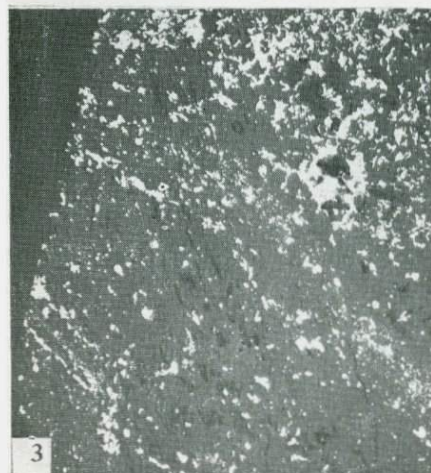
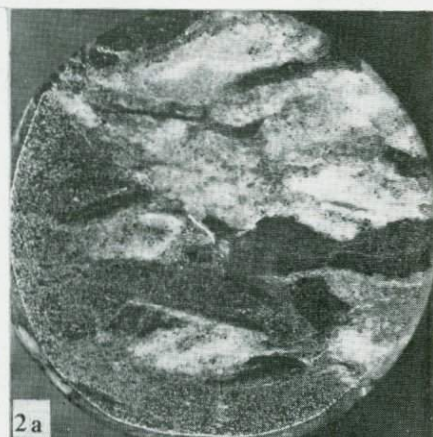
ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ ВКРАПЛЕННЫХ И ПРОЖИЛКОВО-ВКРАПЛЕННЫХ РУД	176
Таблицы I—XXX (48—77)	
ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ СПЛОШНЫХ КОЛЧЕДАНЫХ РУД	183
Массивные текстуры колчеданных руд	183
Таблицы XXXI—XXXVIII (78—85)	
Полосчатые и слоистые текстуры	185
Таблицы XXXIX—LXXV (86—122)	
Сланцеватые и сланцевато-полосчатые тек- стуры	194
Таблицы LXXVI—LXXXIV (123—131)	
Брекчиевые и брекчиевидные текстуры руд	196
Таблицы LXXXV—XCV (132—142)	
Колломорфные микроструктуры и структуры руд	199
Таблицы XCVI—C (143—147)	
Текстуры и структуры существенно пирро- тиновых и пирротинсодержащих руд	200
Таблицы CI—CVIII (148—155)	
Жилы, секущие сплошные колчеданные руды	202
Таблицы CIX—CXII (156—159)	
Текстурно-структурные особенности регене- рированных (вторично-гидротермальных) сульфидных руд (на примере Учалинского месторождения)	203
Таблицы CXIII—CXX (160—167)	
Текстуры и структуры руд, испытавших кон- тактовый метаморфизм габброидными даками	205
Таблицы CXXI—CXXIV (168—171)	
Псевдоморфозы в колчеданных рудах	206
Таблицы CXXV—CXXVIII (172—175)	

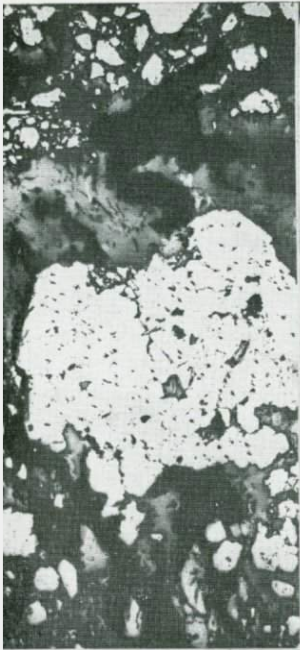


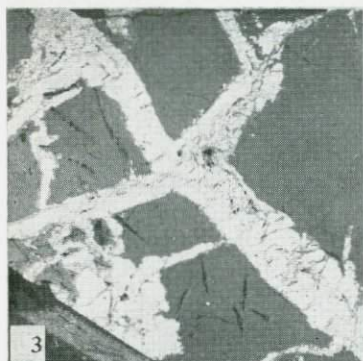
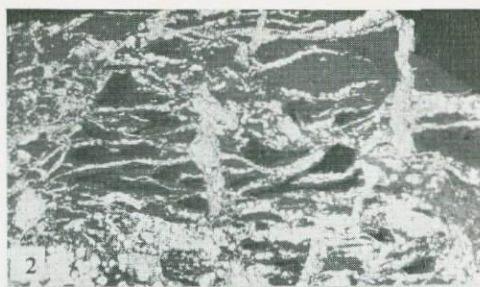






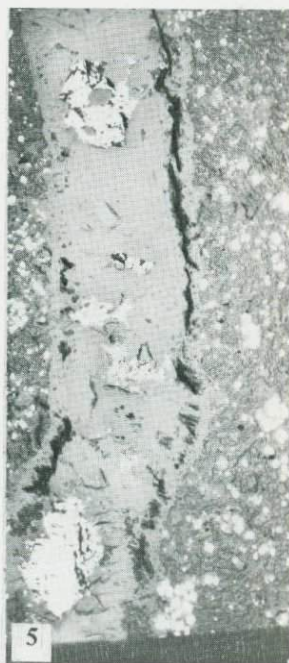
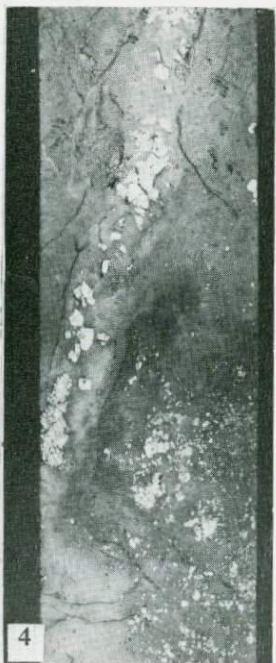


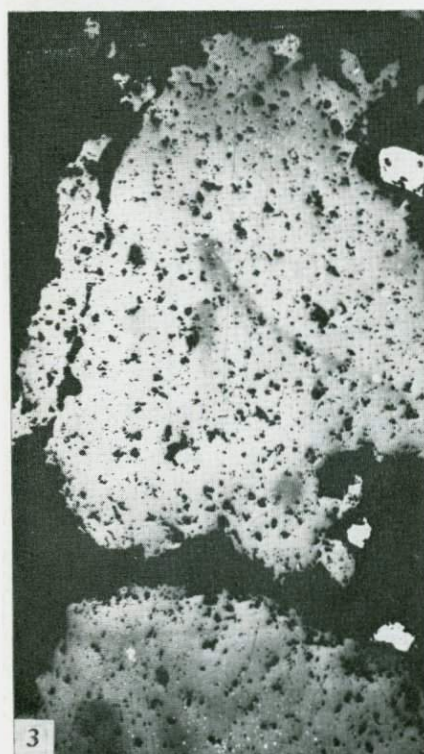
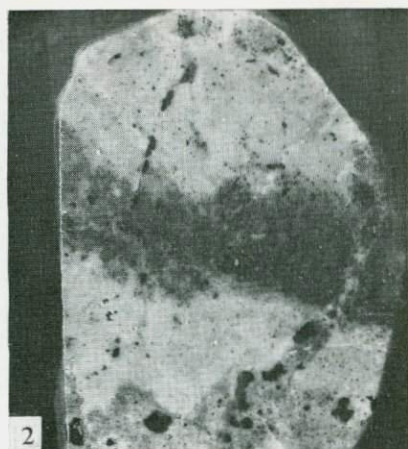


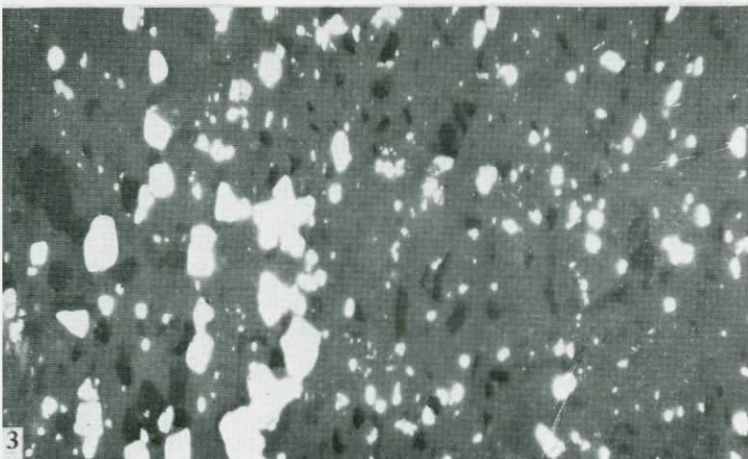
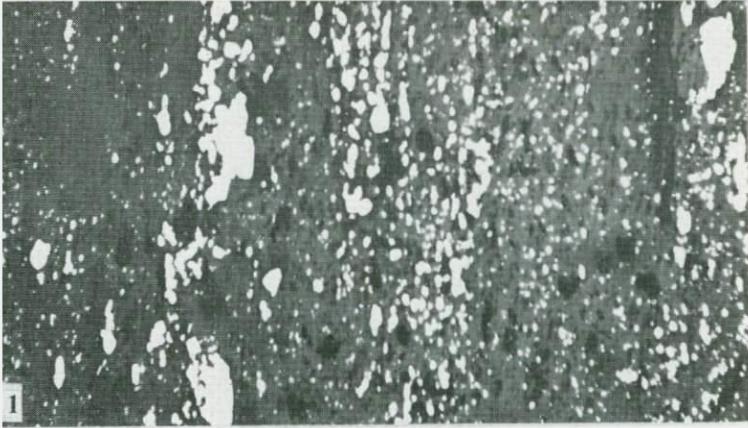


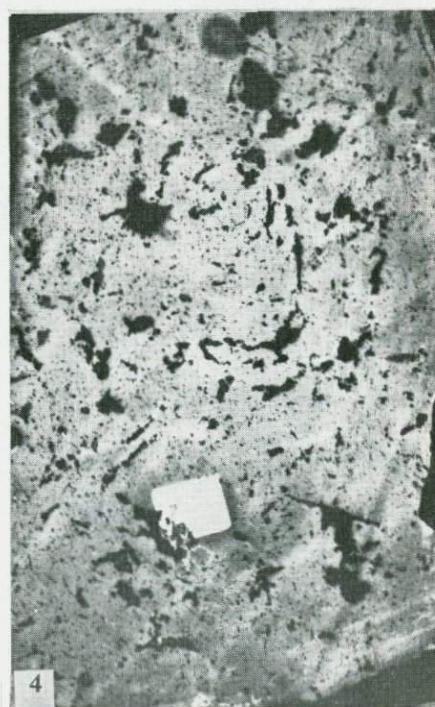
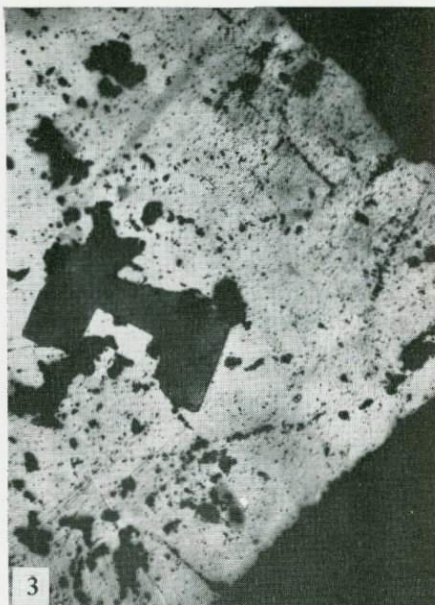


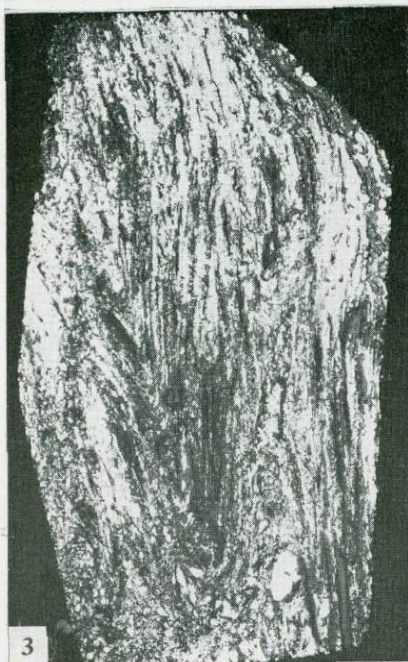
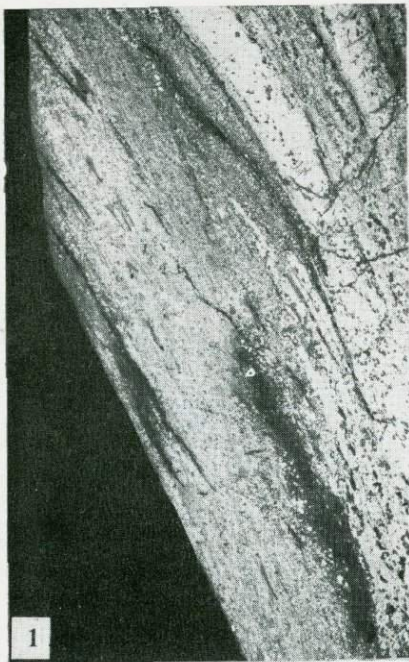


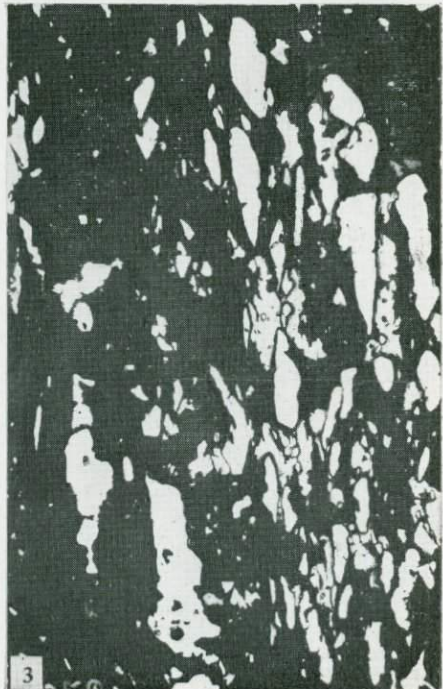
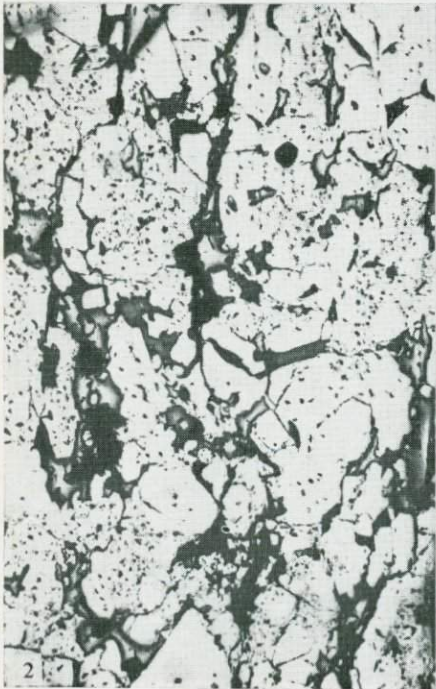


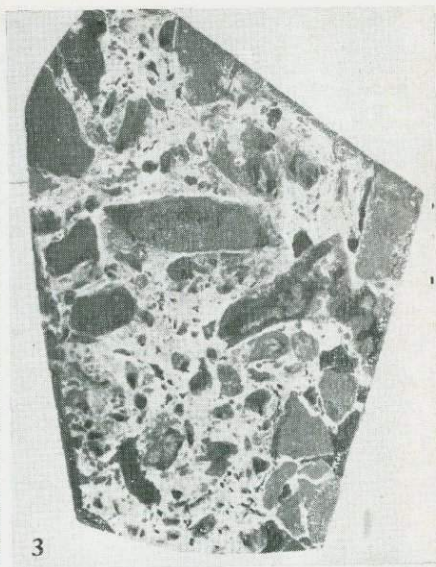
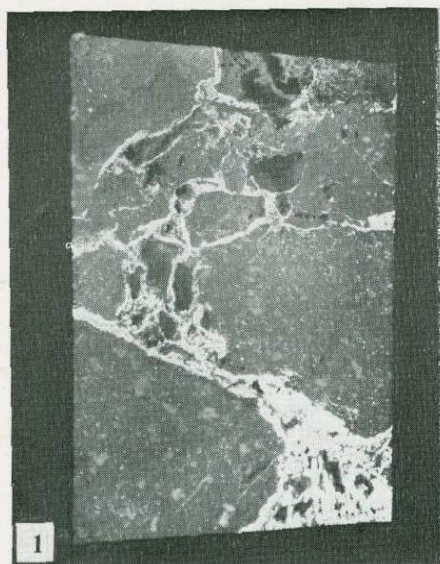


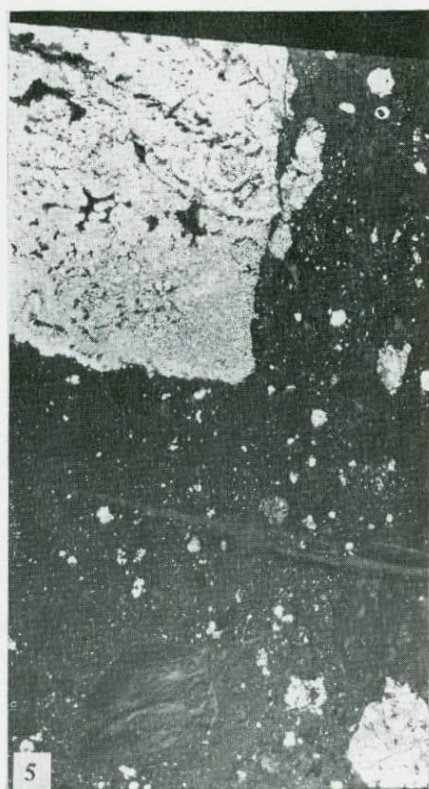
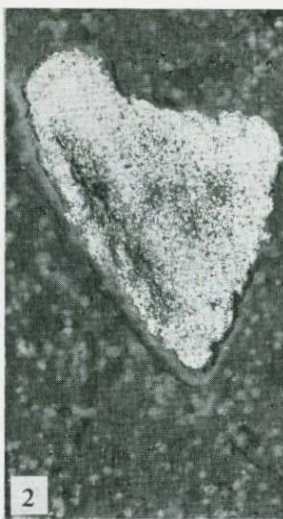


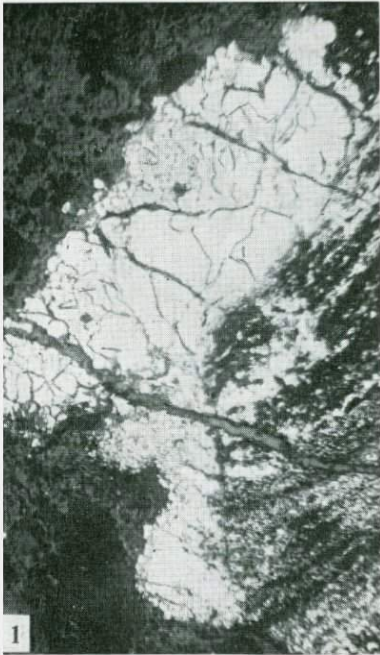


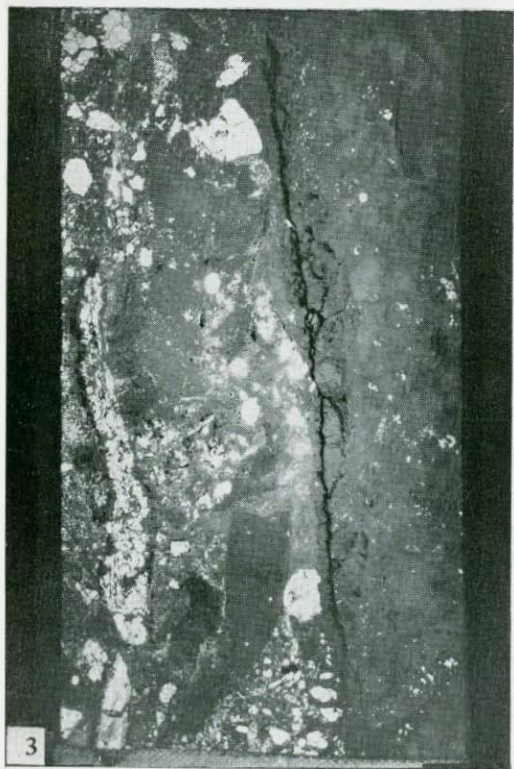
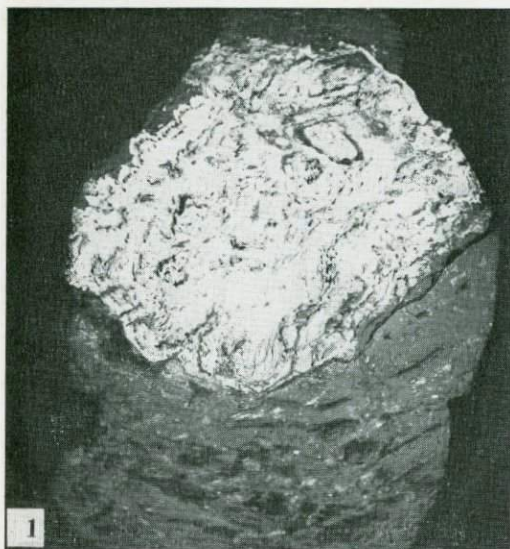


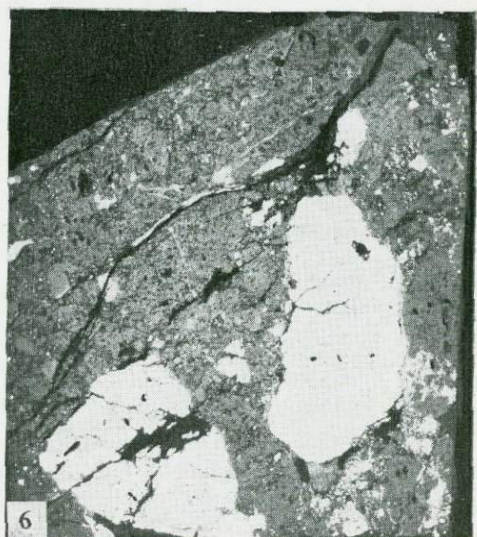
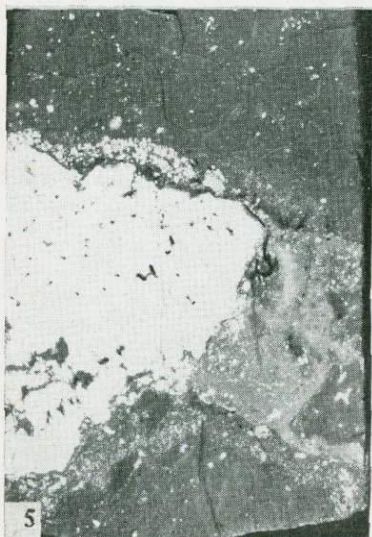
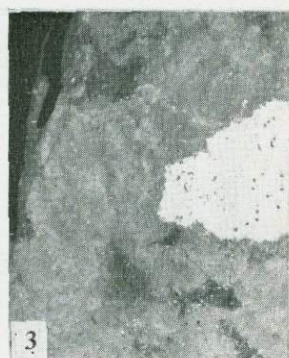
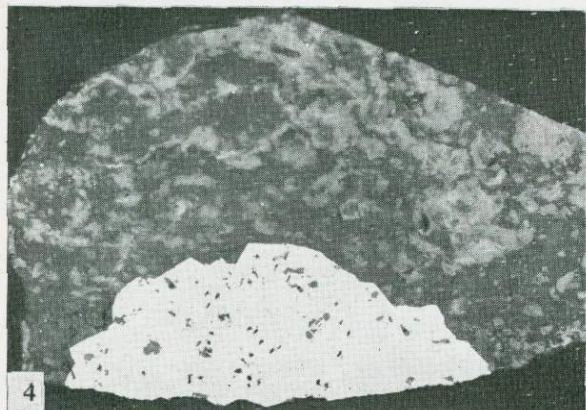
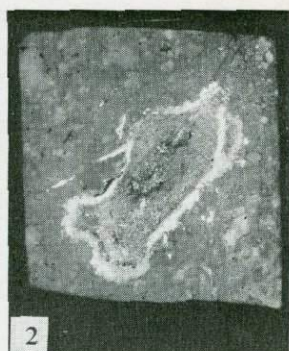
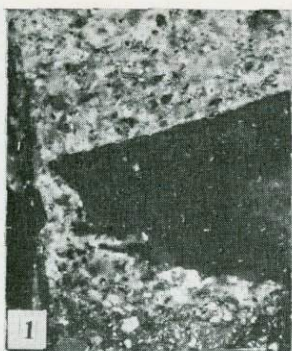
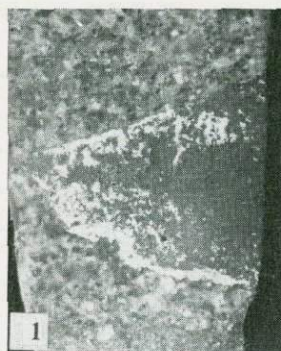


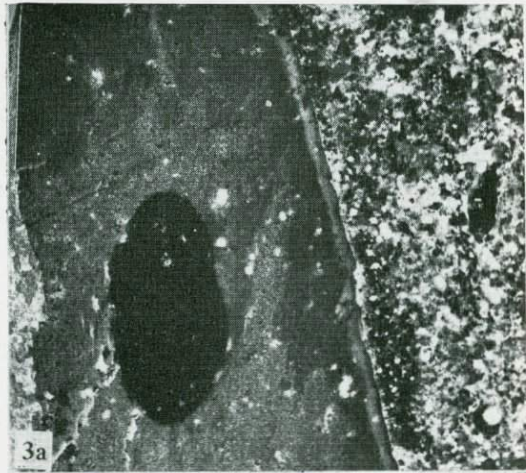
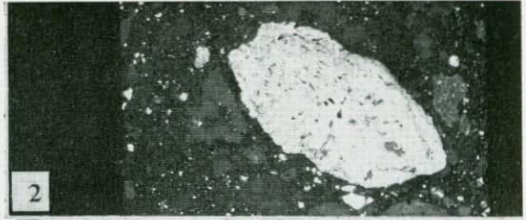
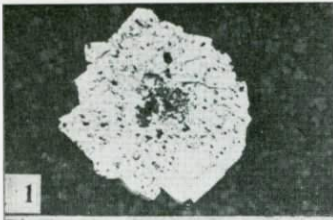


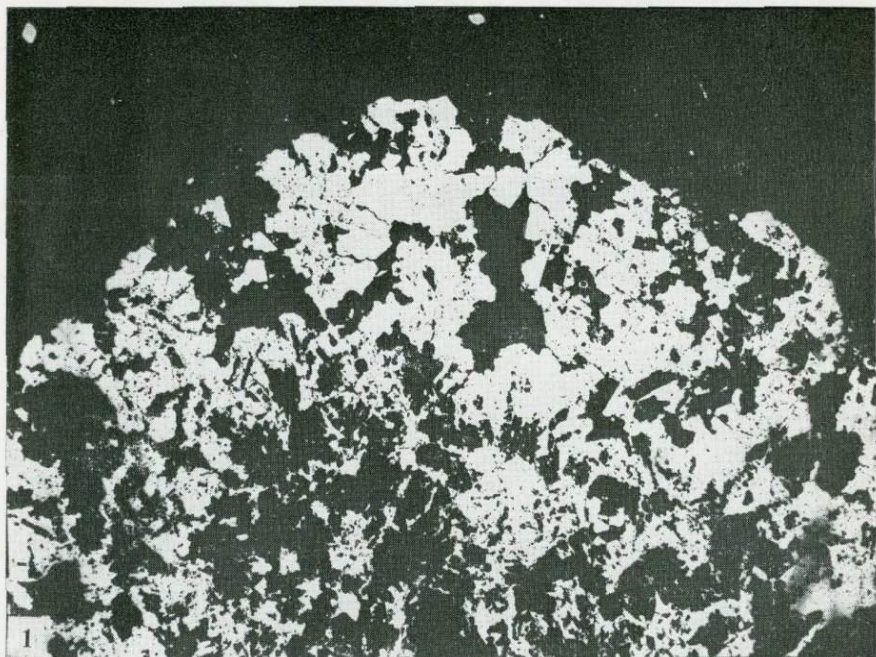


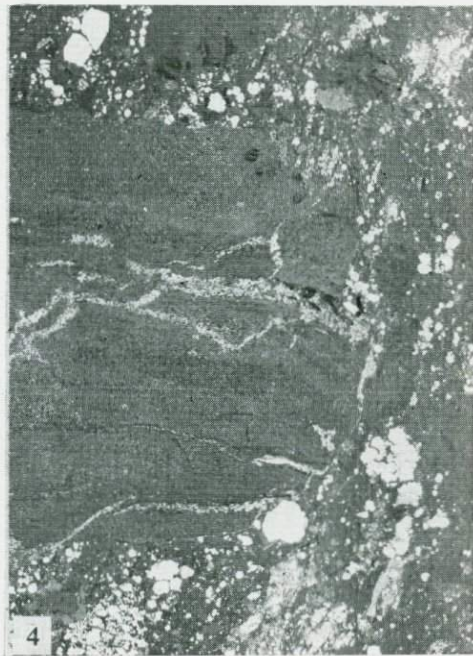


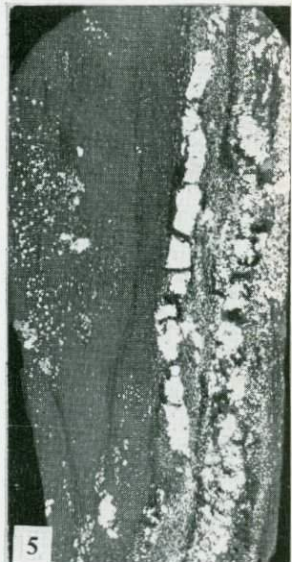
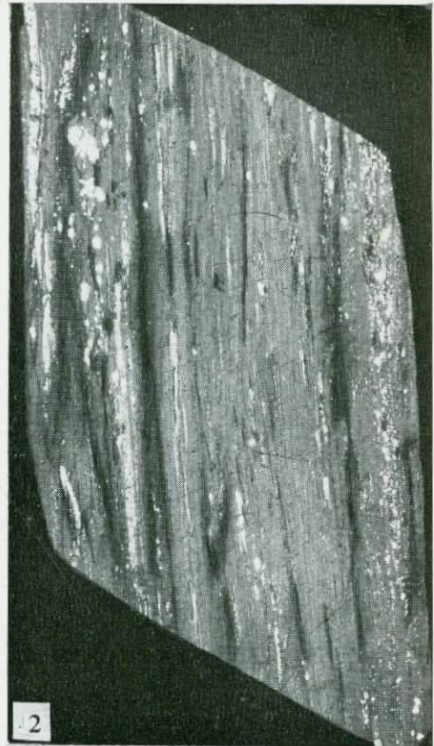


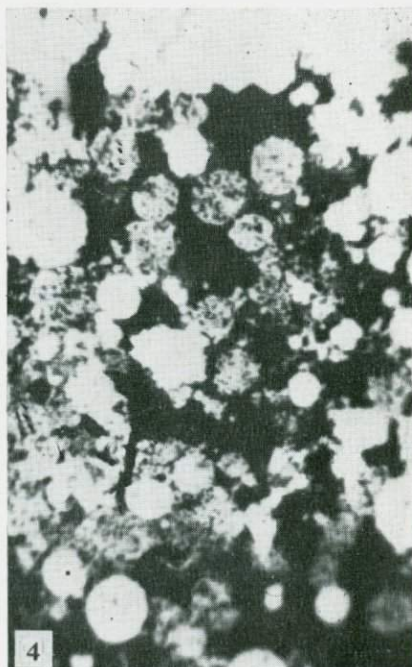
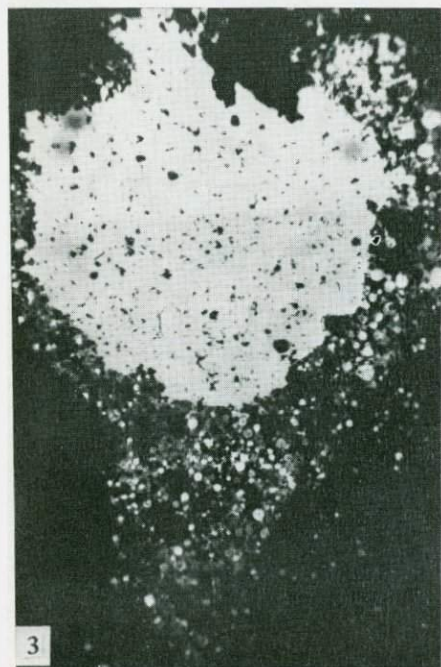


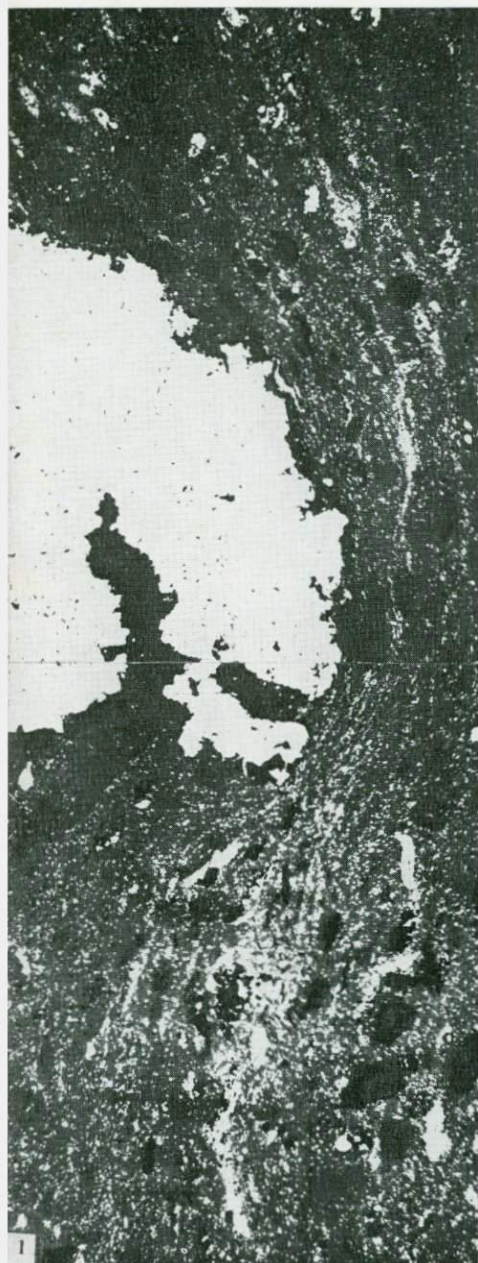


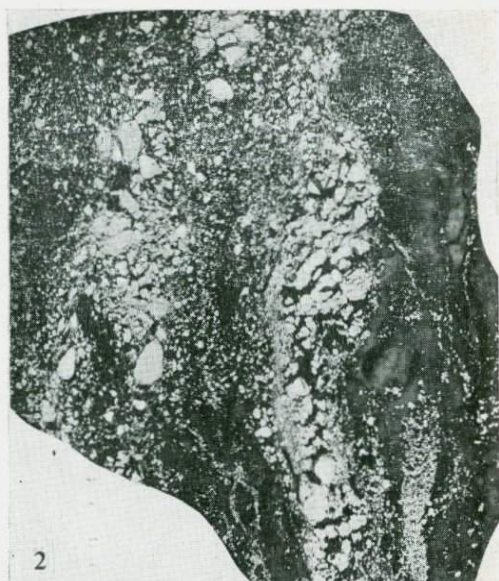


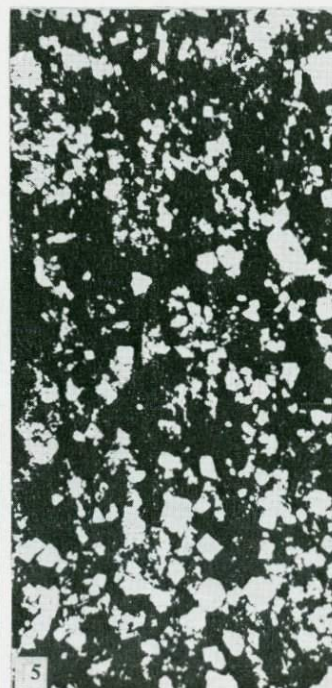
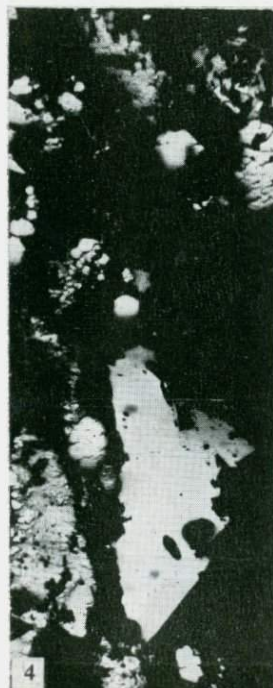


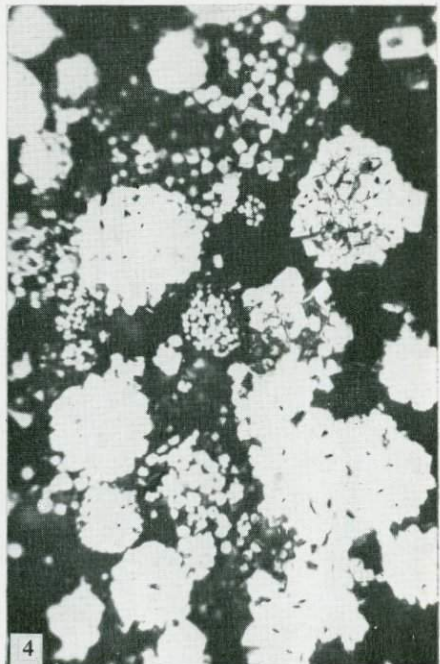
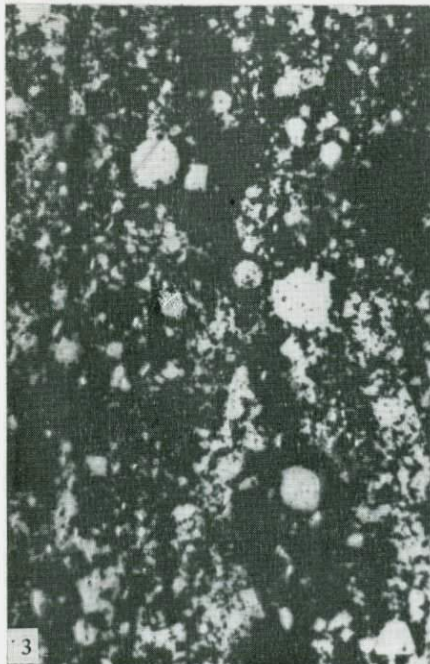
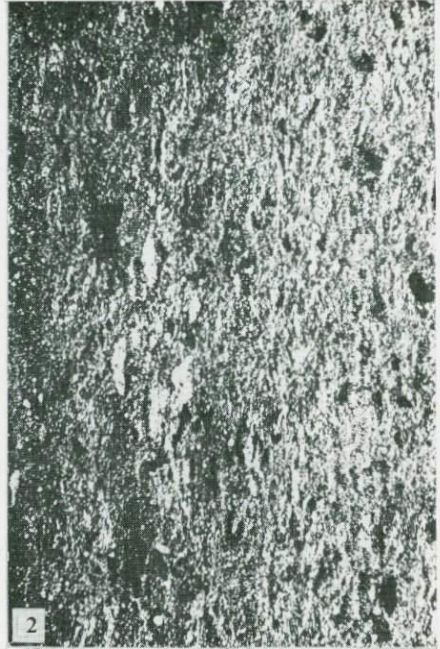
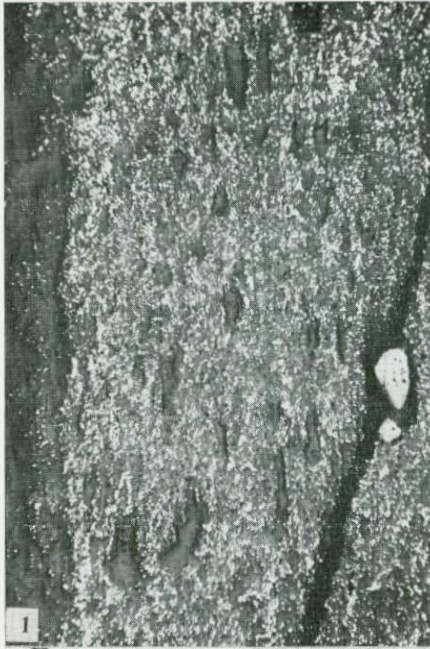


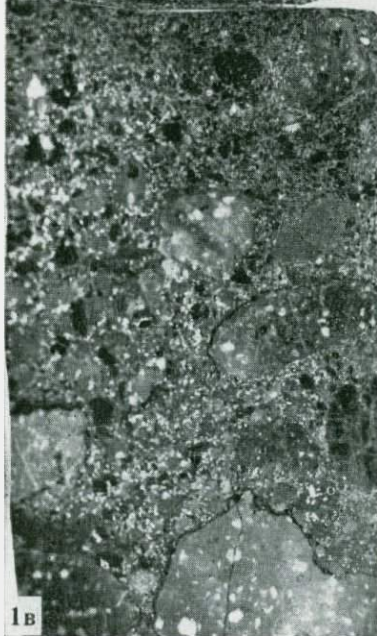
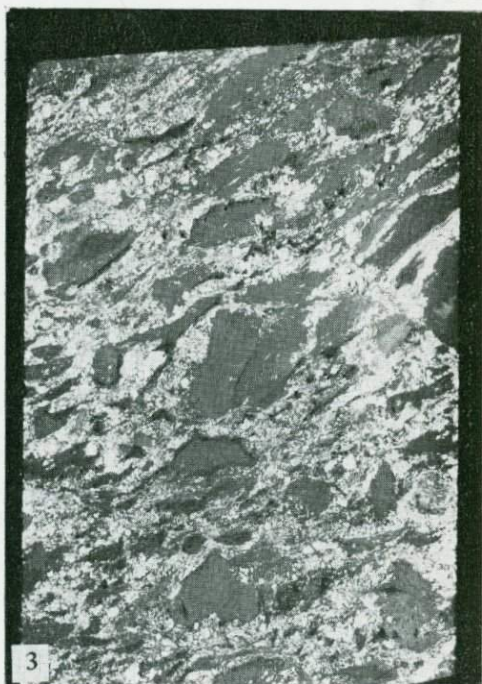
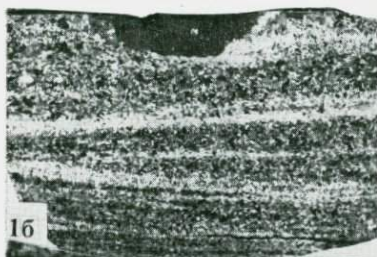


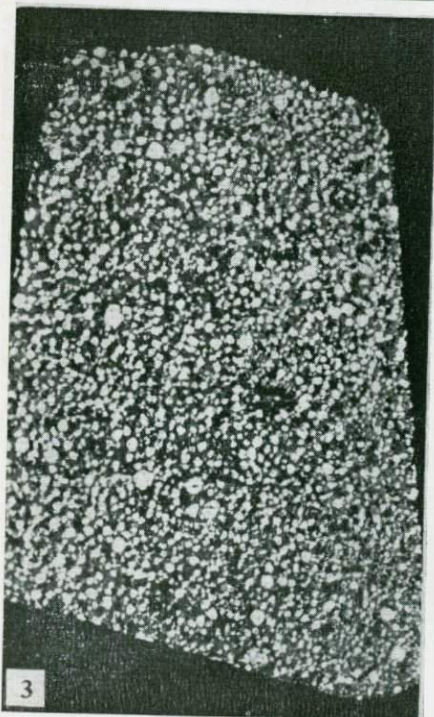


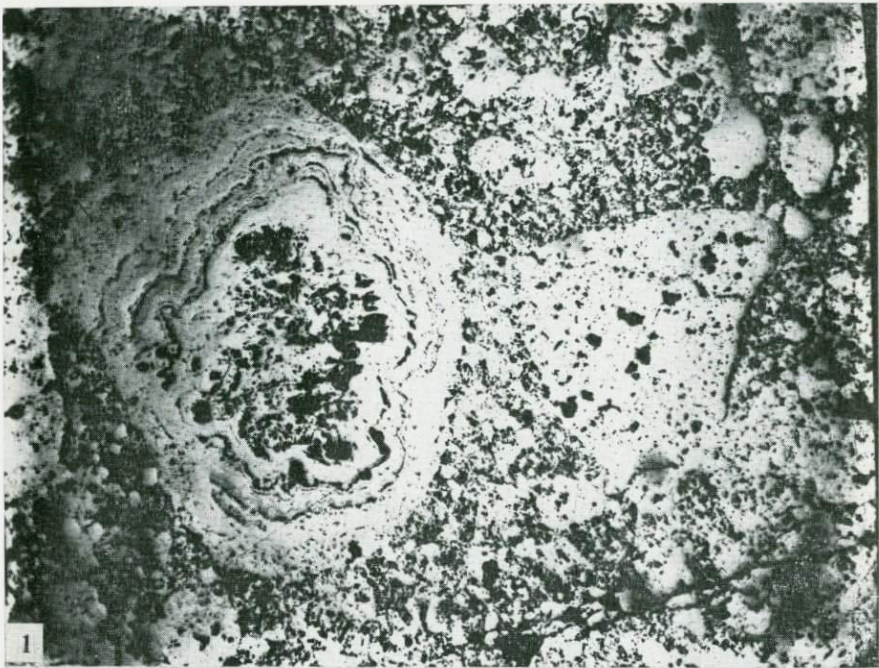


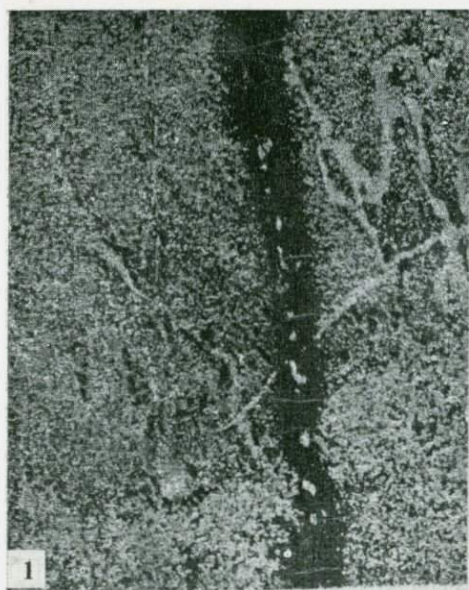


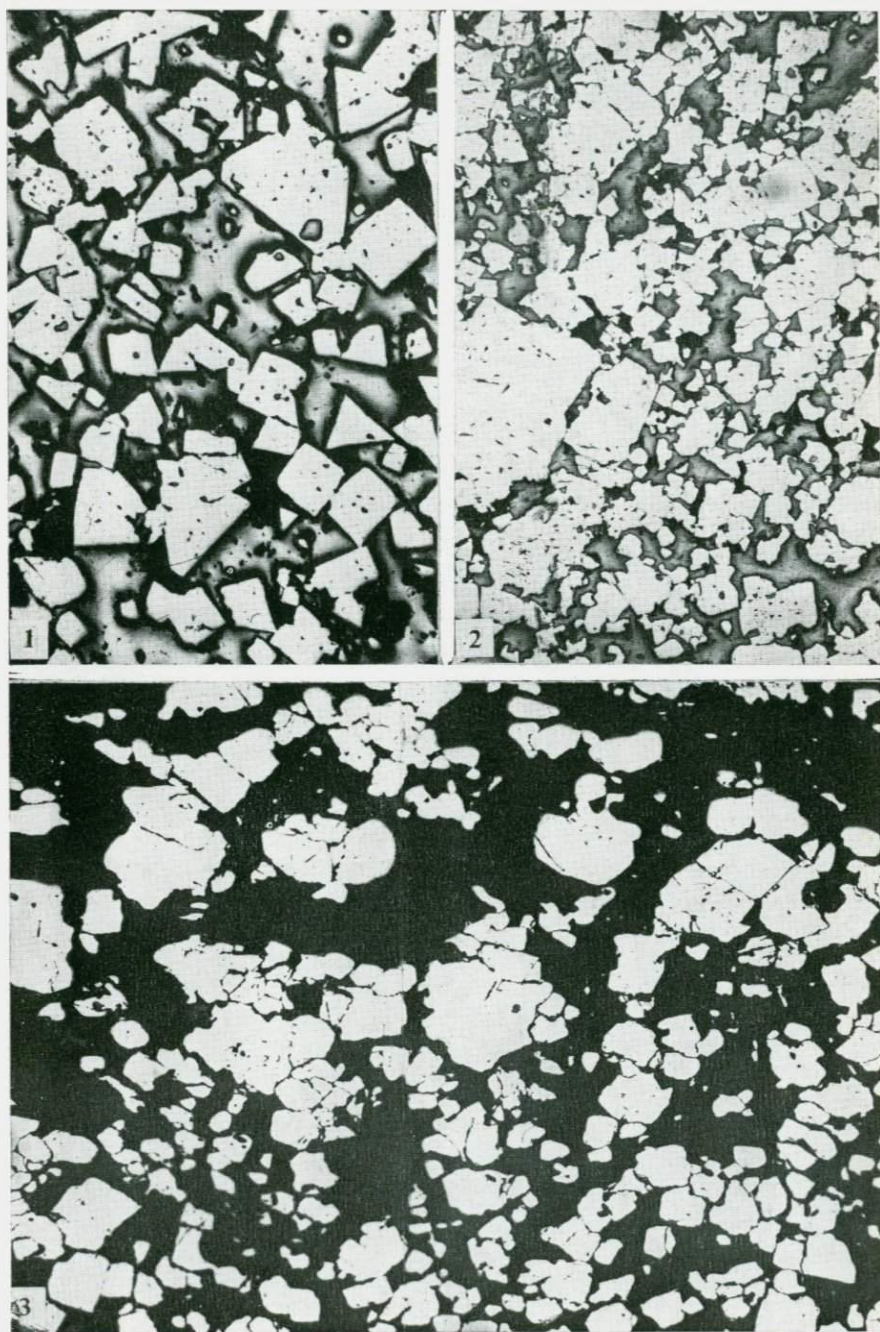


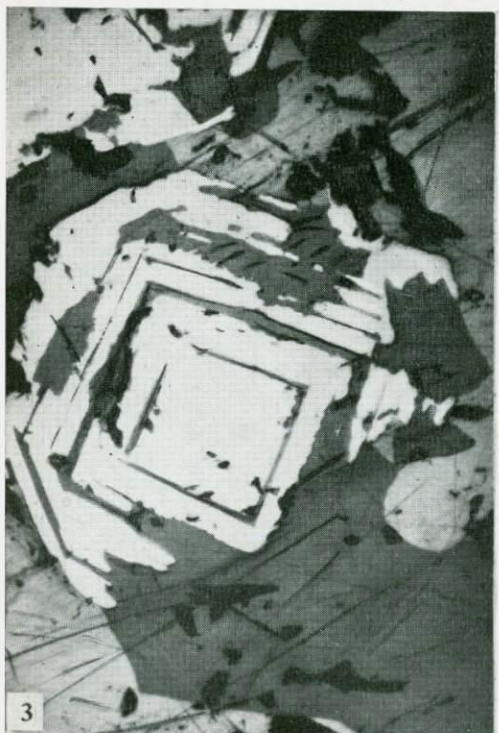
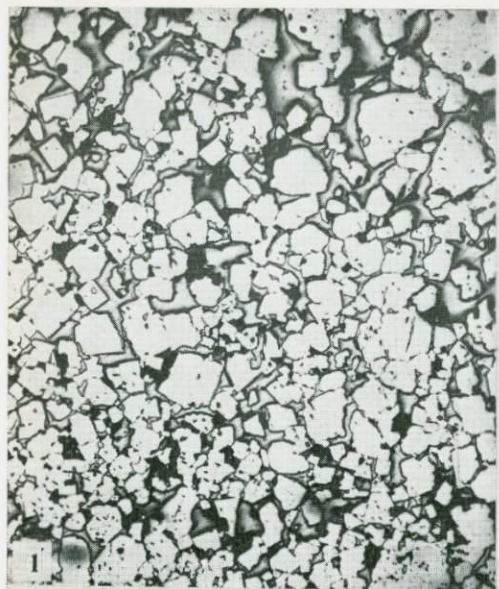


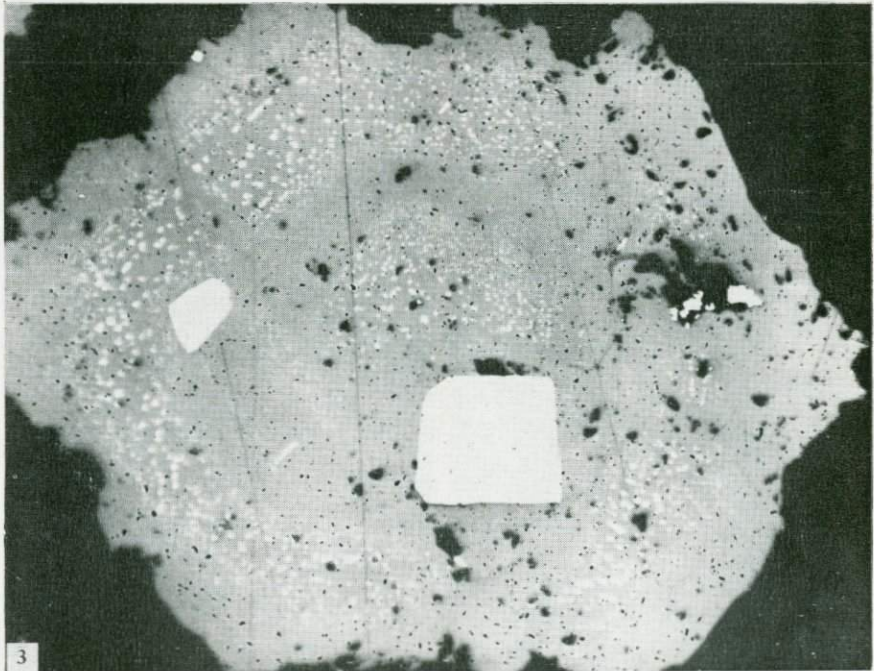
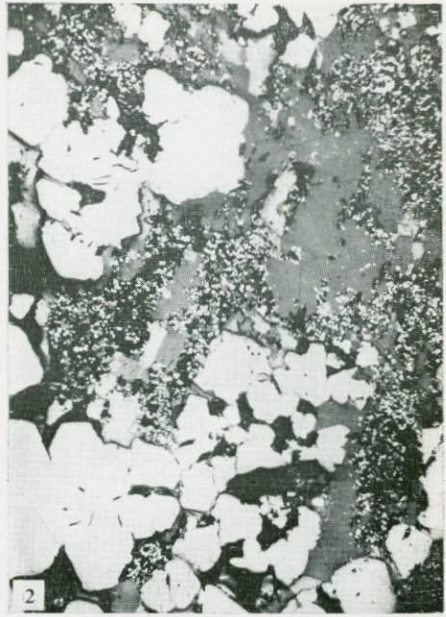


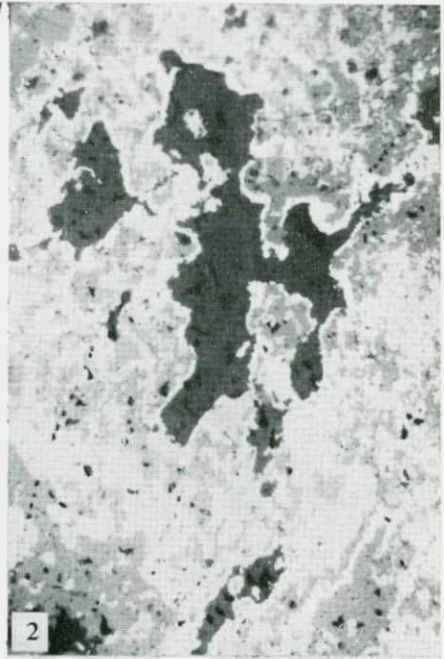
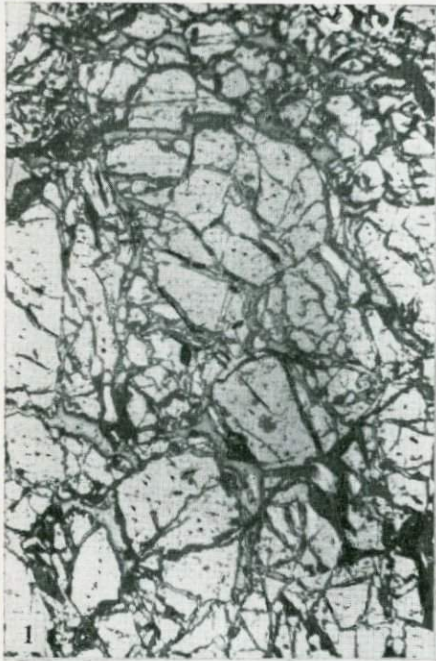


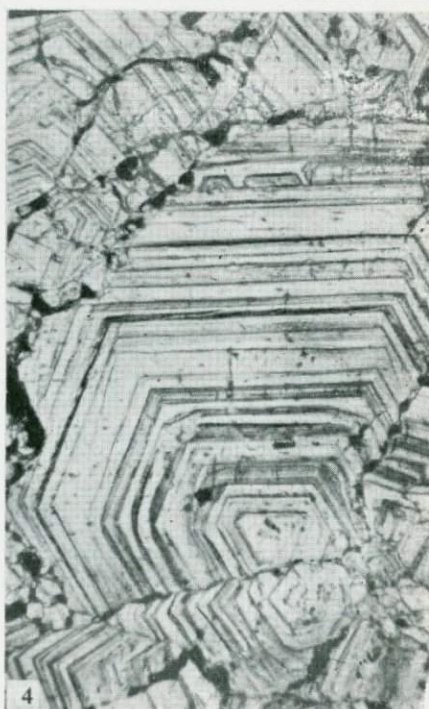
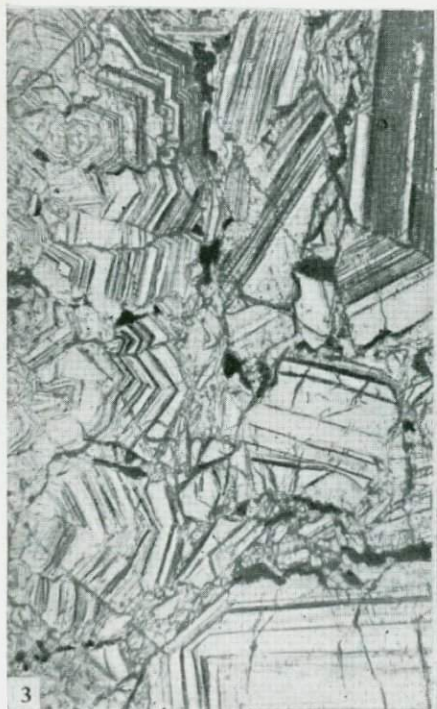
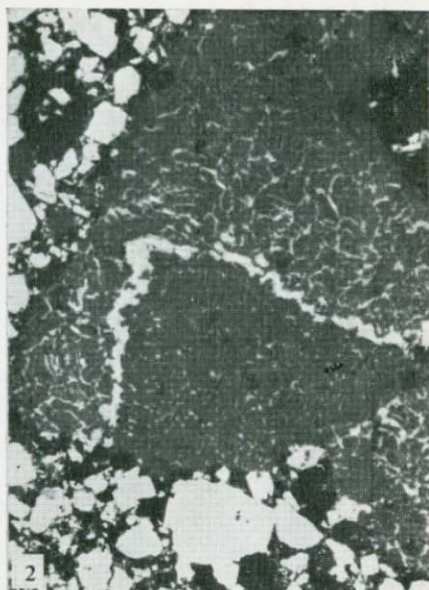


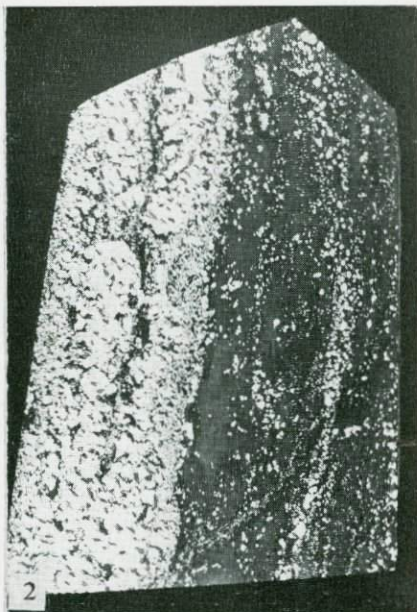


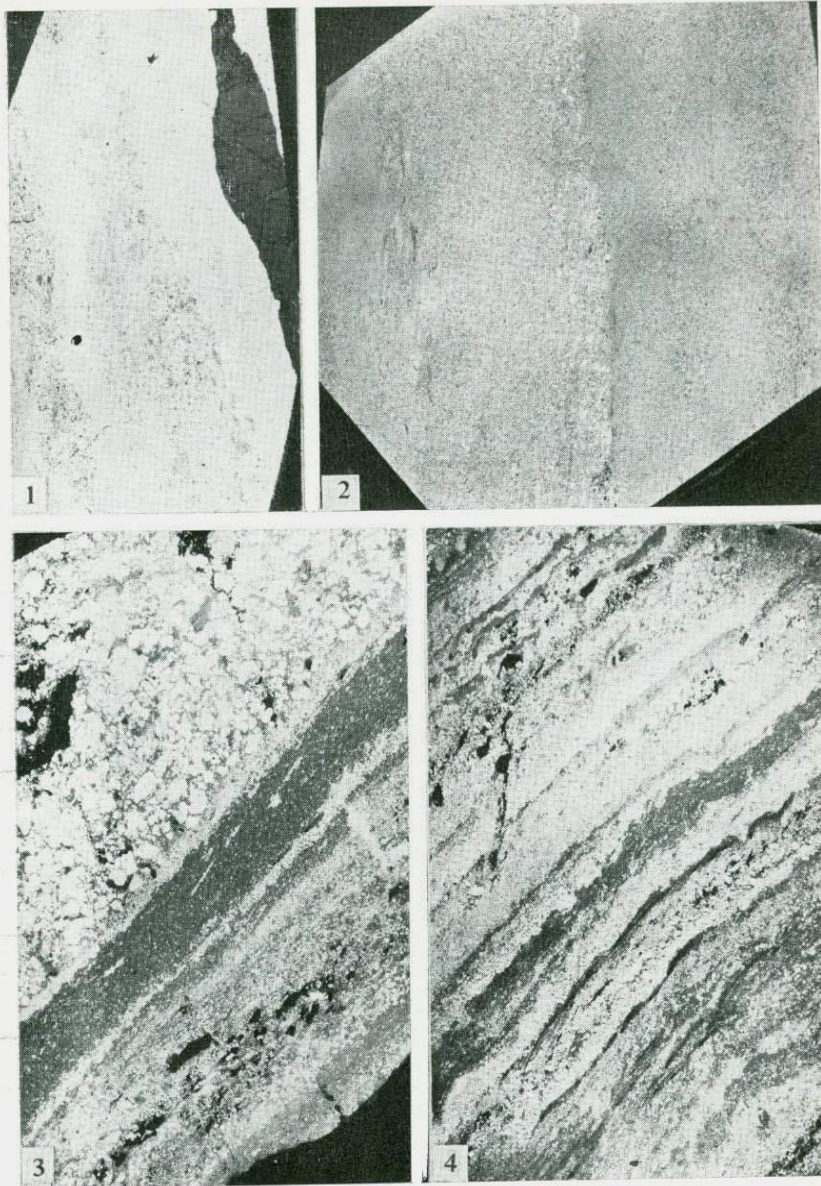


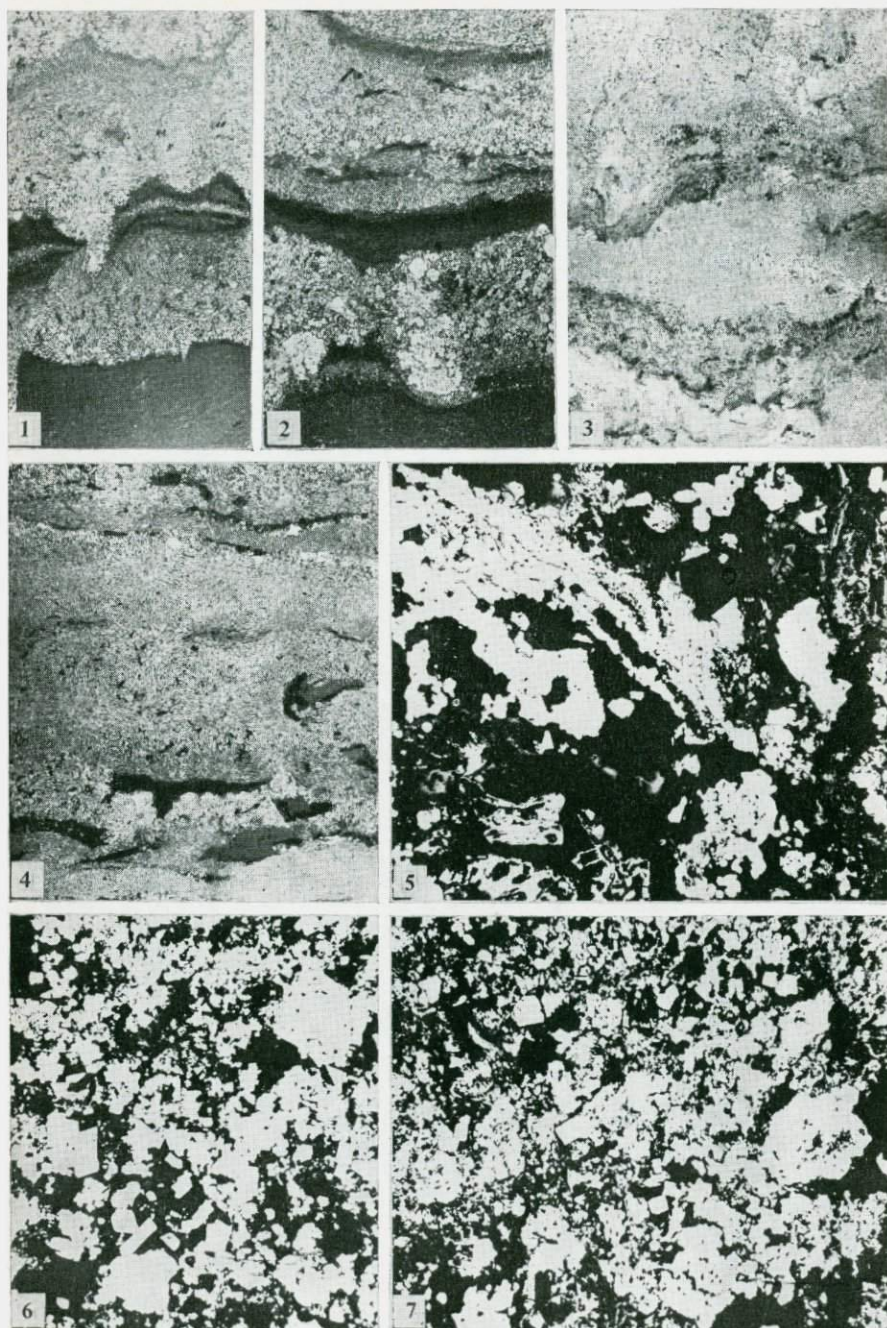


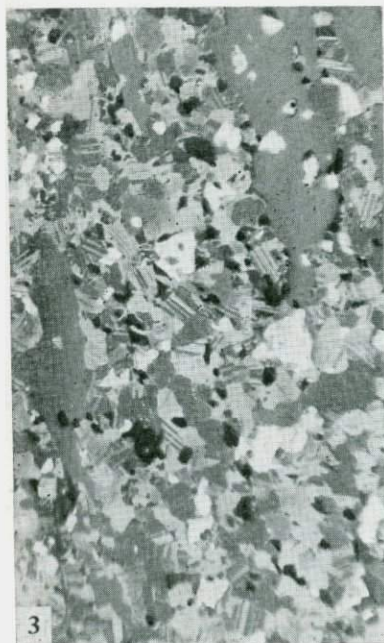


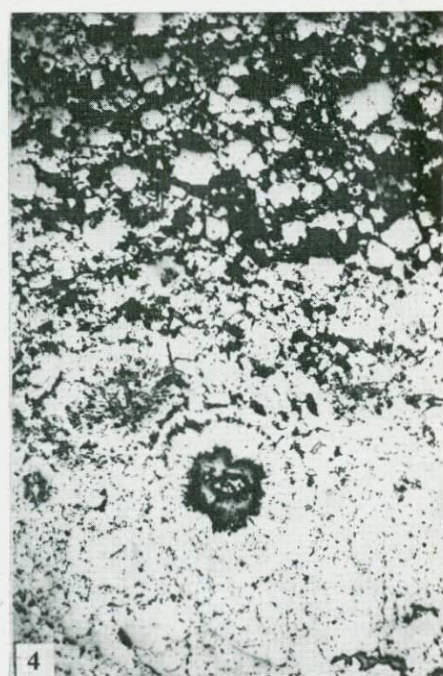


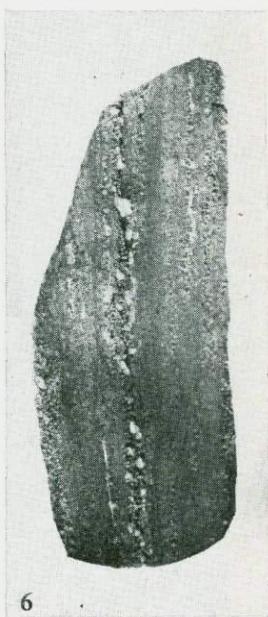
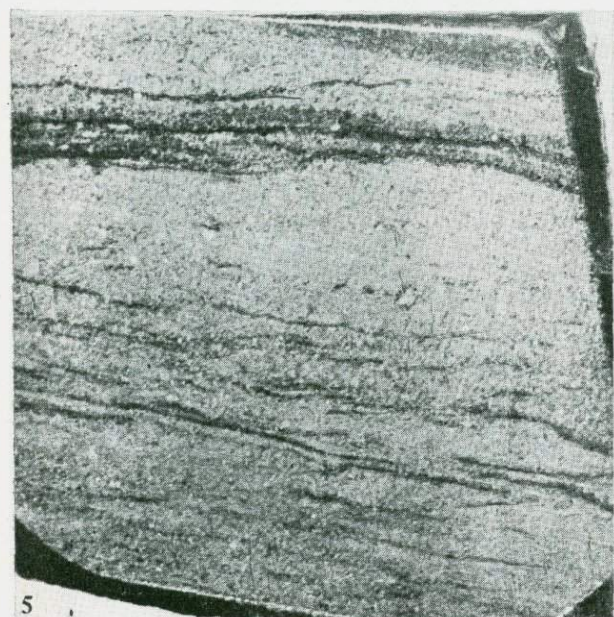
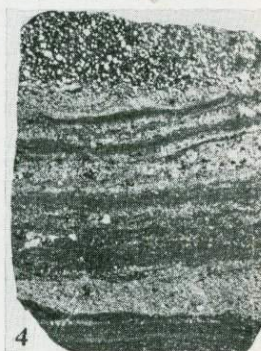
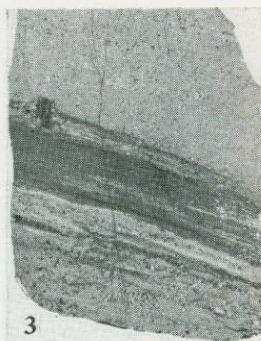
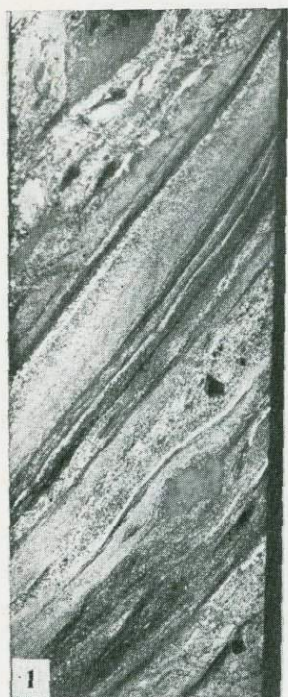


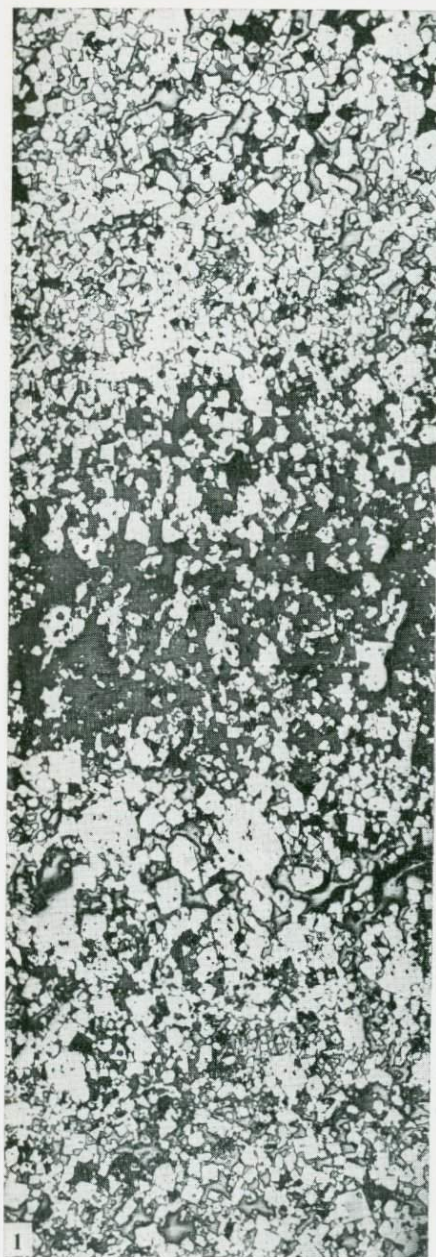


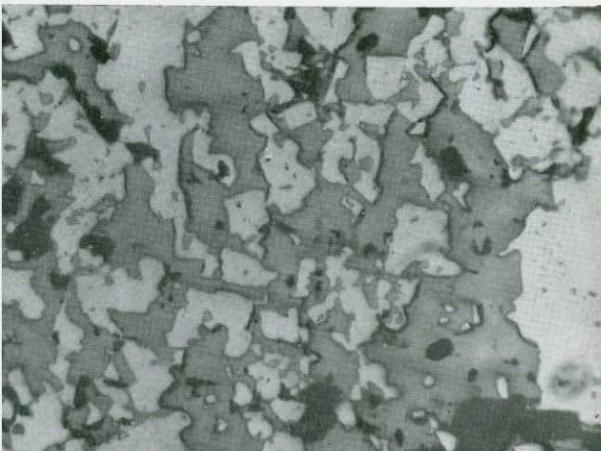
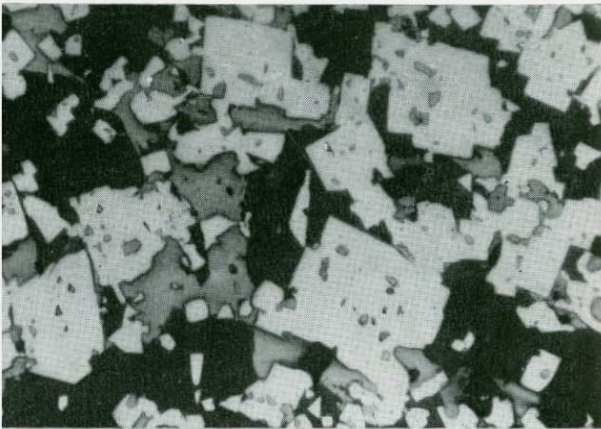
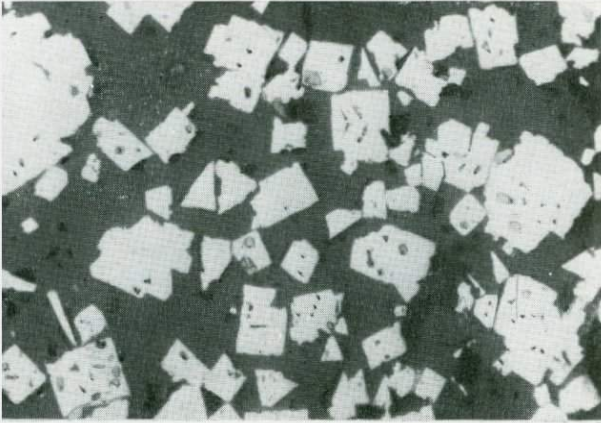


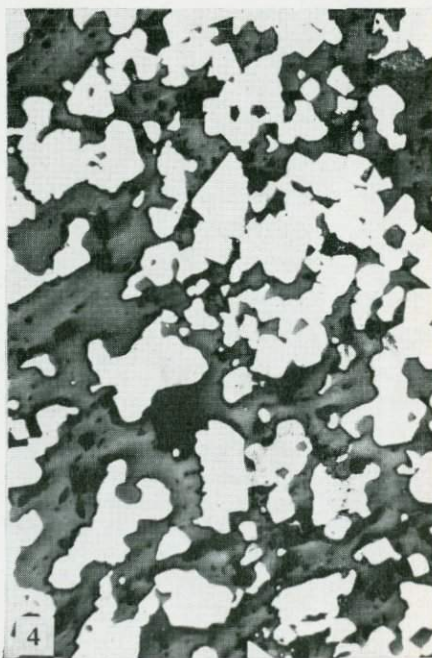
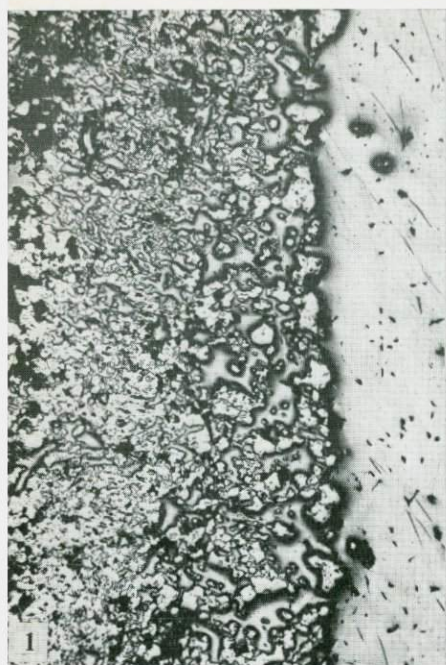


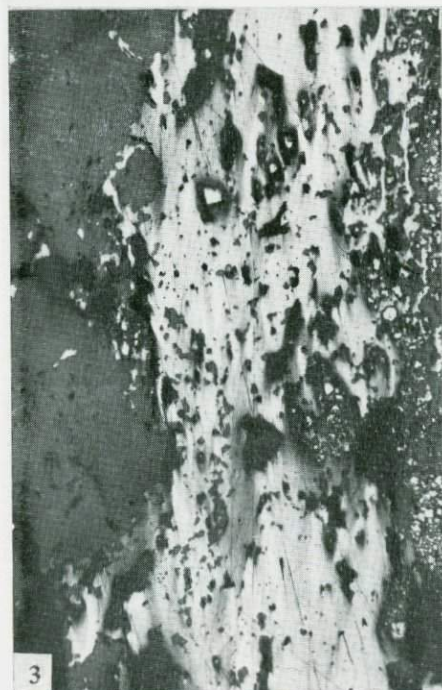
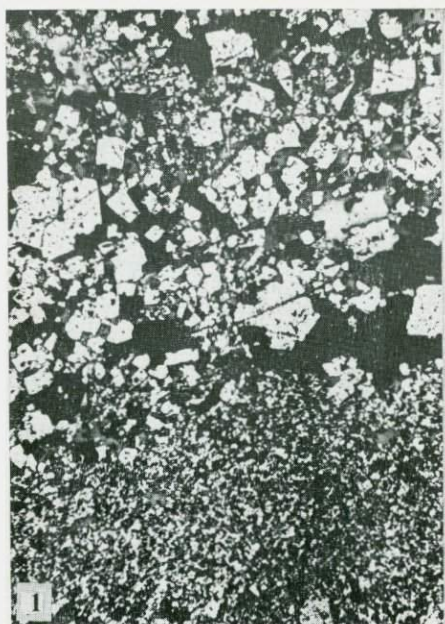




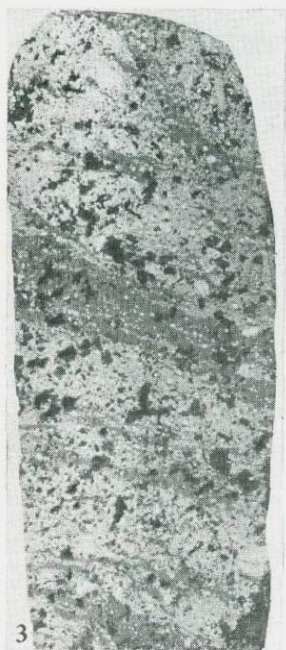


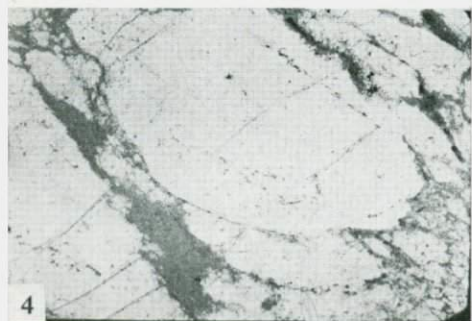
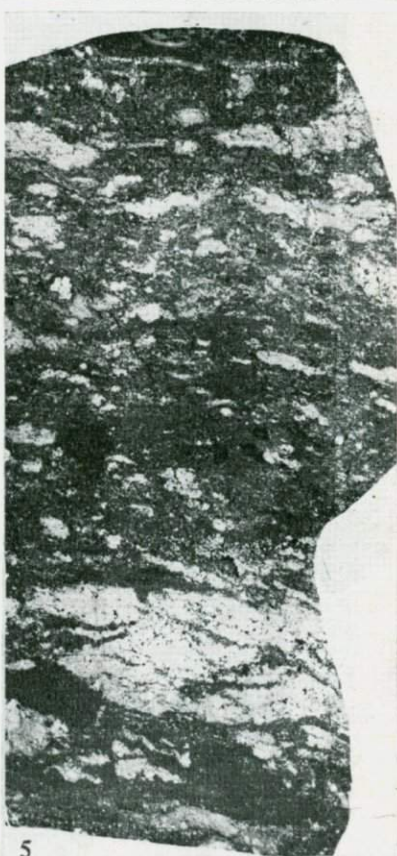
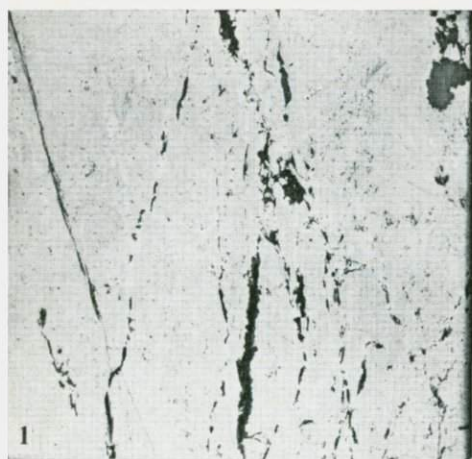


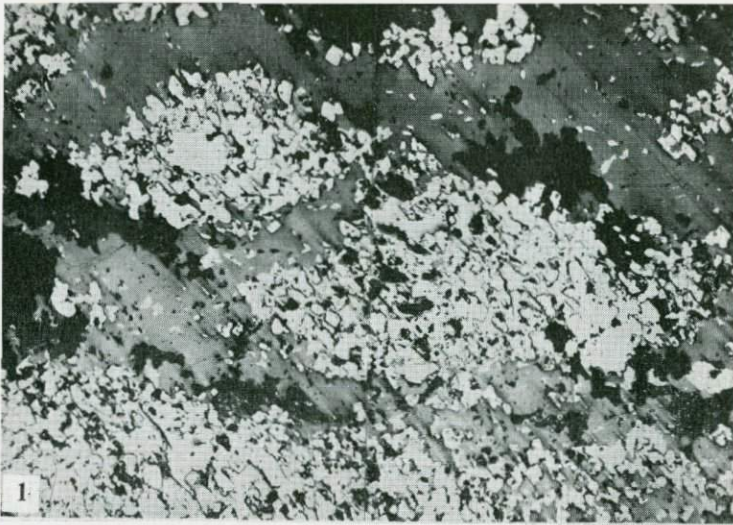


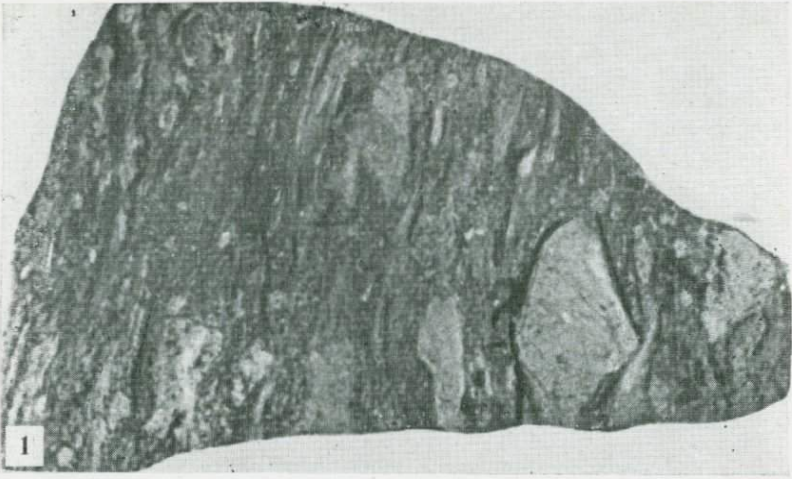






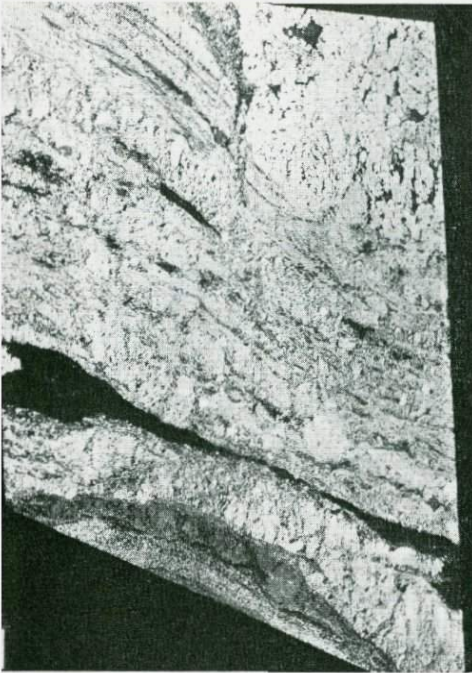


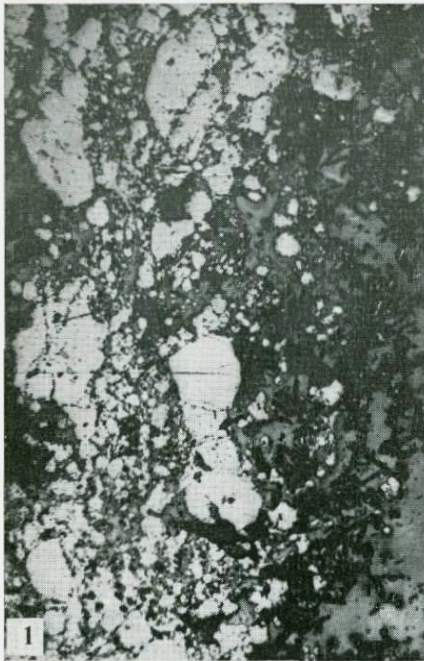


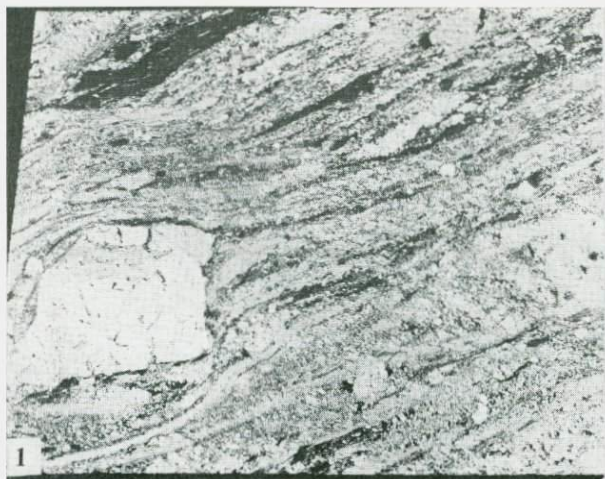


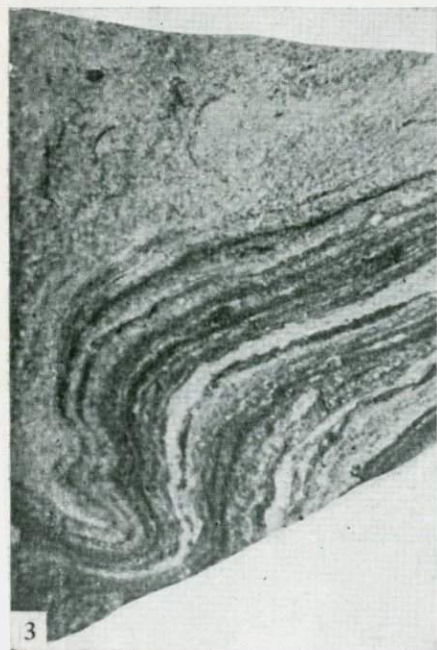


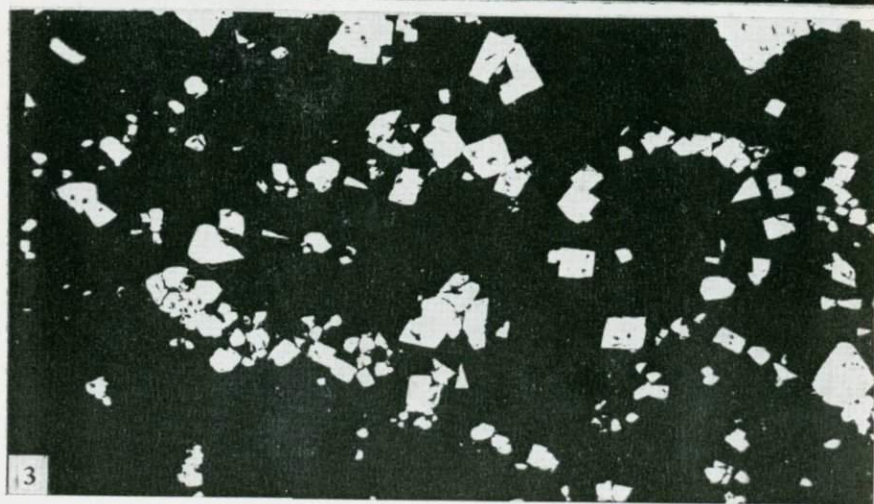
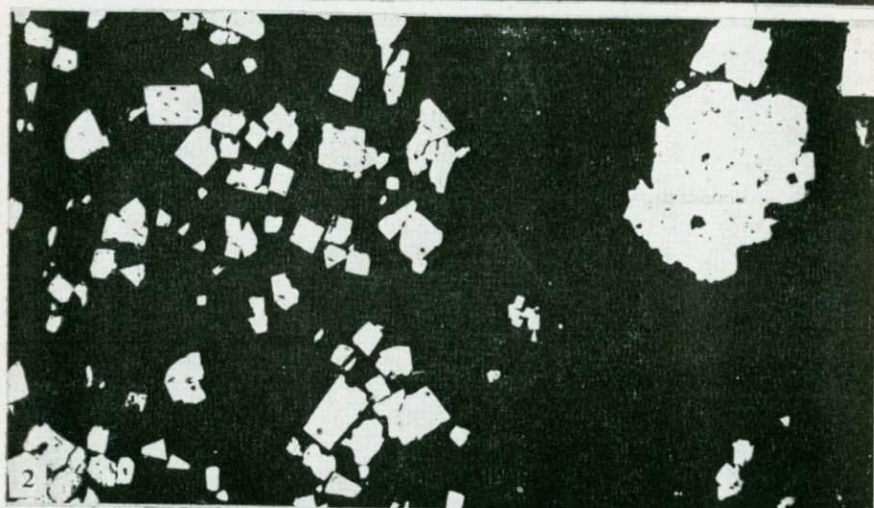
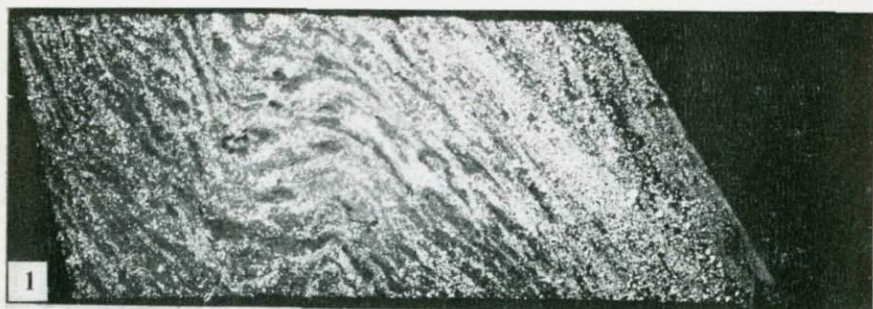


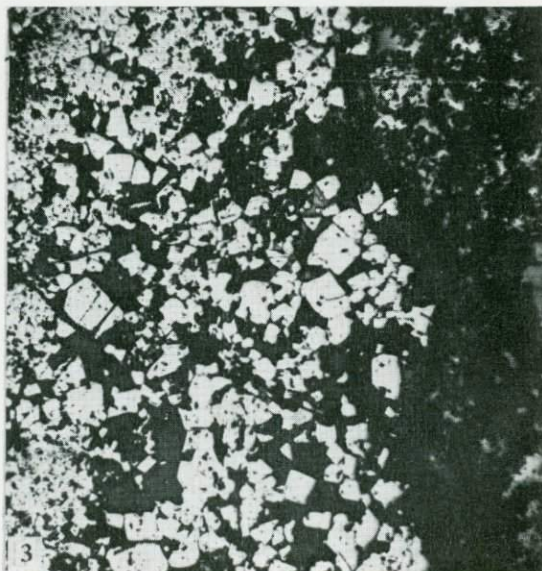
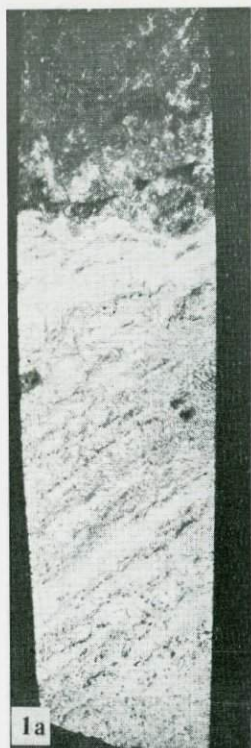


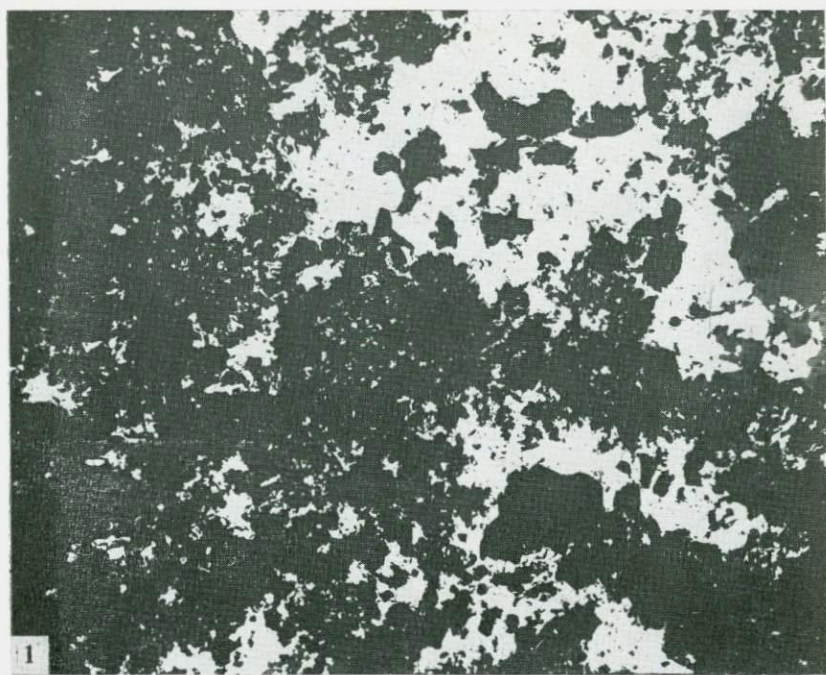


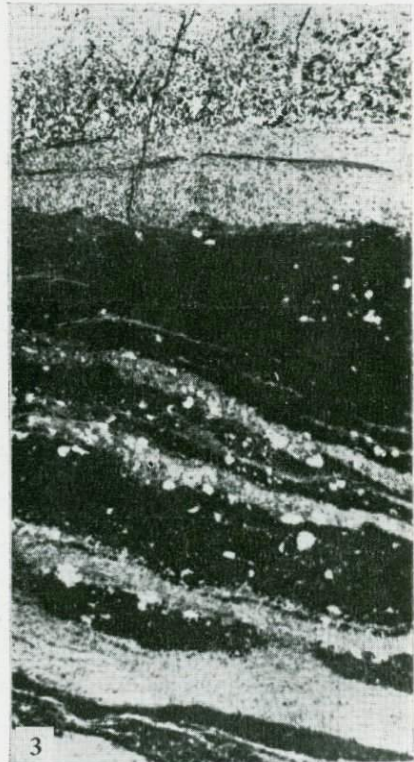
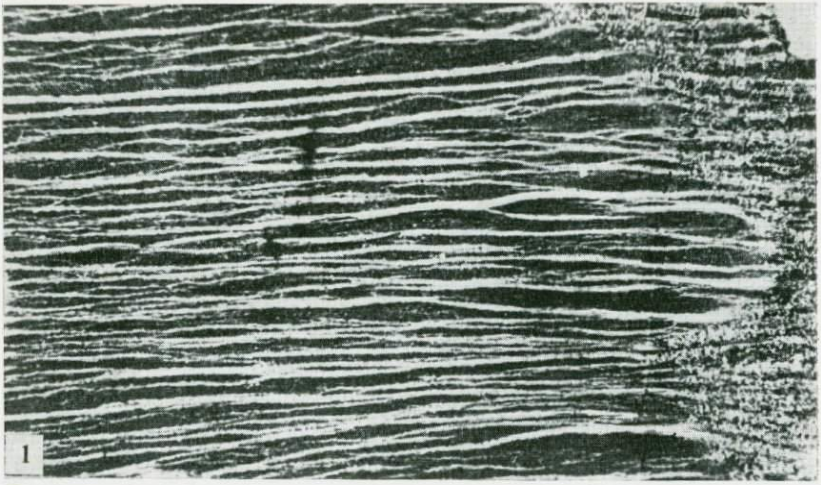


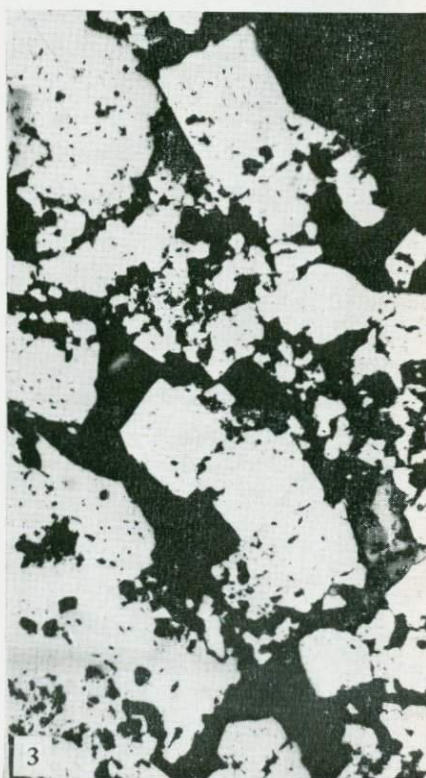
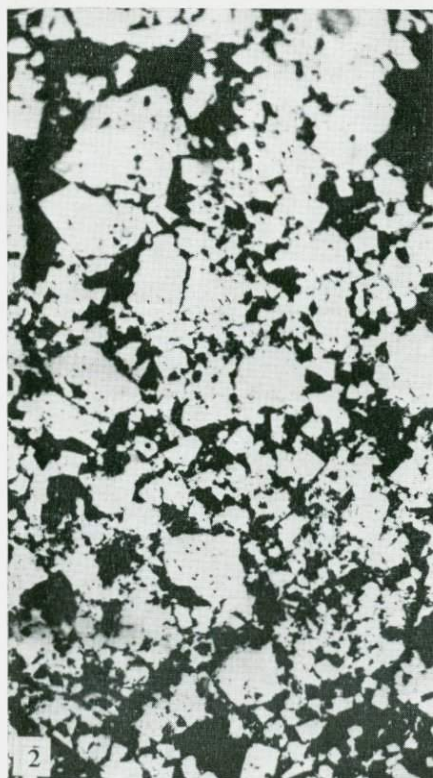


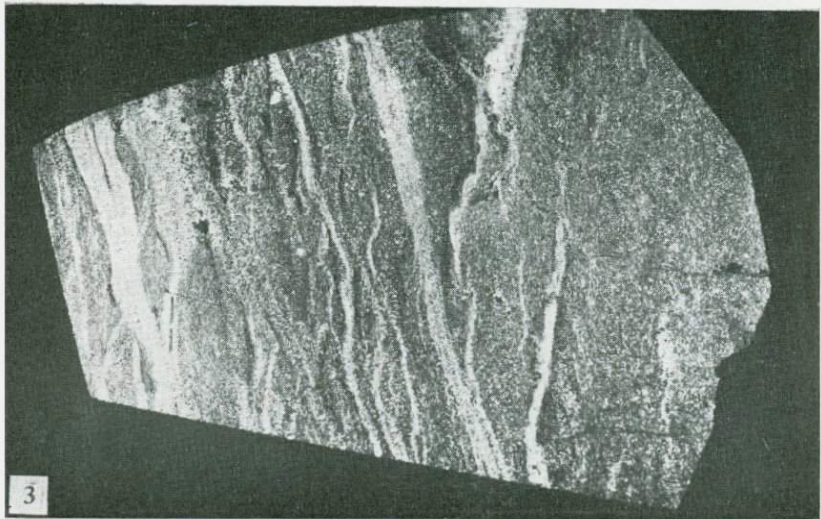
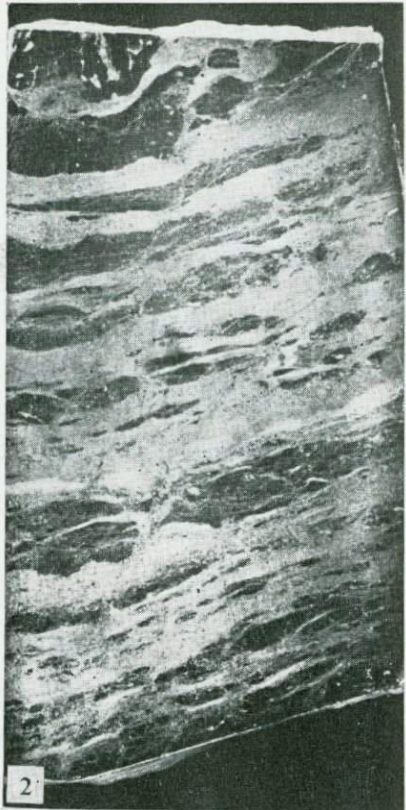
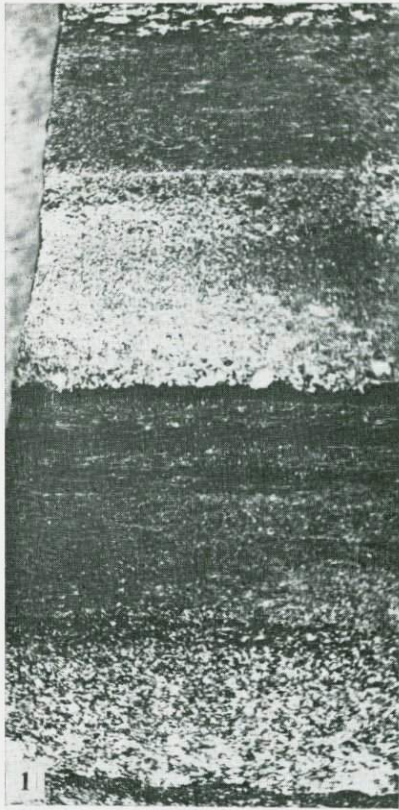


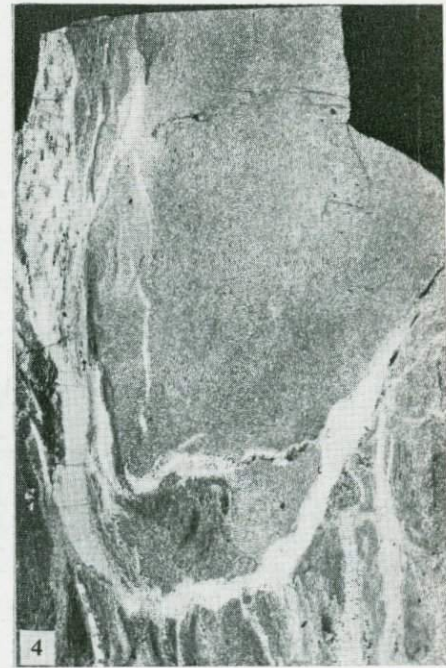
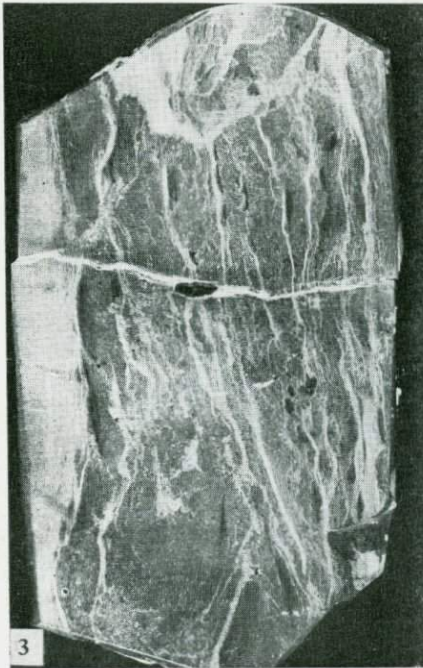
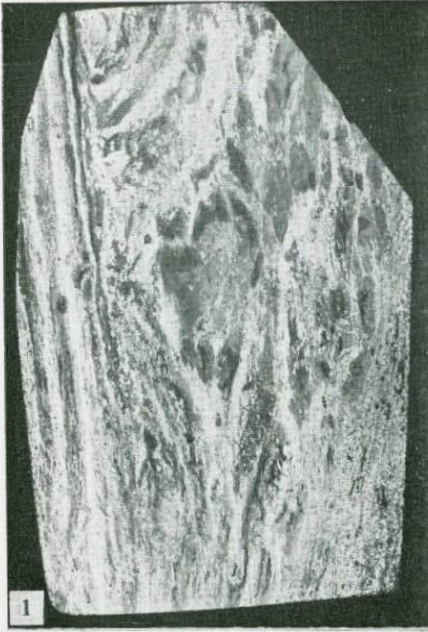


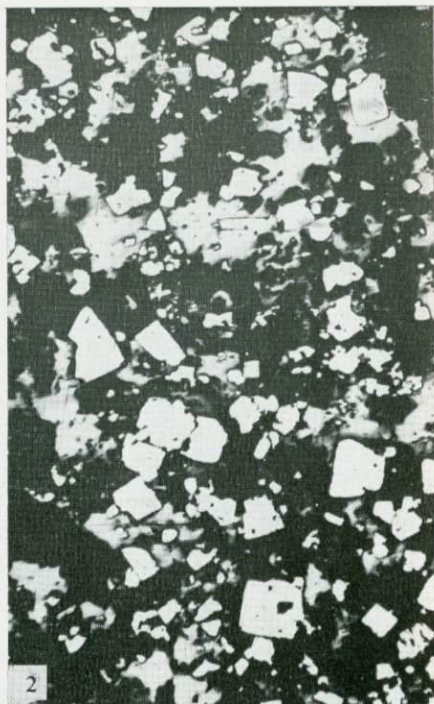


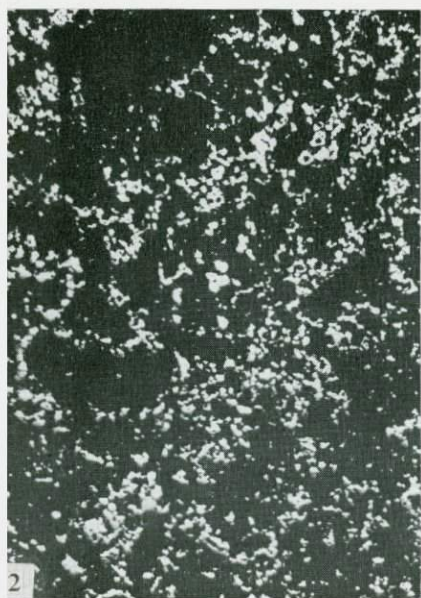
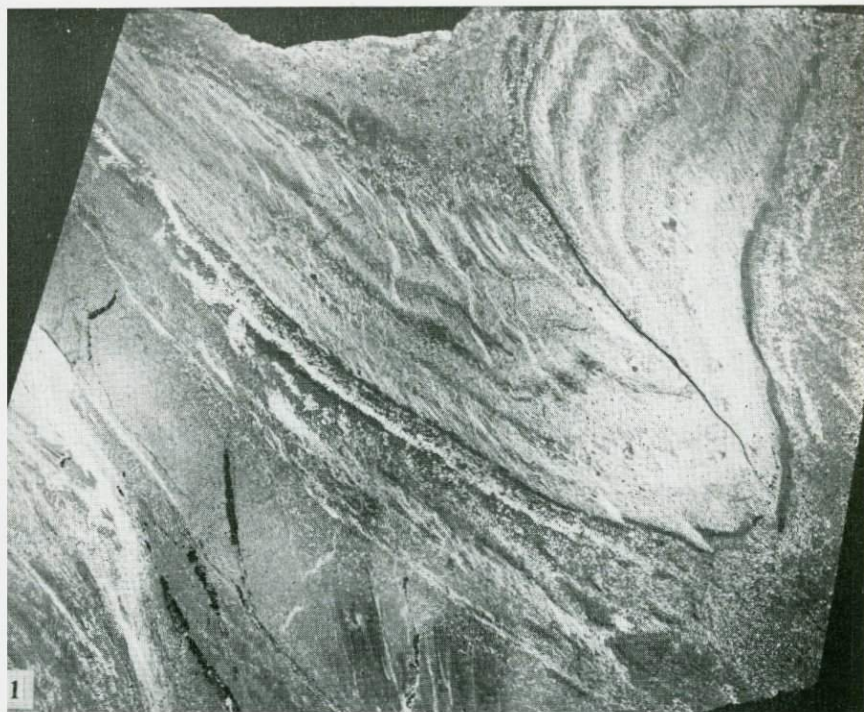


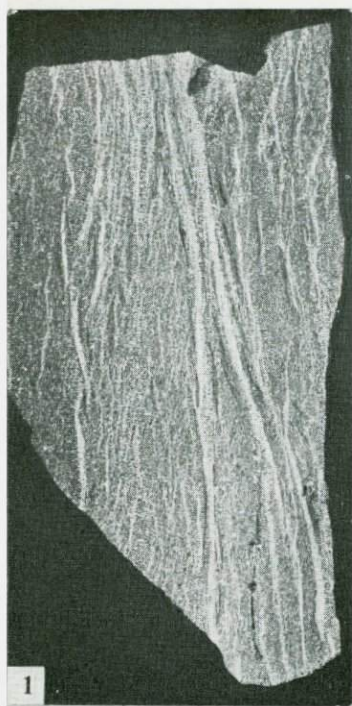


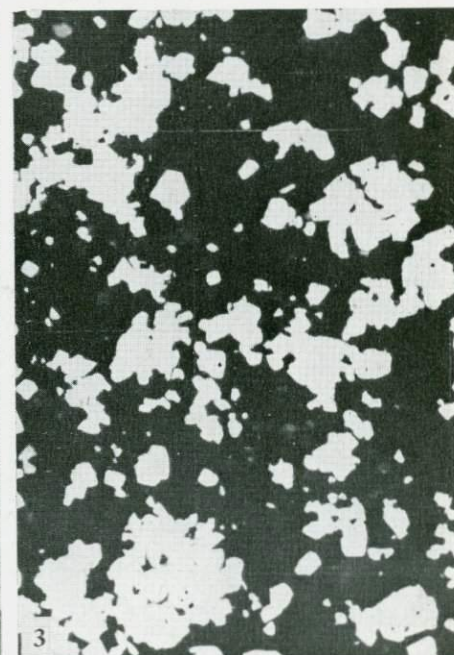
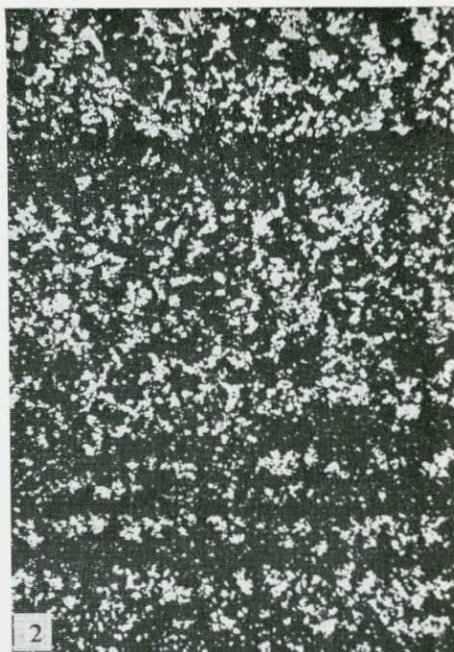


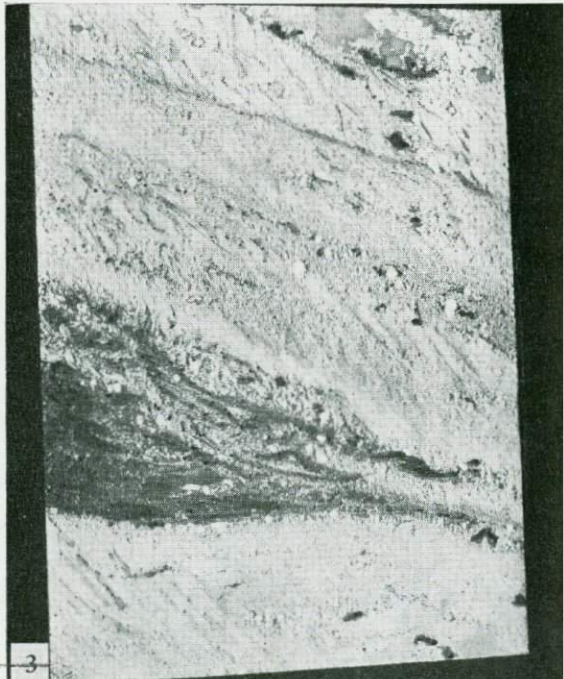
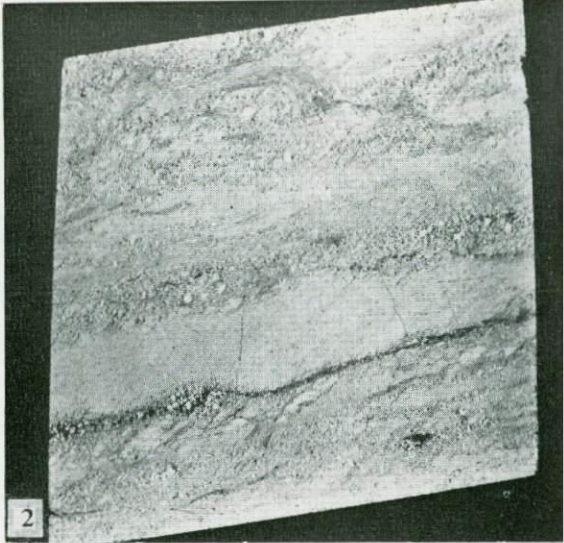






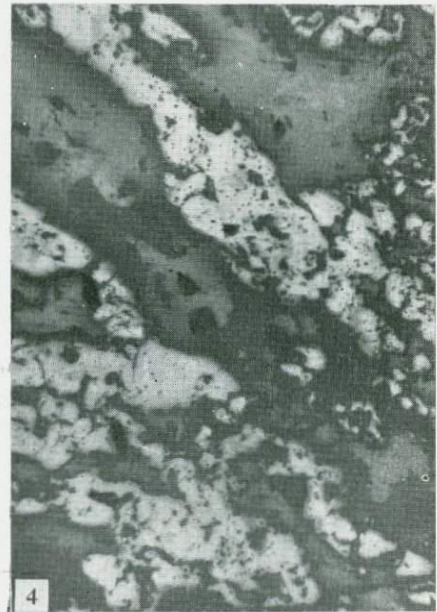
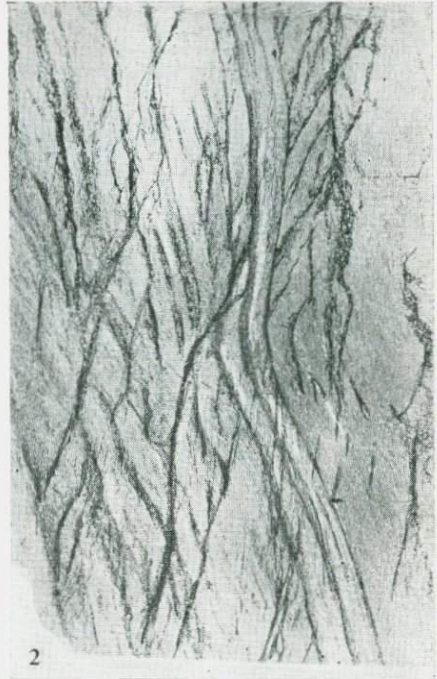


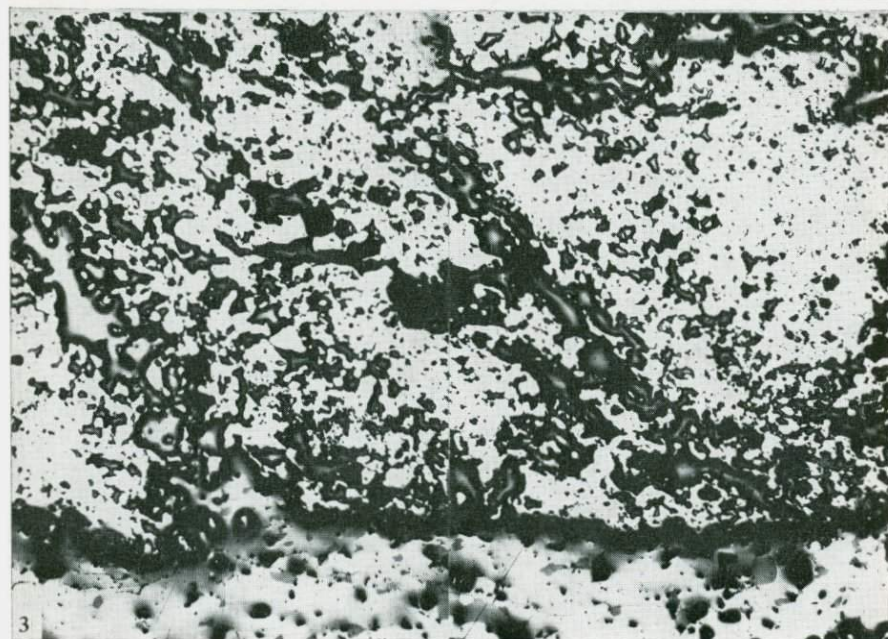
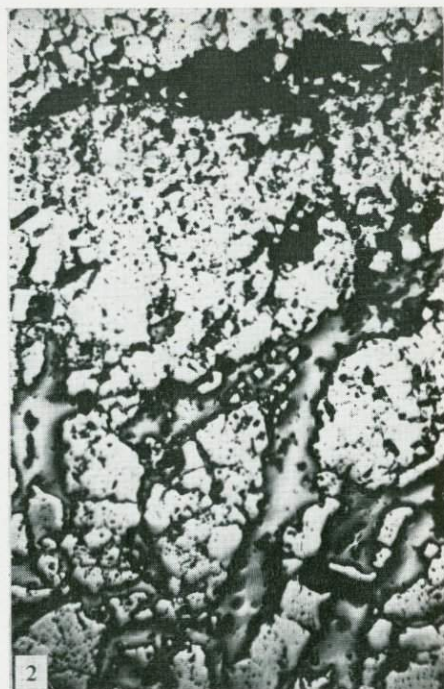
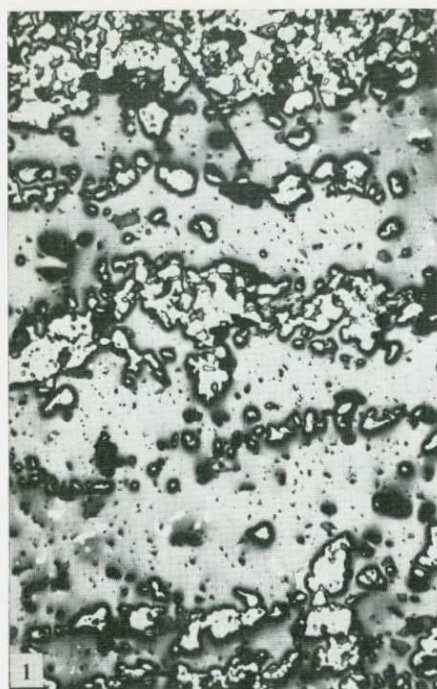


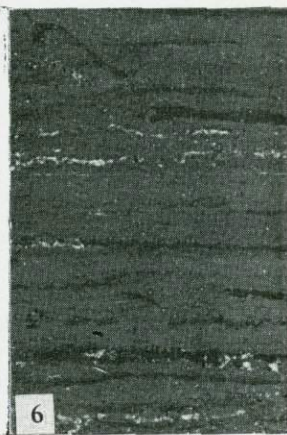
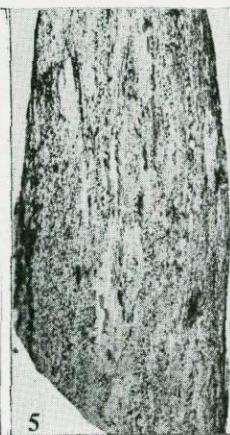
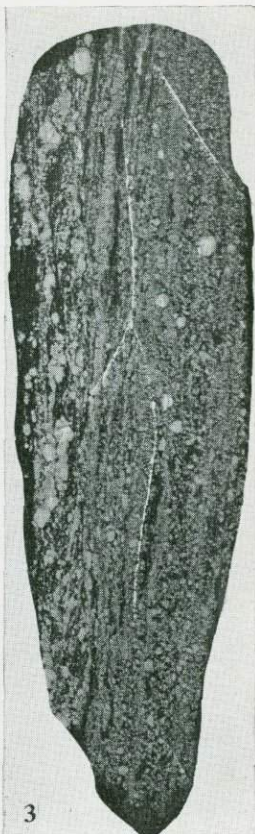
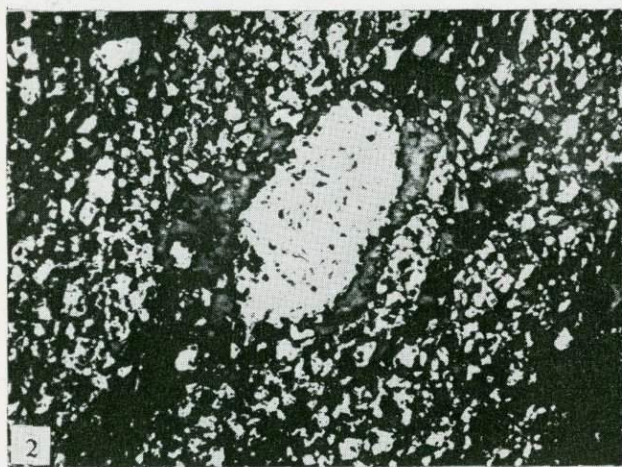


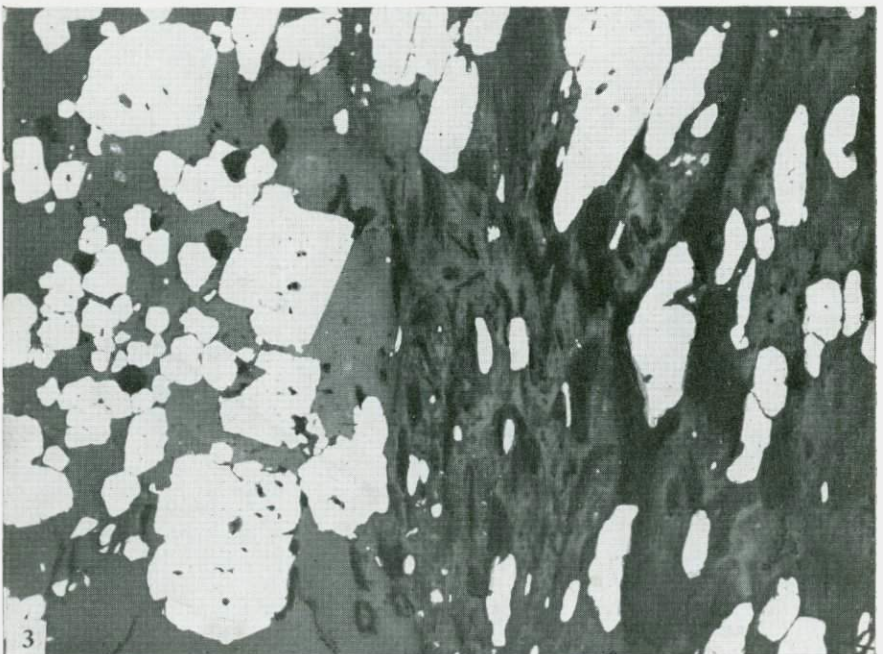
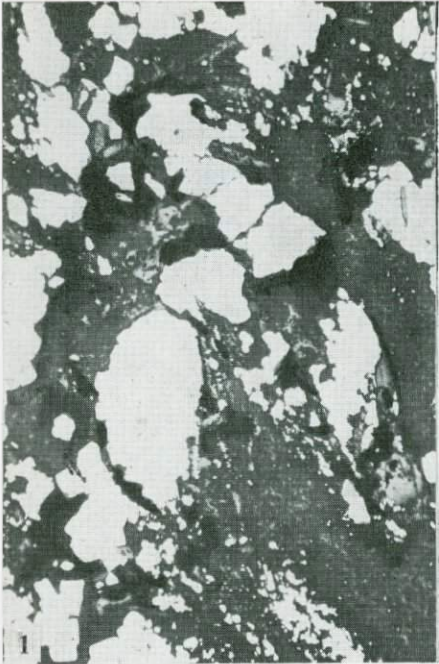




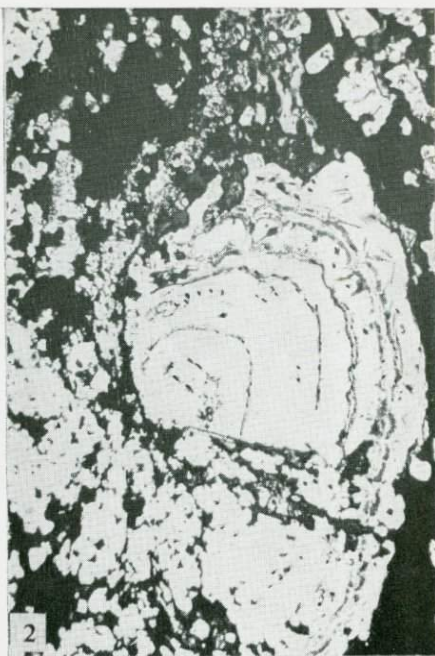
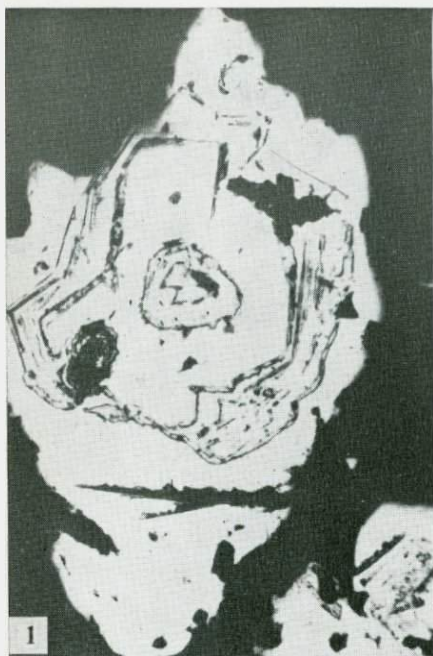


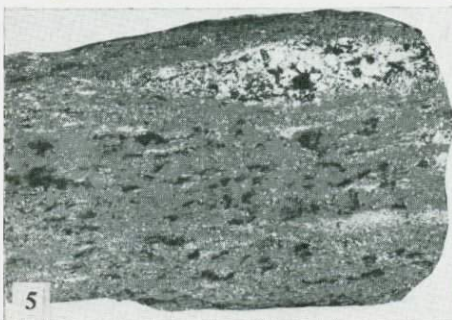
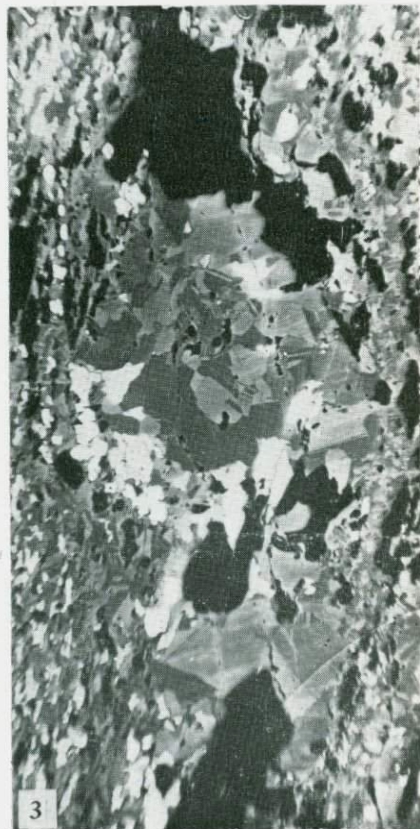
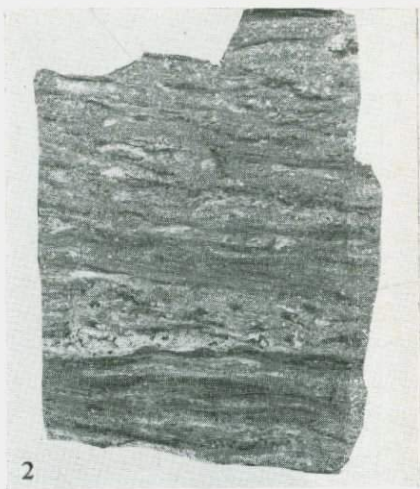


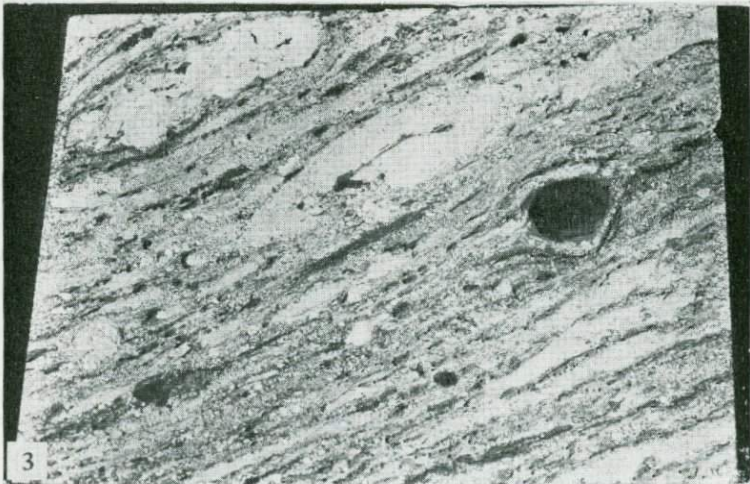
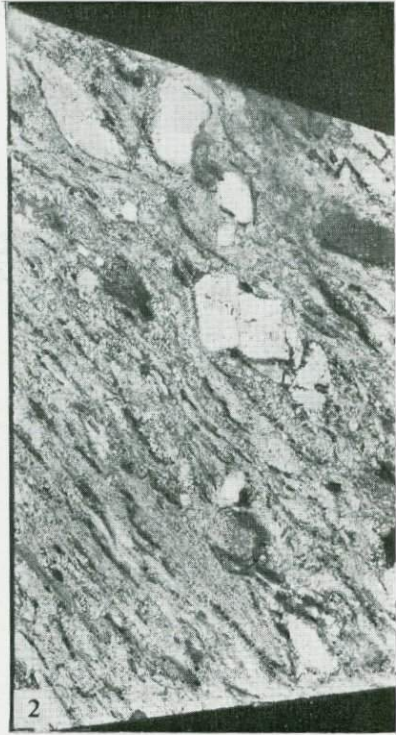


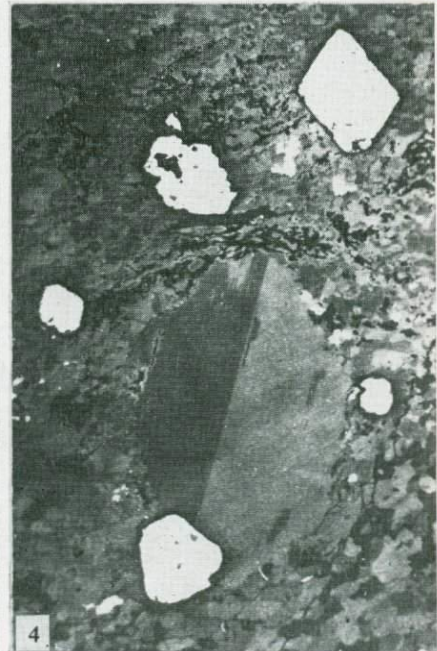
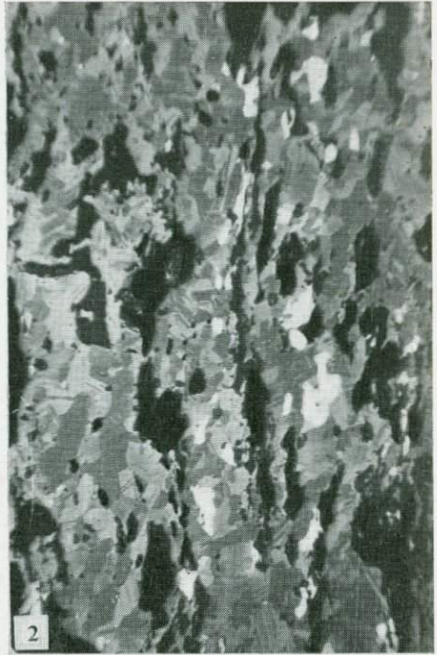
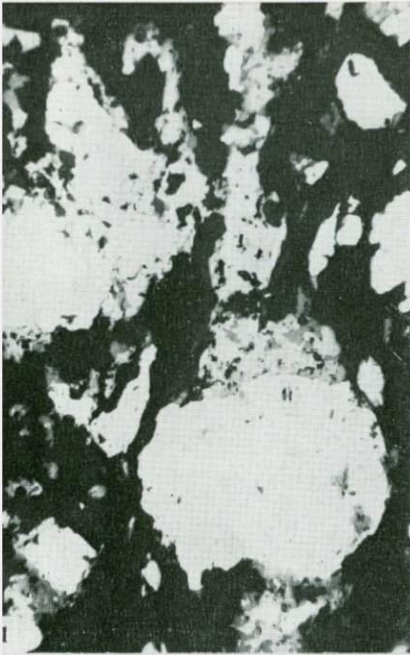


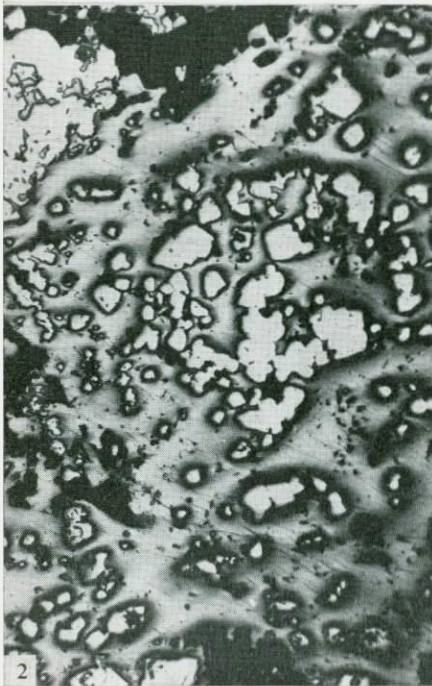
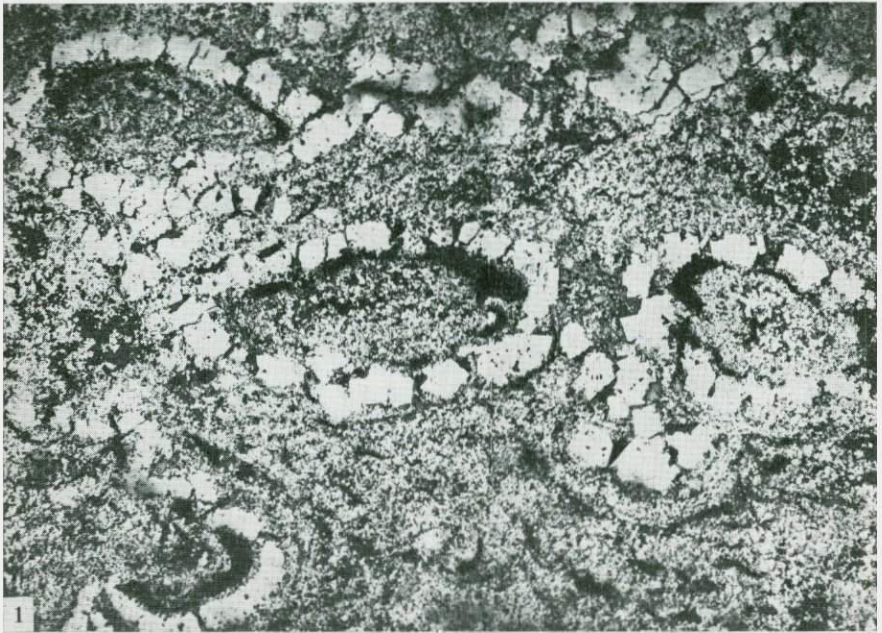


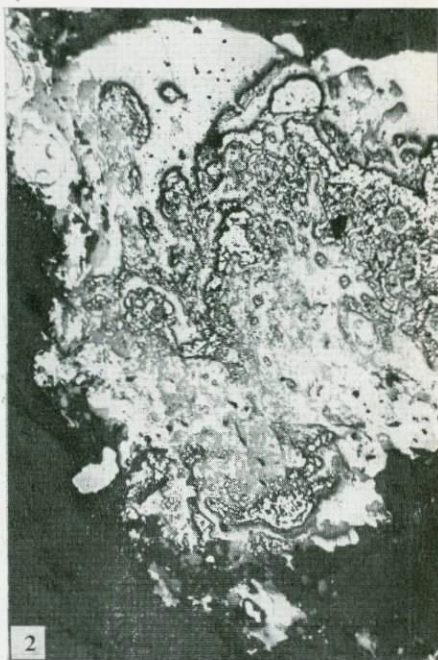




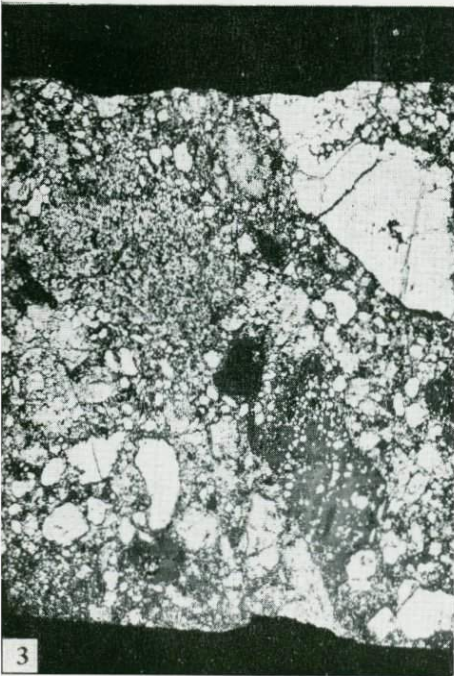
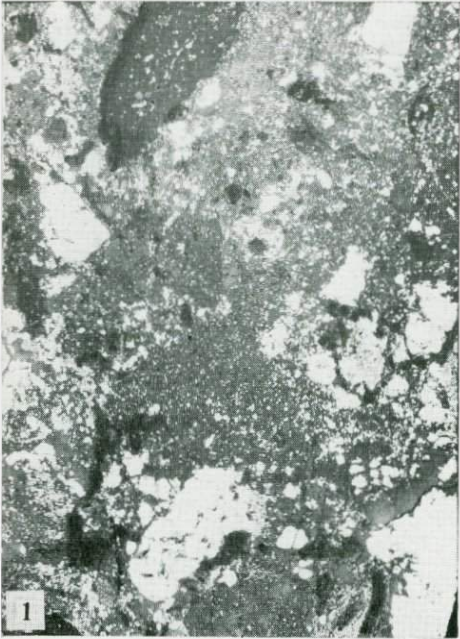


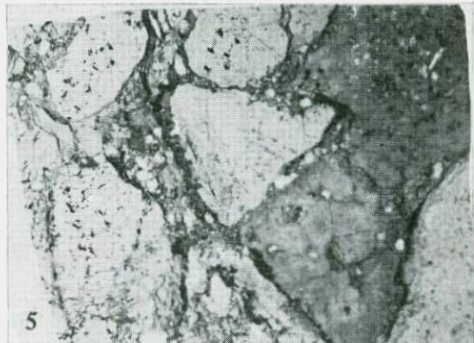
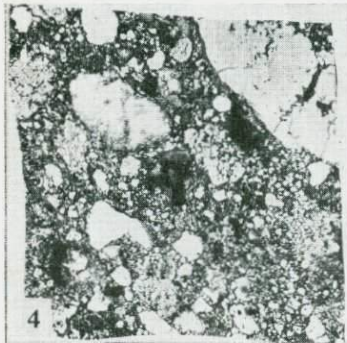
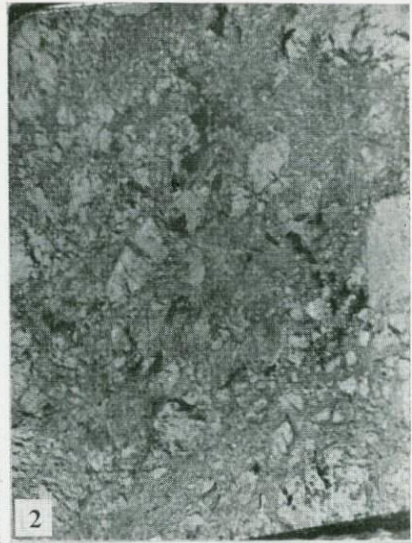
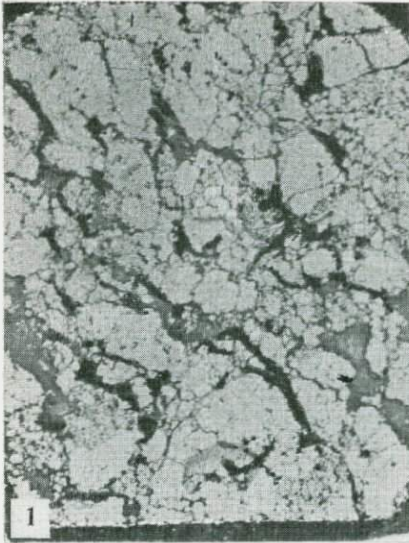










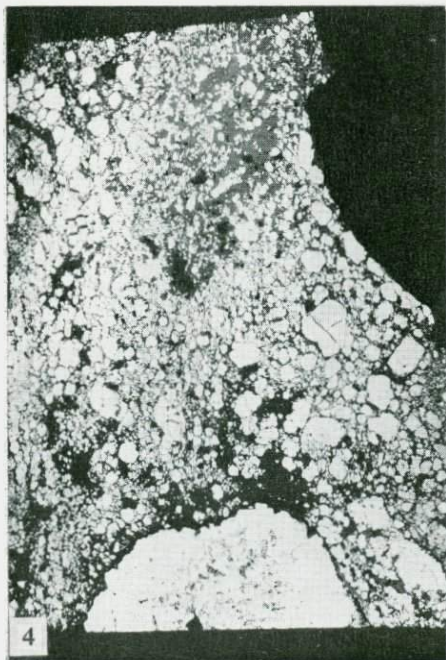




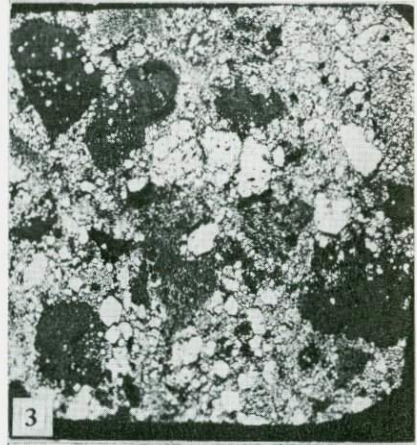
1



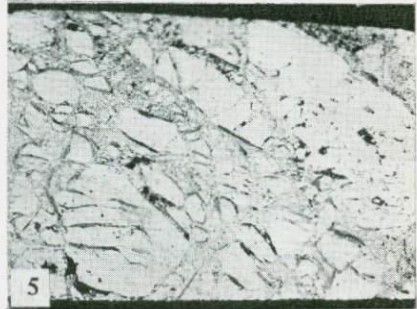
2



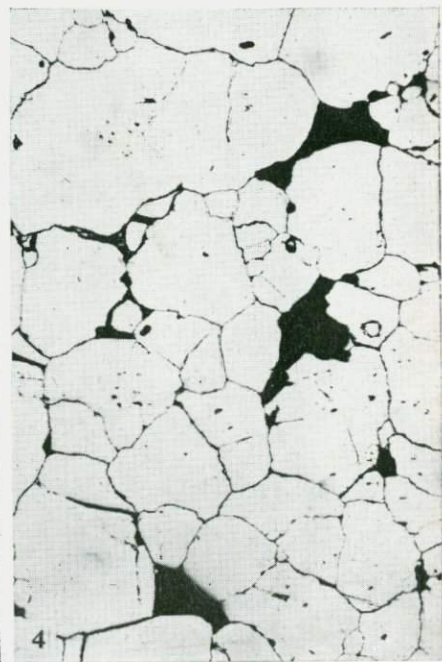
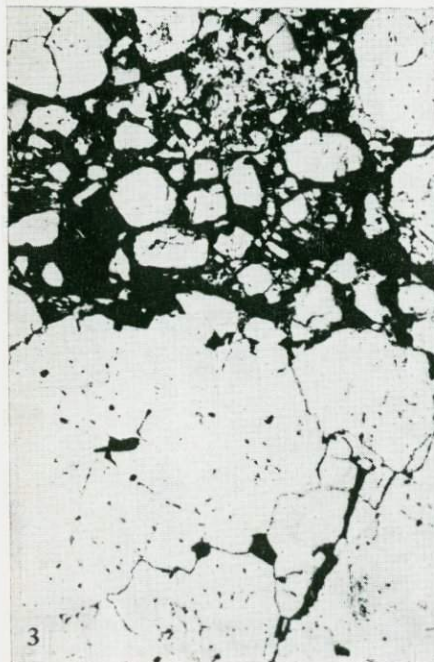
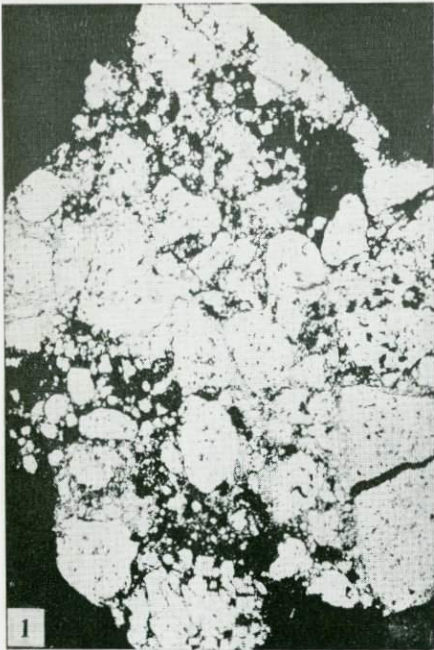
4

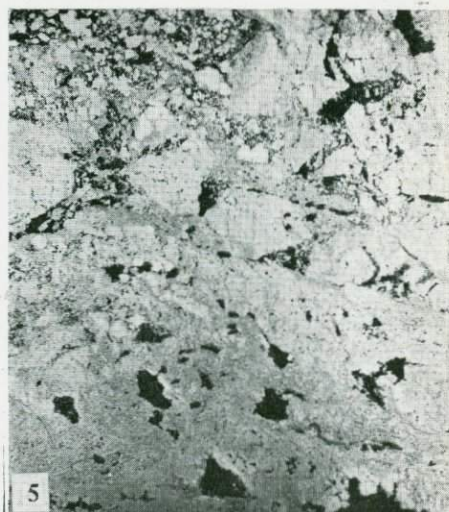
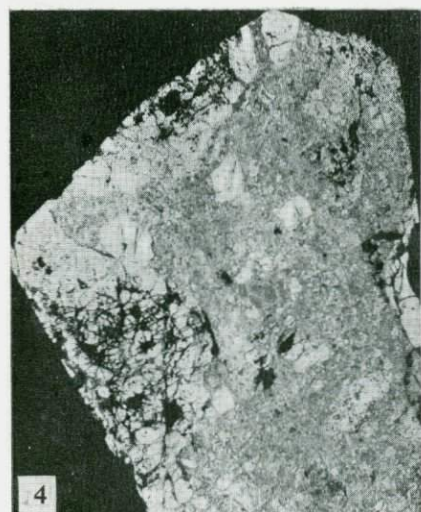
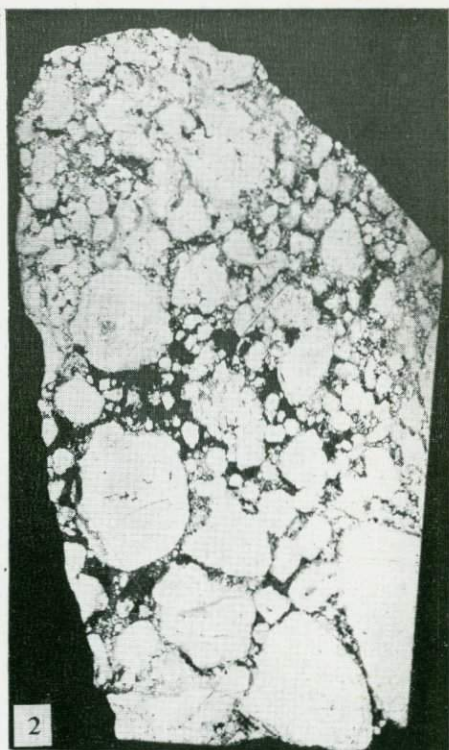


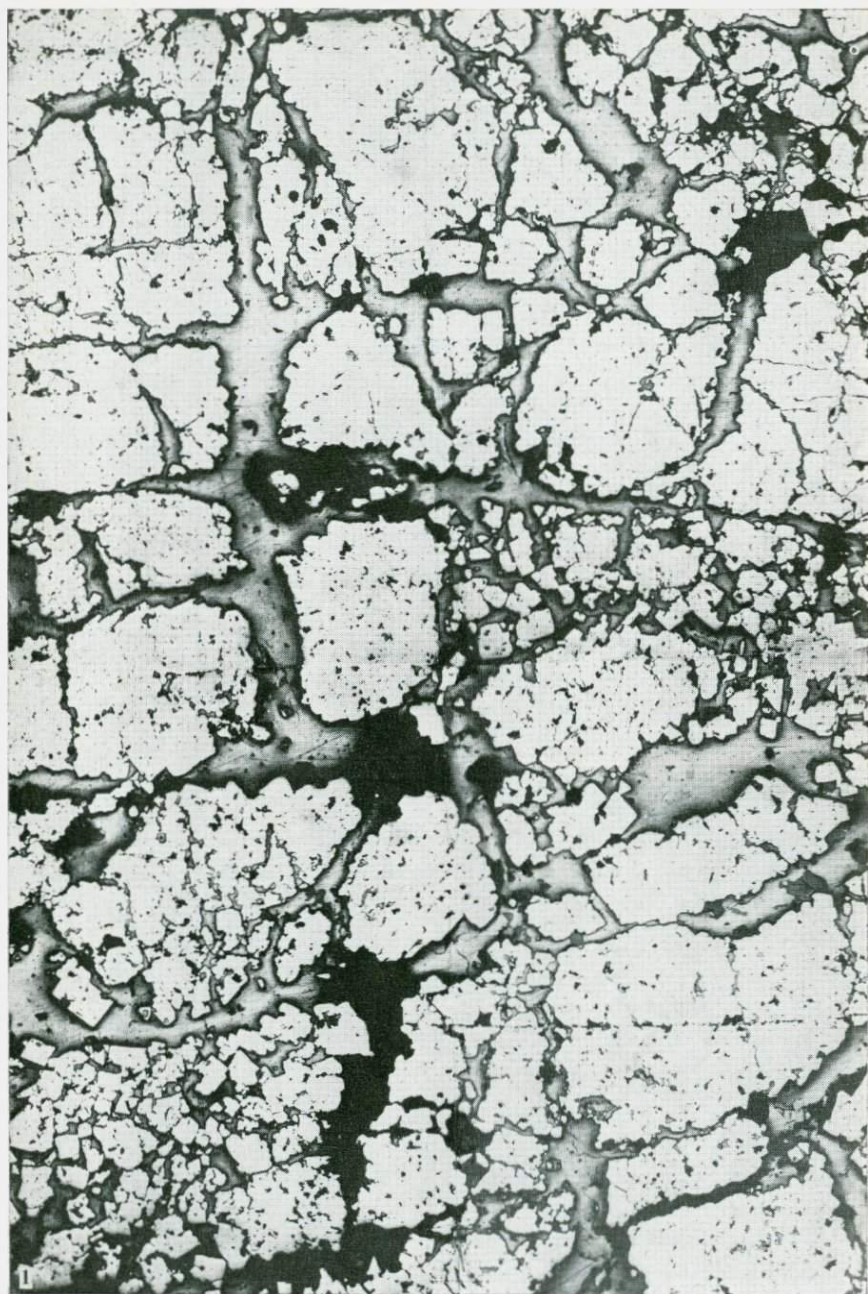
3

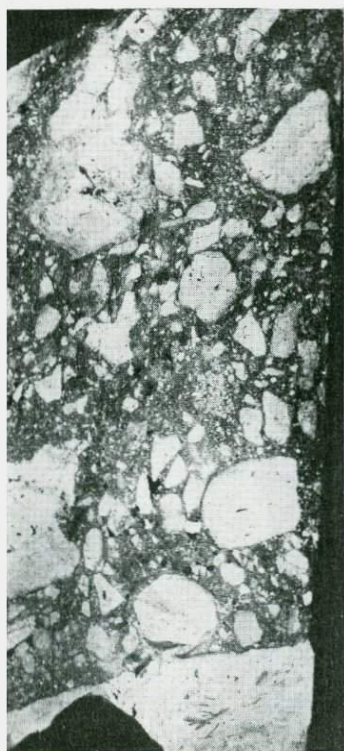


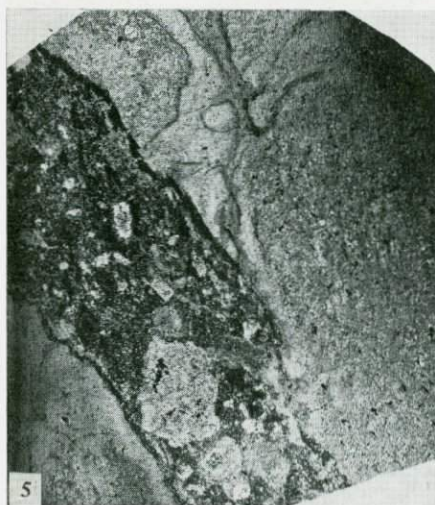
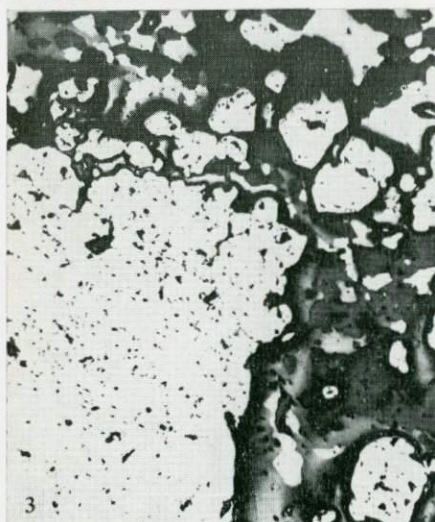
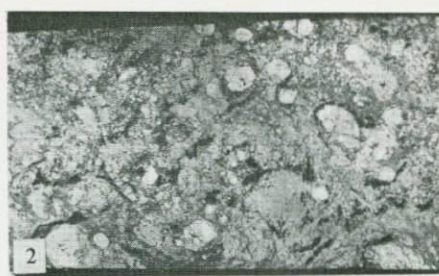
5

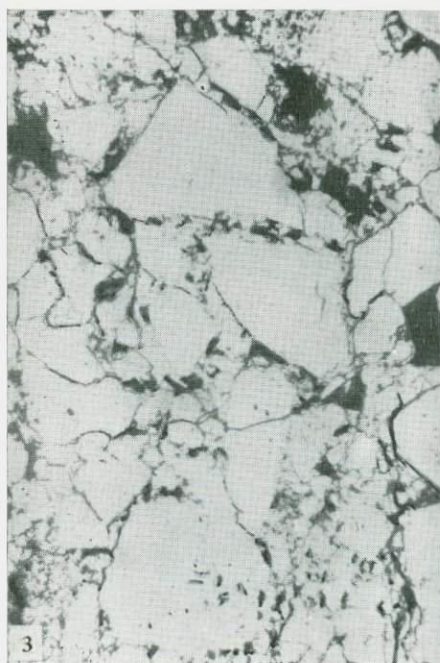
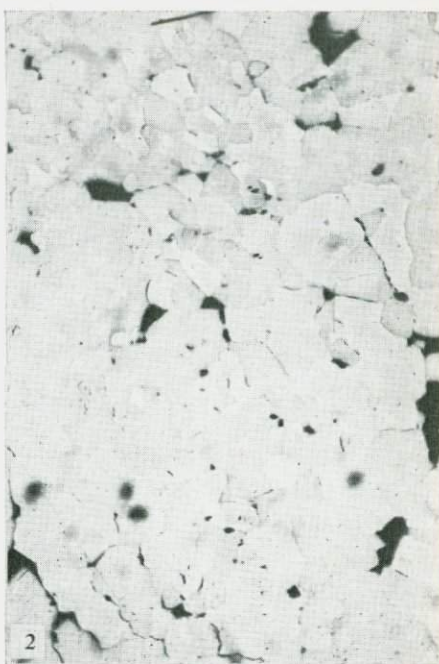
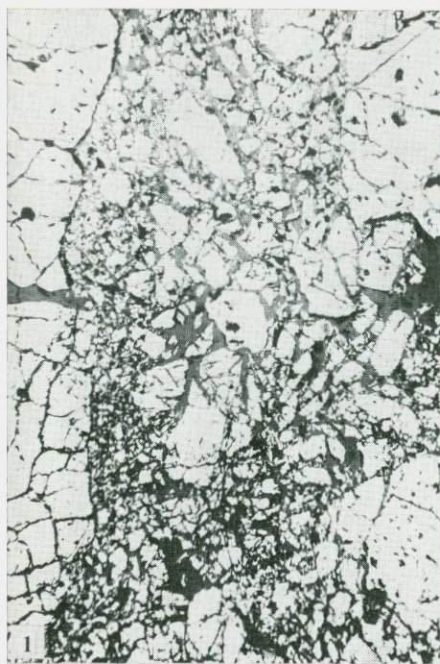


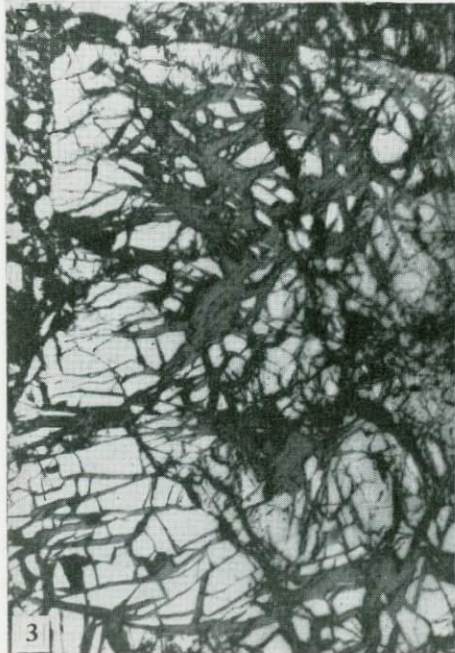
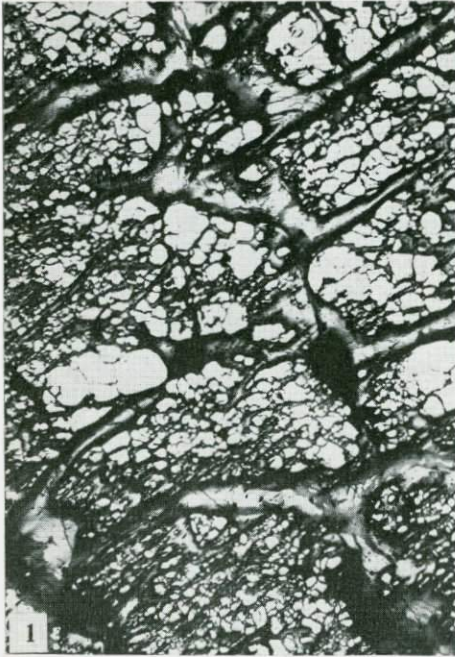


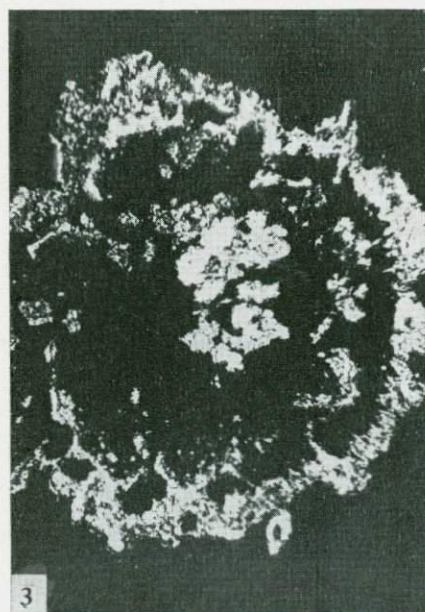
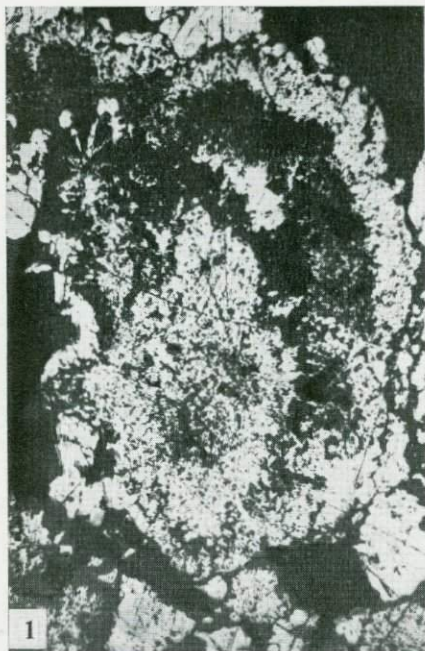


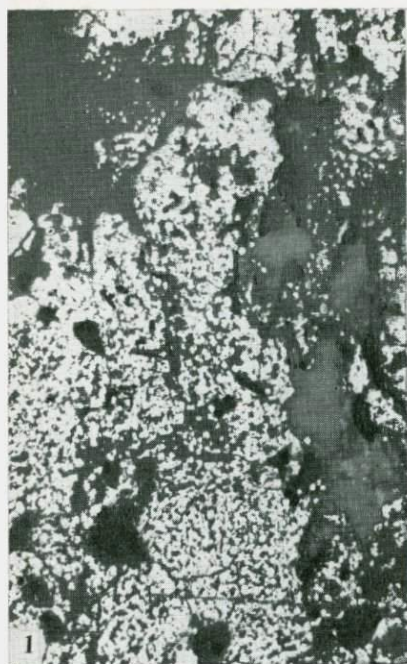


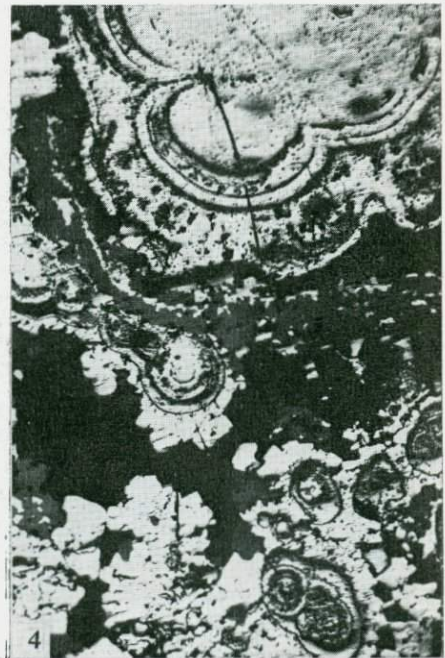
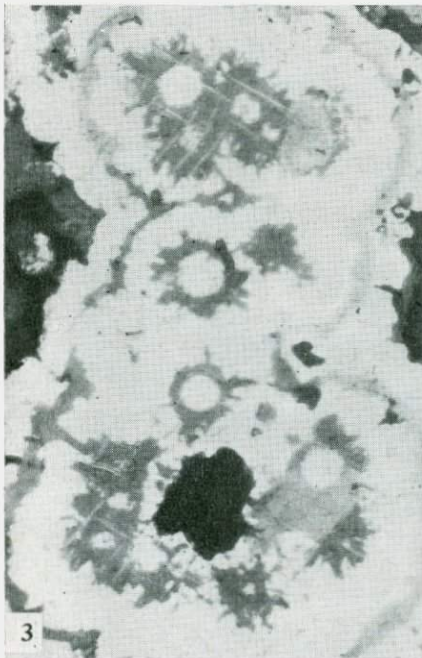
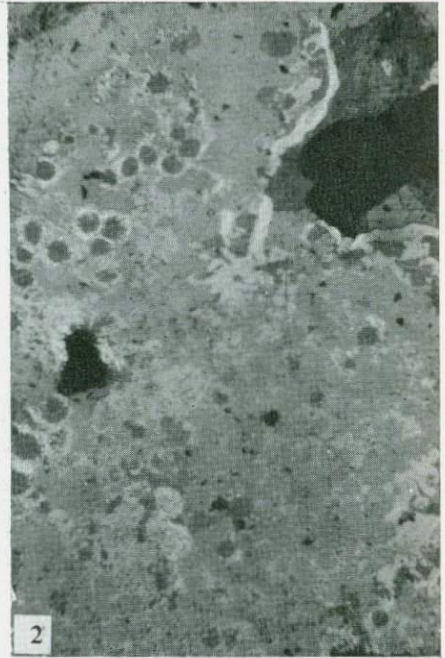


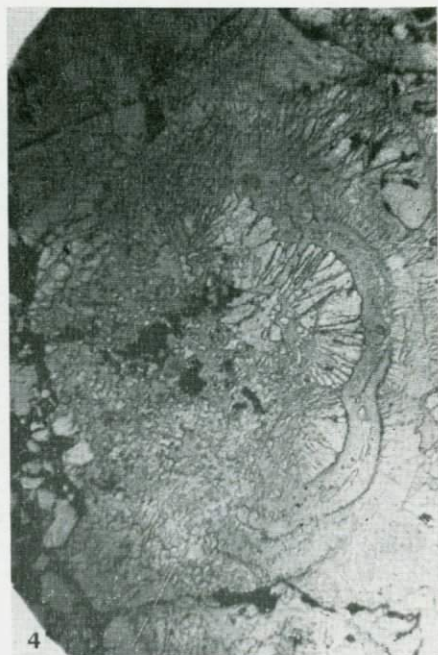
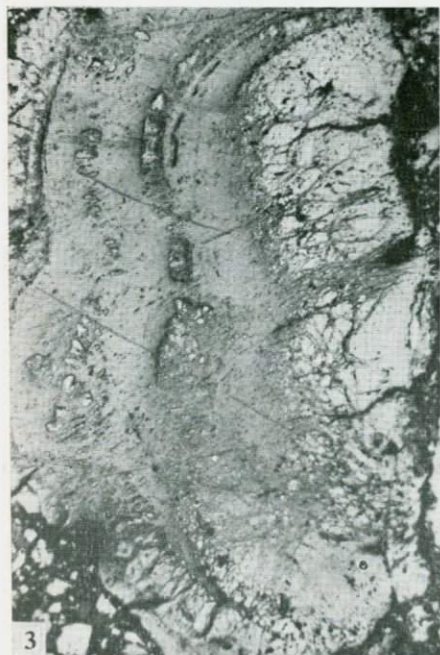
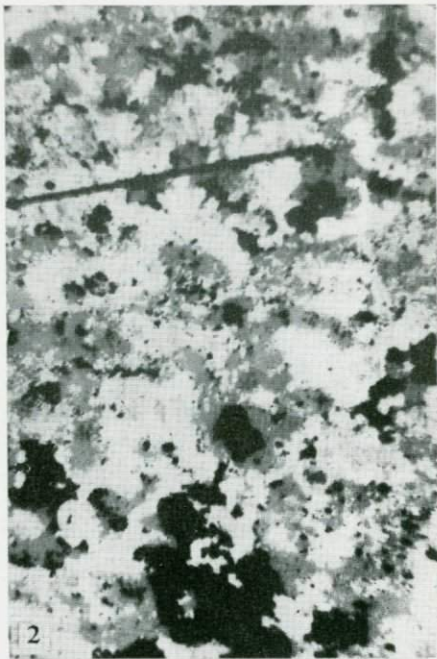


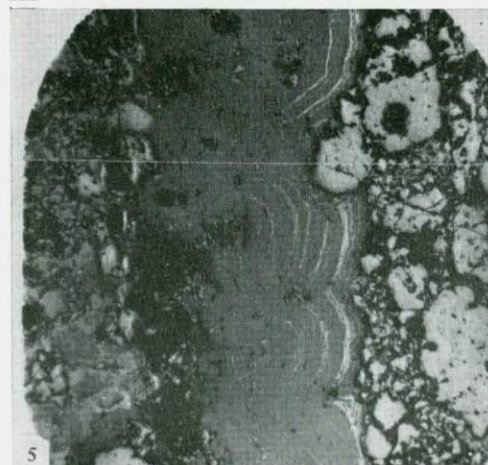
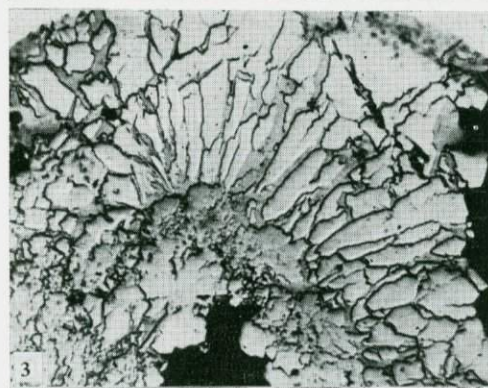
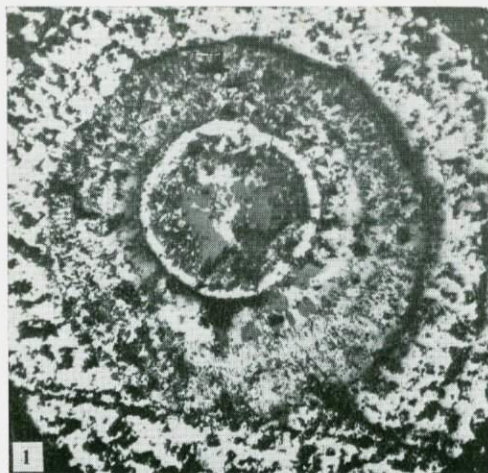


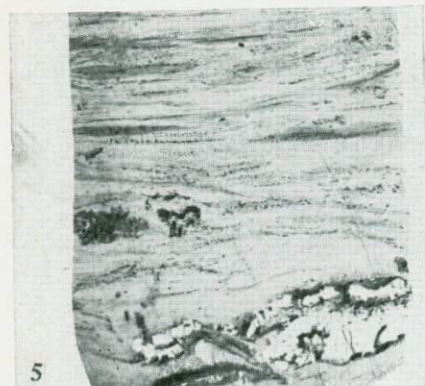
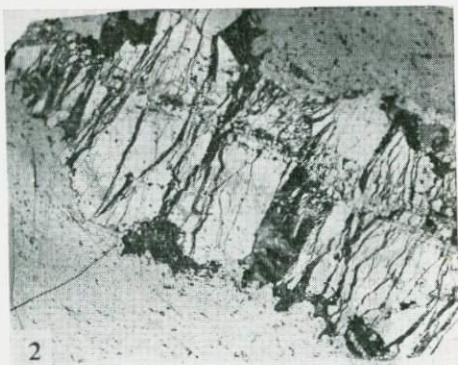
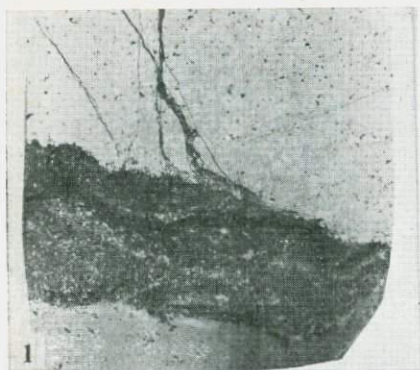


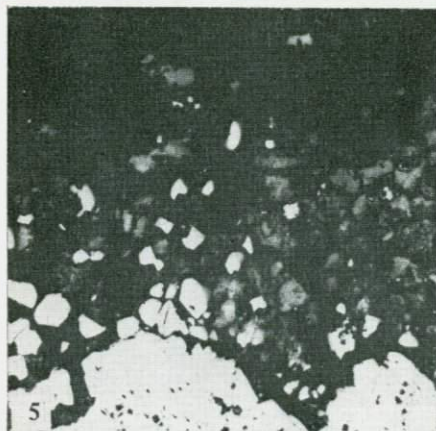
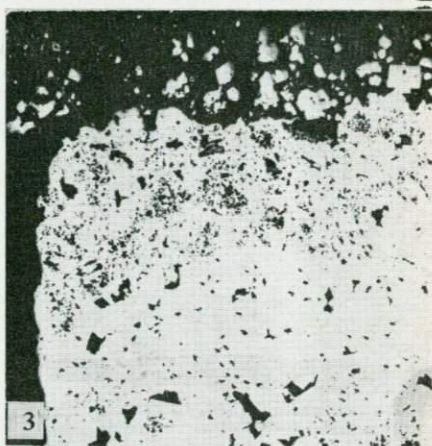
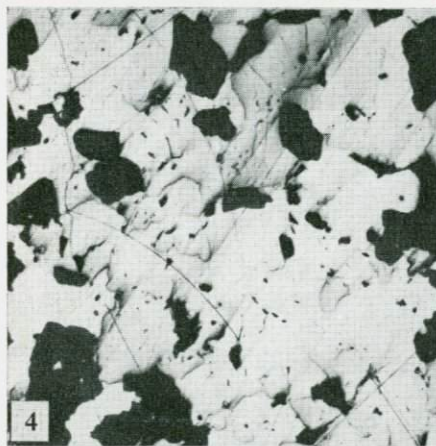
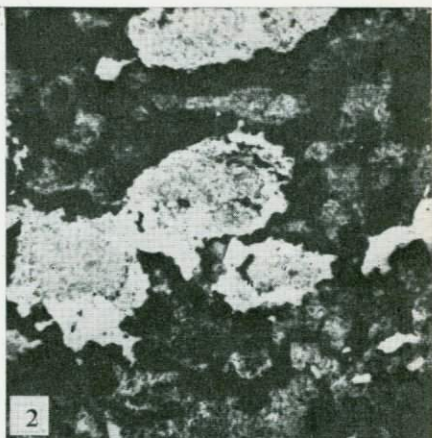
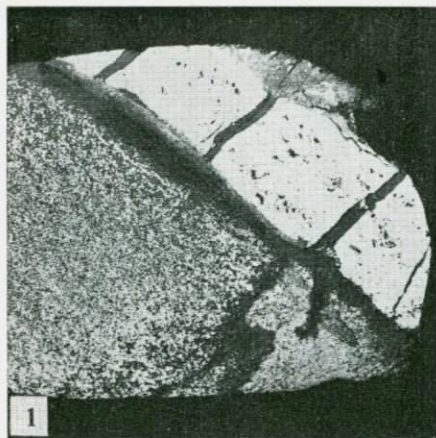


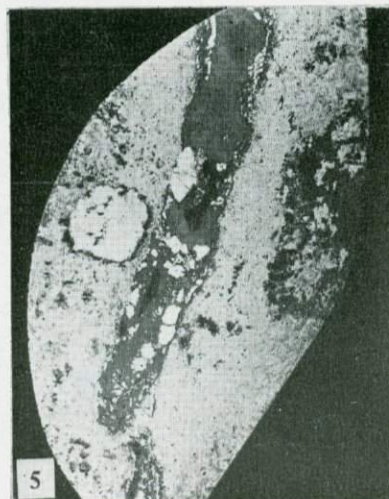
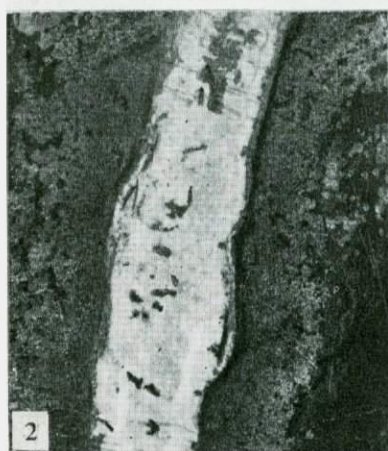


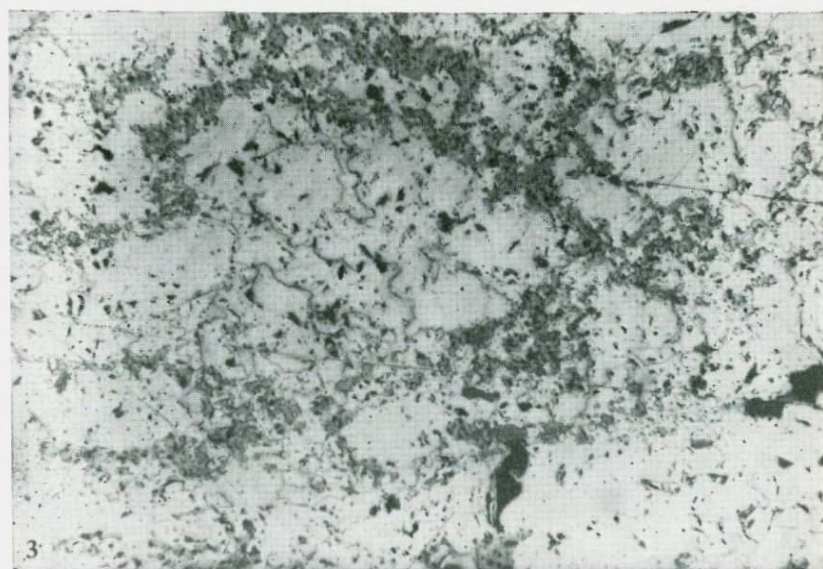
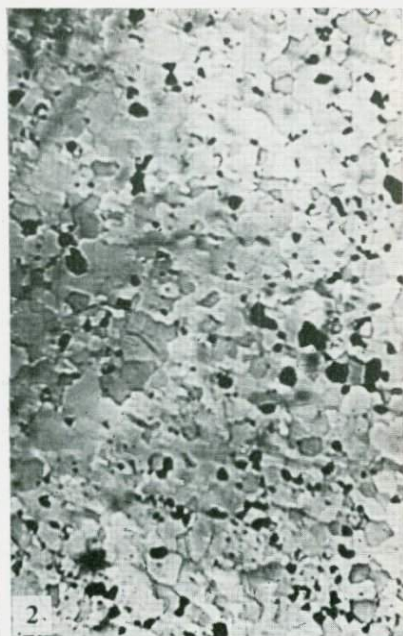
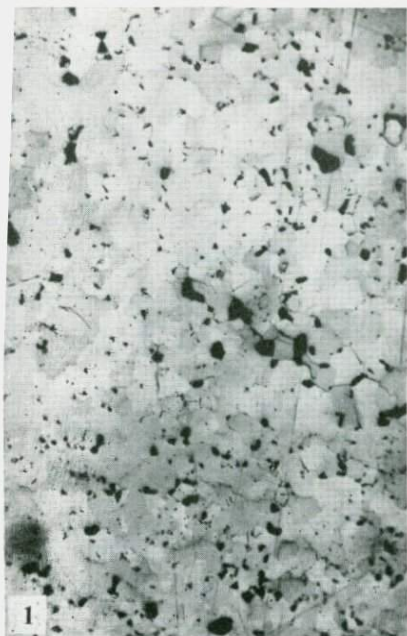


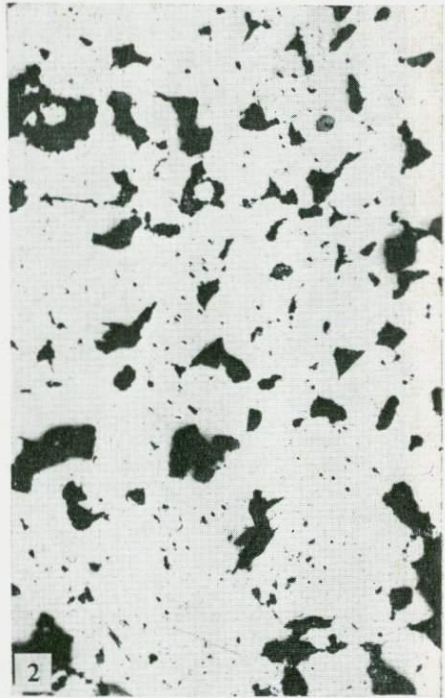


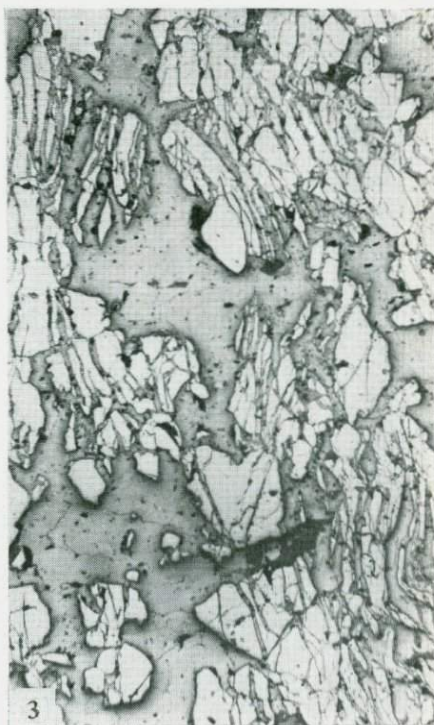


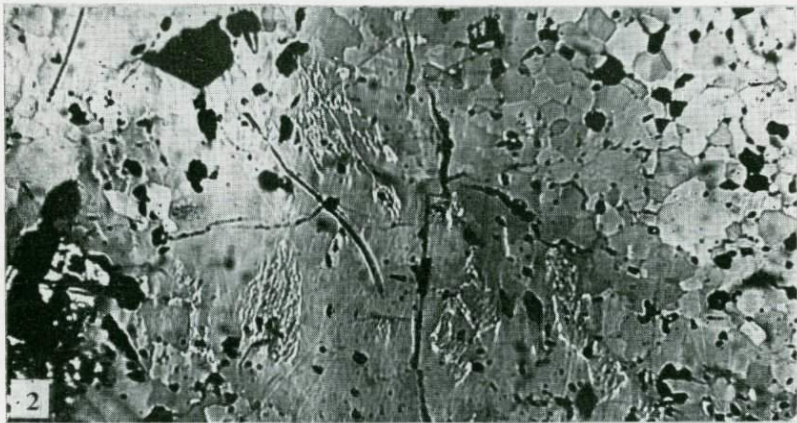
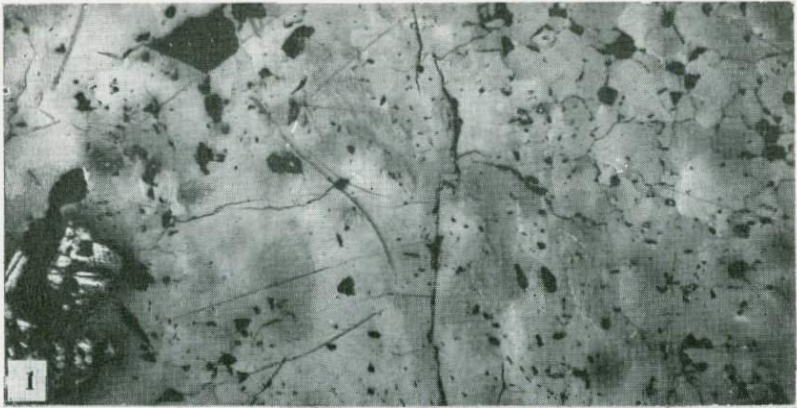


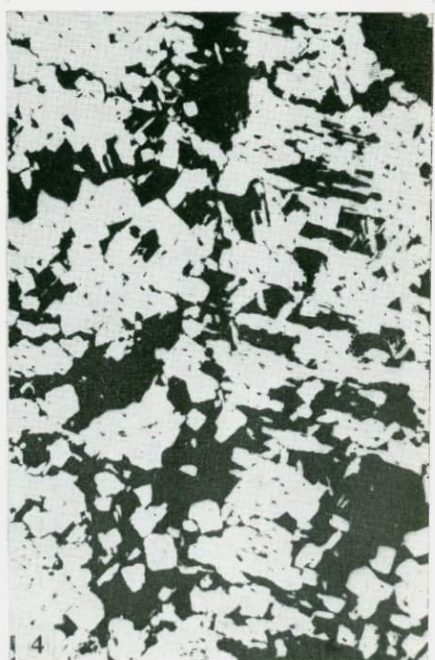
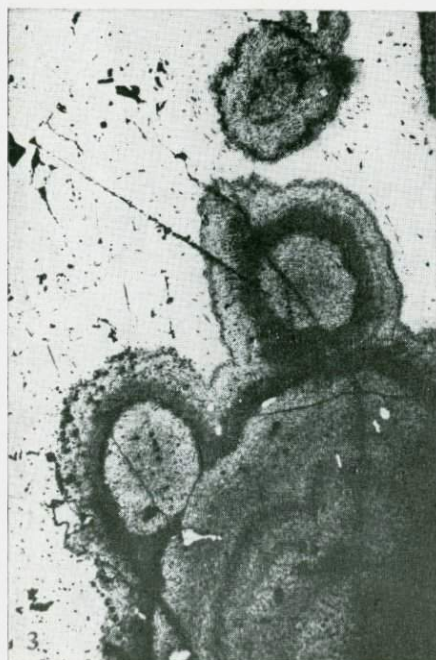


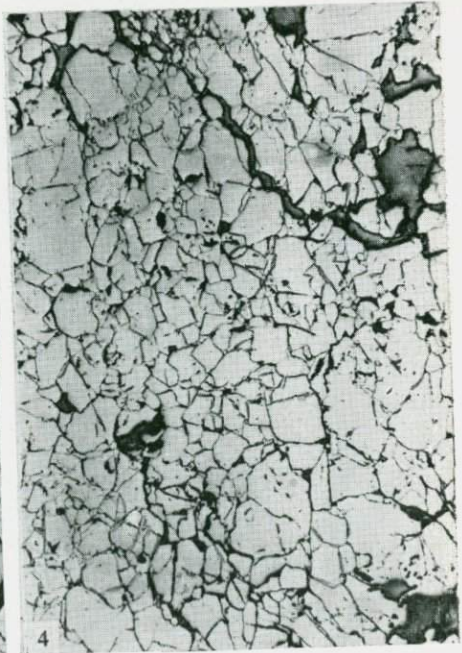


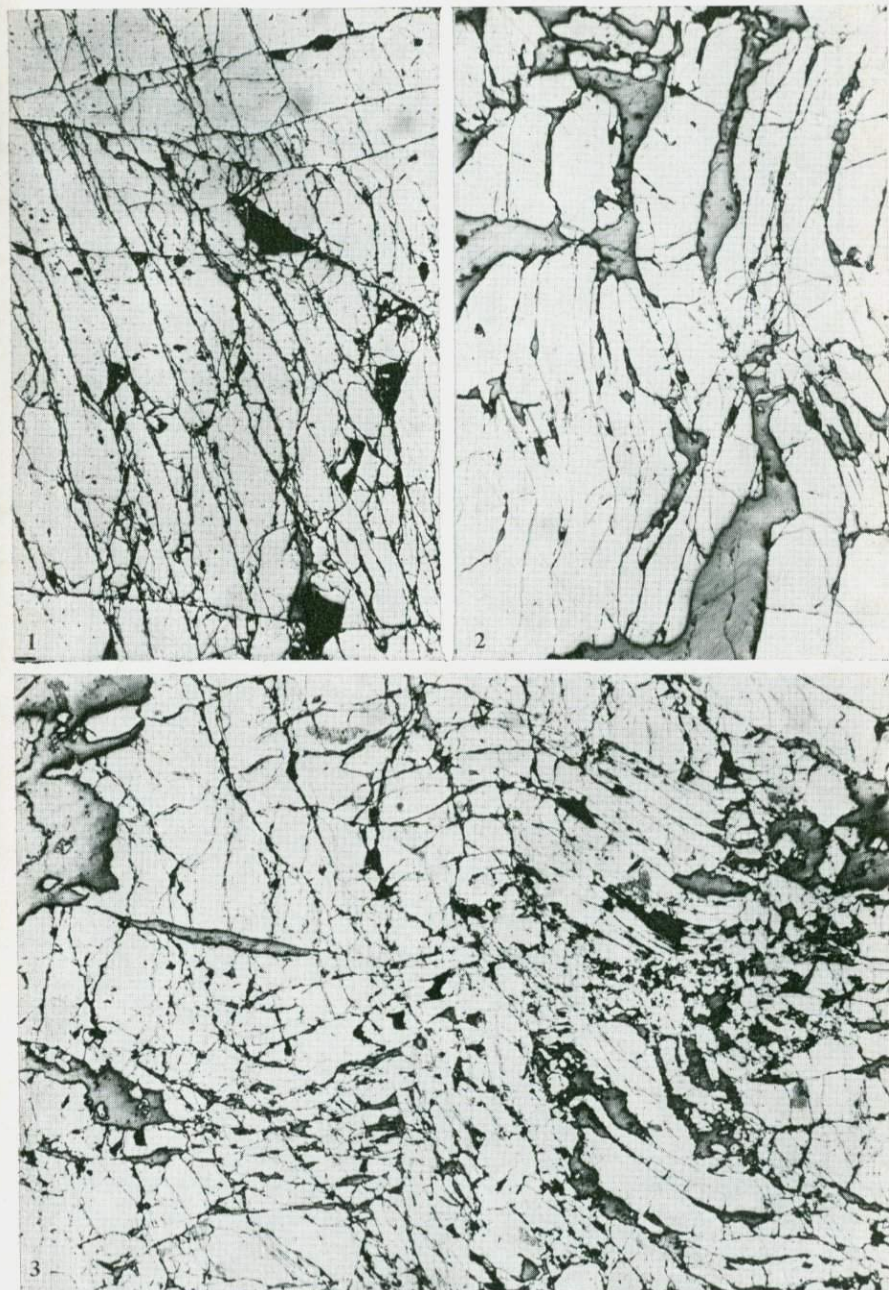




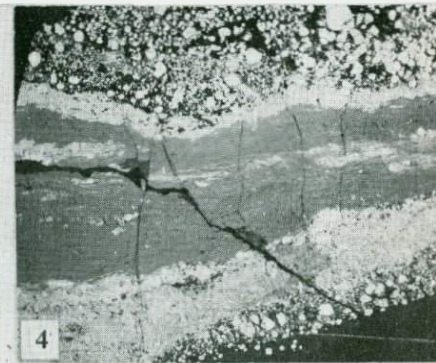




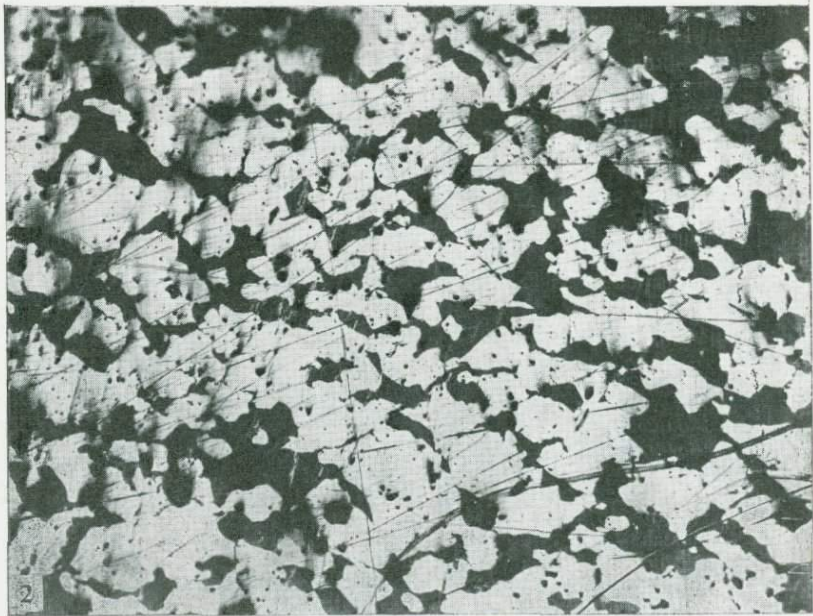
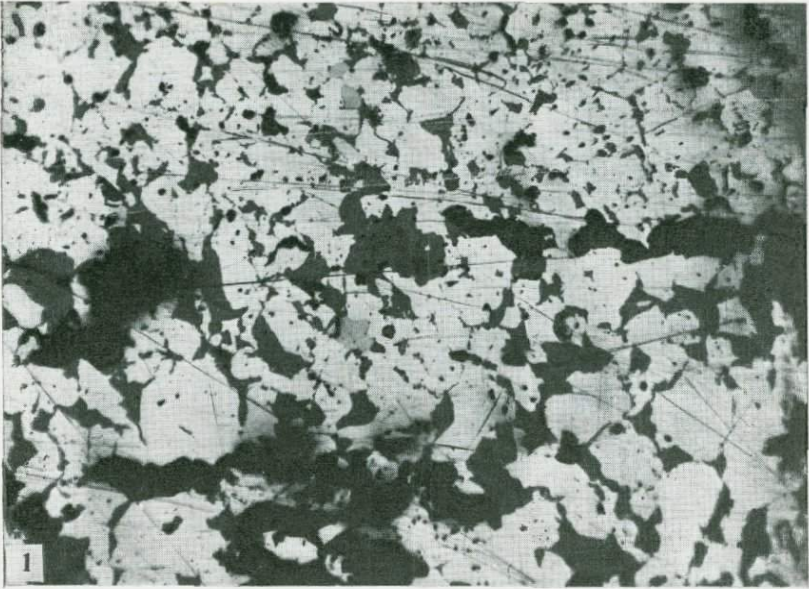




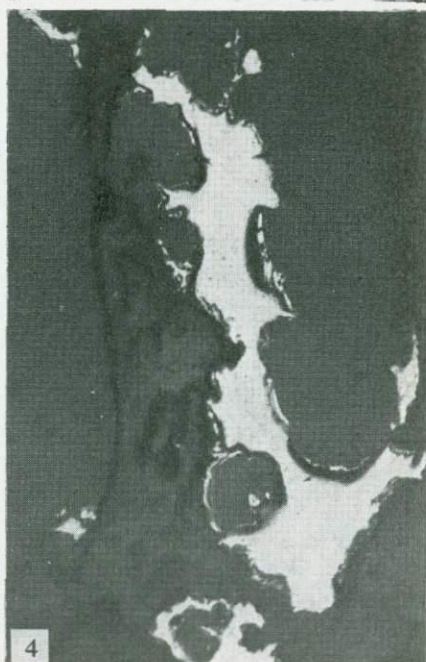
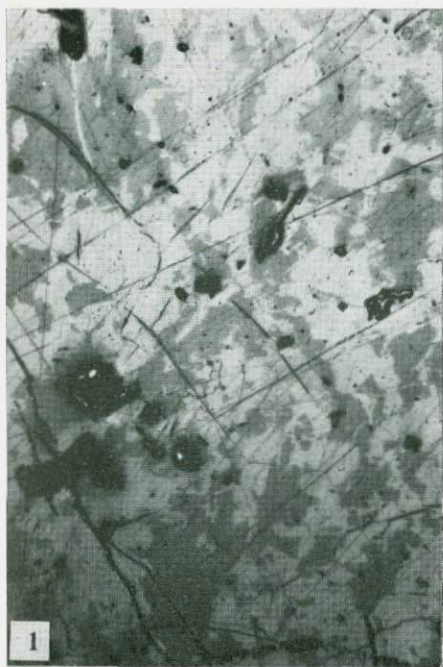


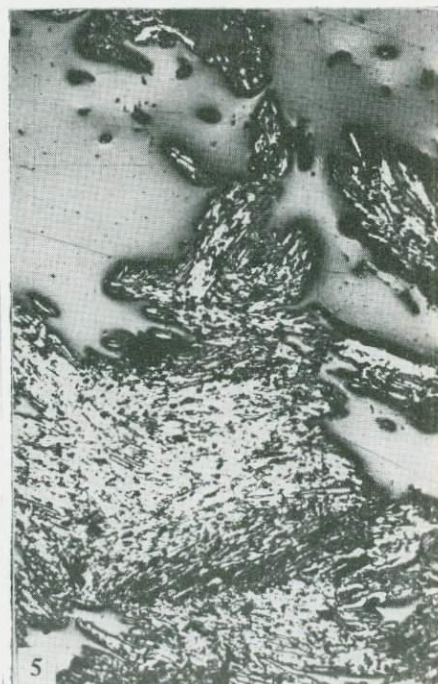
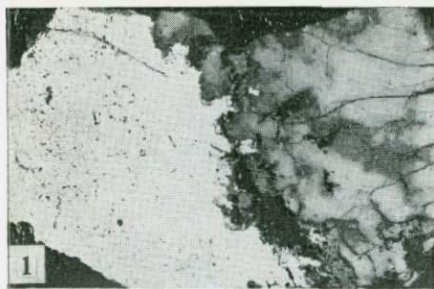




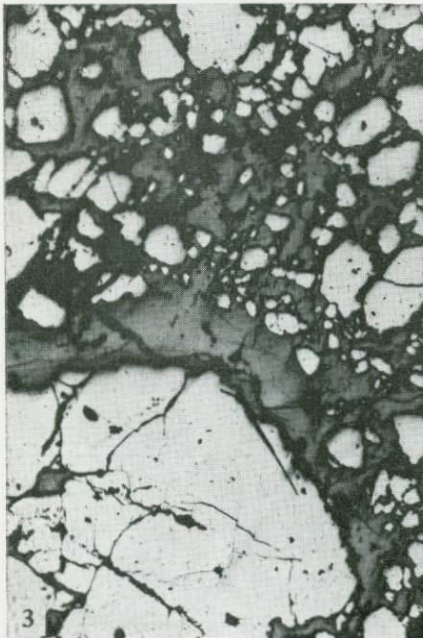
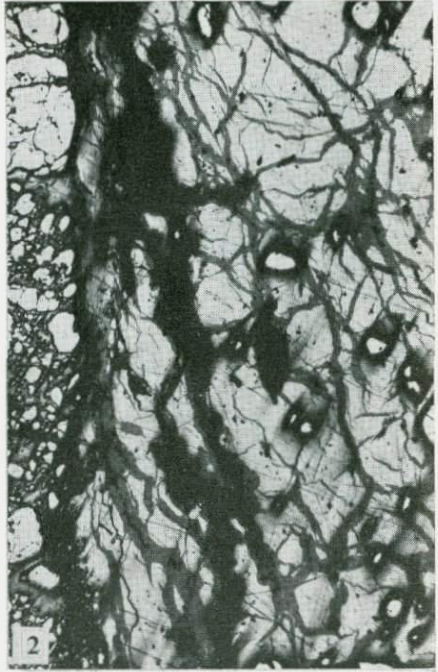


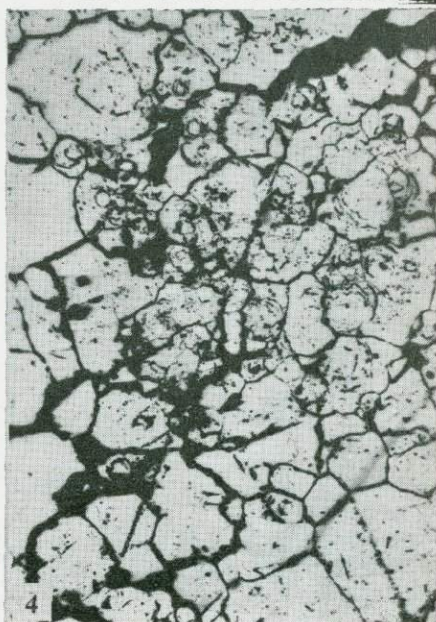
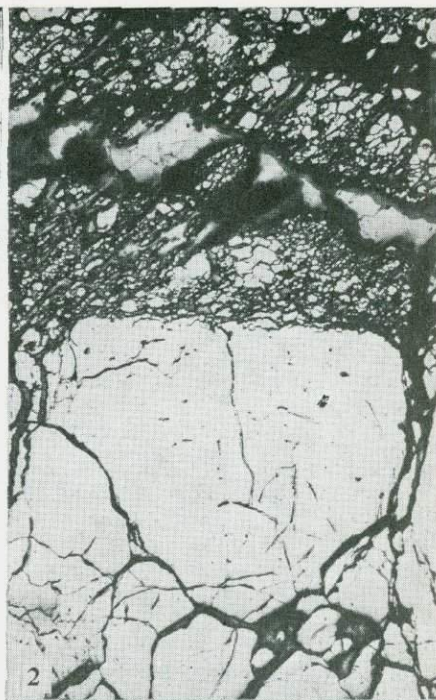


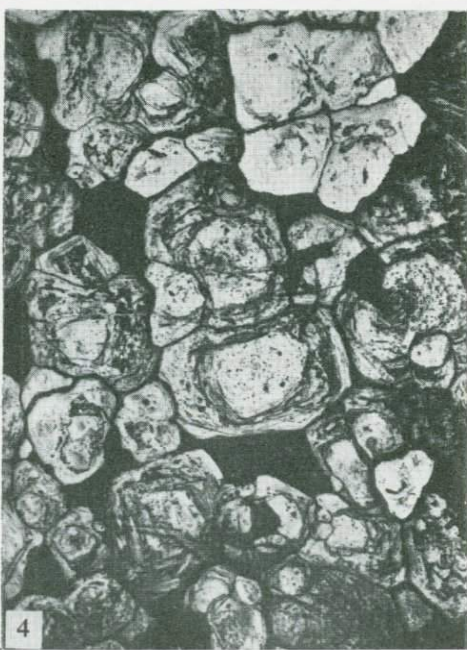
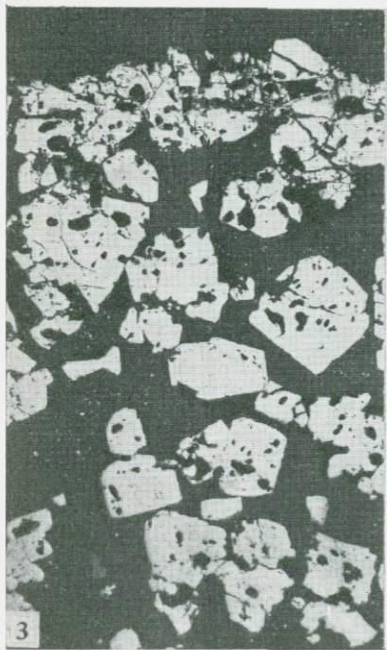
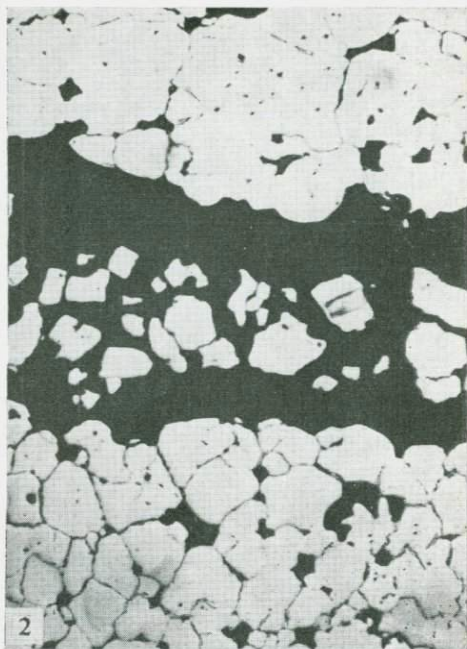


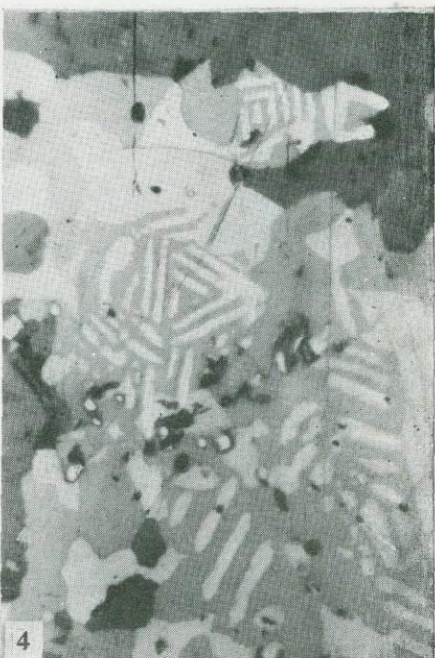
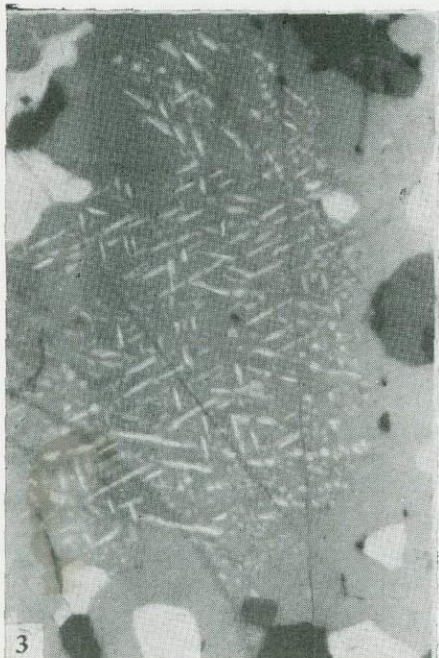
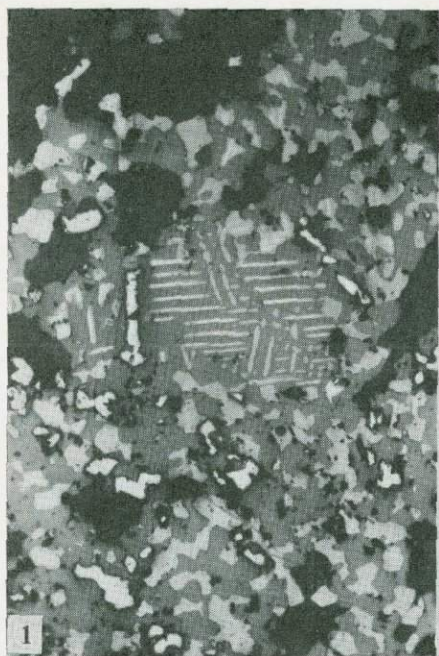


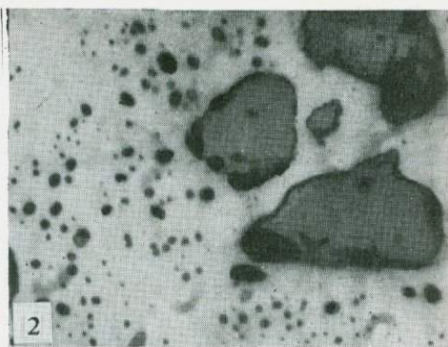


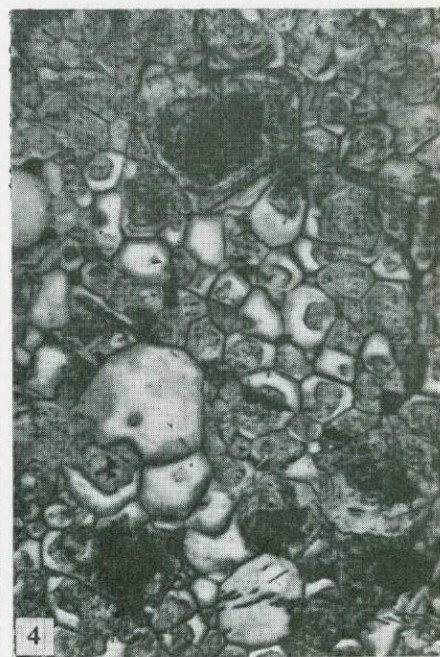
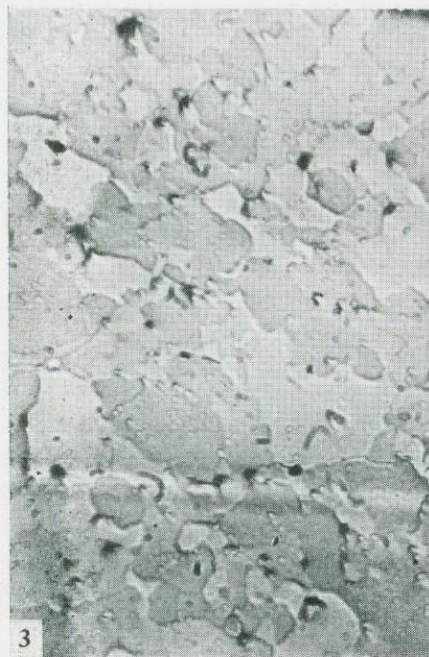
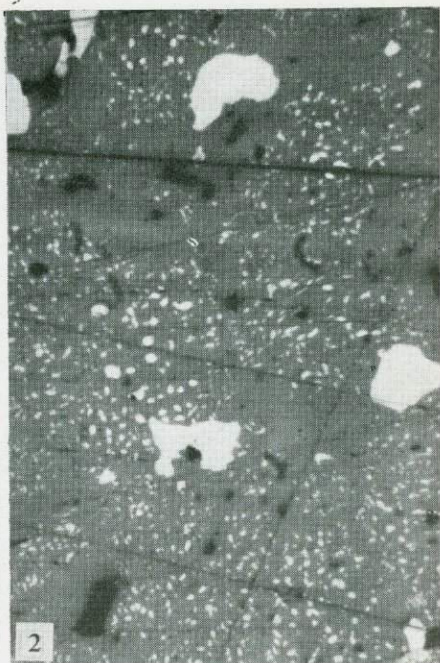
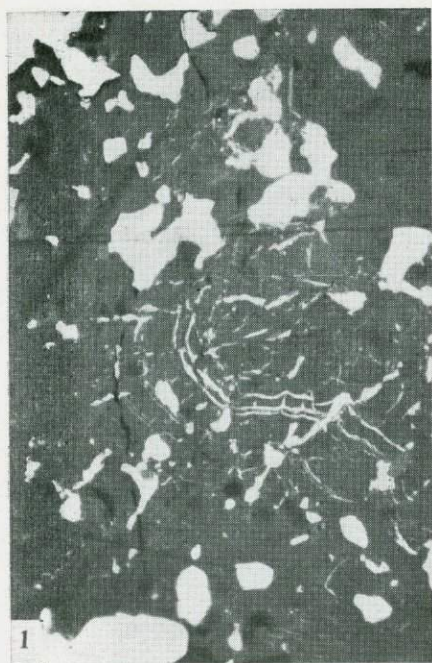


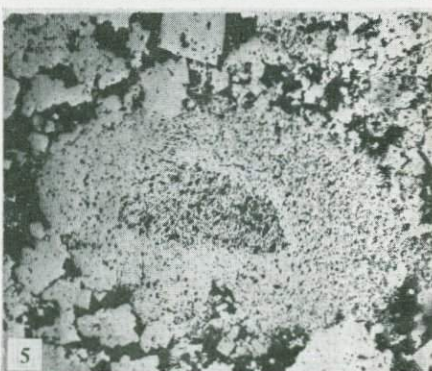
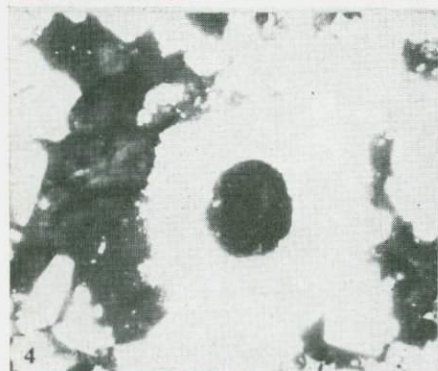
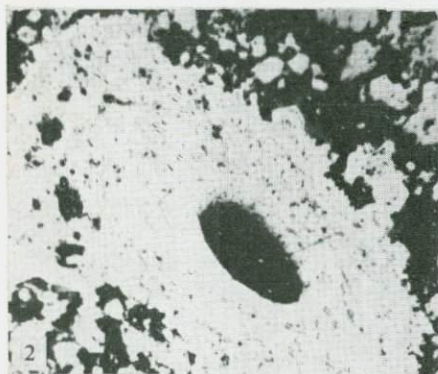


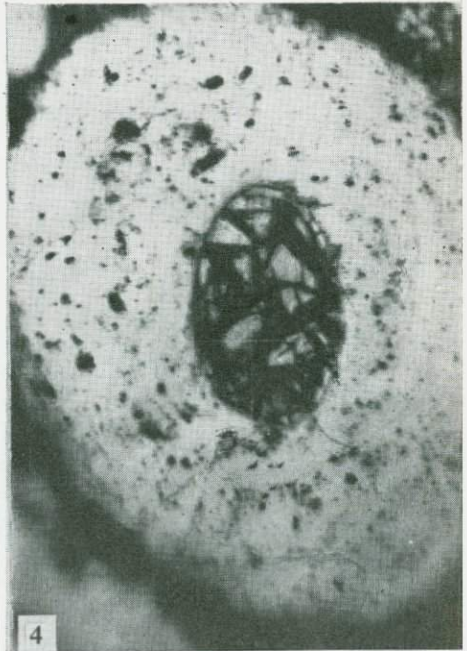


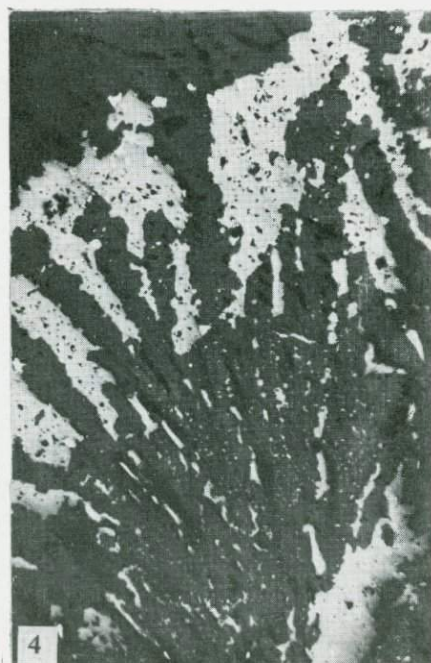
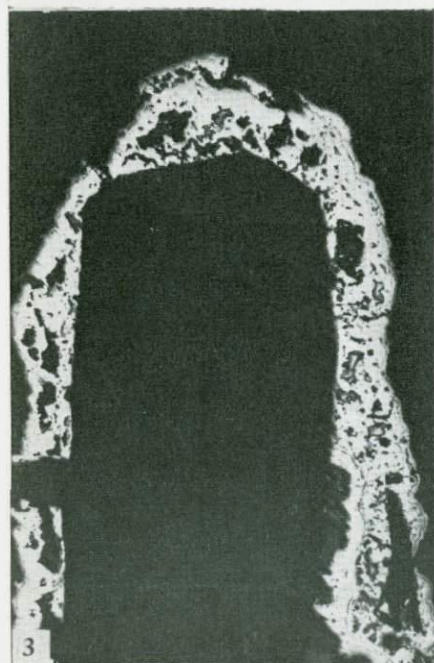


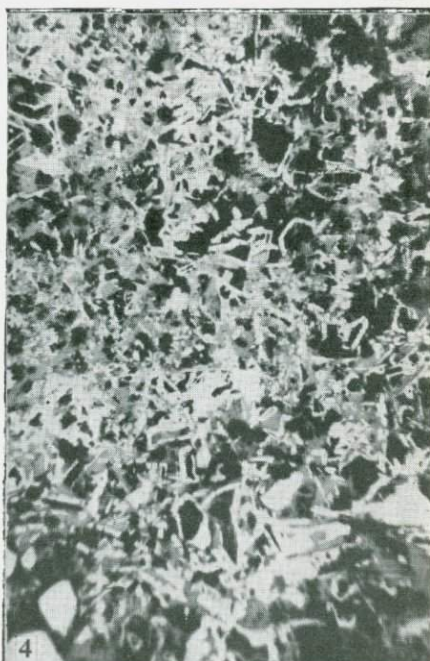
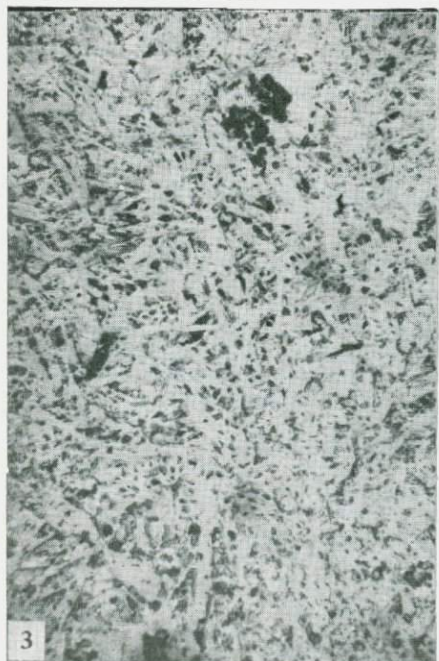
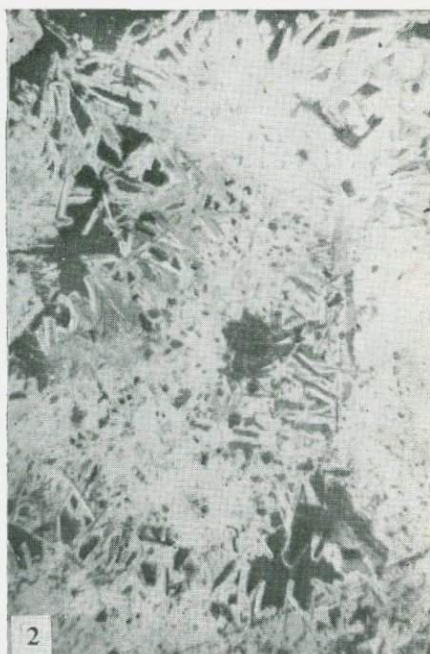












ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ ВКРАПЛЕННЫХ И ПРОЖИЛКОВО-ВКРАПЛЕННЫХ РУД

Таблицы I—XXX *

Таблица I. Типы вкрапленных текстур

1 — равномерно рассредоточенная мелкозернистая вкрапленность пирита и халькопирита в сильно хлоритизированной мелкообломочной вулканогенной породе; 2 — неравномерно распределенная вкрапленность более крупных идиоморфных зерен пирита в хлоритите; 3 — густая неравномернозернистая вкрапленность полиминеральной руды (преобладают пирит и халькопирит, в подчиненном количестве находятся марказит, сфалерит и блеклая руда) в ожелезненном кварците; 4 — неравномернозернистая густая вкрапленность халькопирита в хлоритизированном кварцевом метасоматите; 5 — средне- и крупнозернистая вкрапленность пирита и халькопирита в молочно-белом кварце. Халькопирит группируется в основном вокруг зерен пирита. 1, 2 — Узельга, 3 — Талган; 4 — Октябрьское; 5 — Левобережное. Полизр. штуфы. Нат. вел.

Таблица II. Детали строения полиминеральной вкрапленной руды, показанной на рис. 3 таблицы I

1 — густая вкрапленность неправильных выделений халькопирита, интенсивно замещаемого серицитом (черное вместе с другими нерудными минералами); 2 — рассредоточенные вкрапленники пирита — метакристаллы с большим количеством пустот и микровключений нерудных, а также неправильные и колломорфные выделения; 3 — скопления фрамбоидов пирита (нижняя часть снимка) рядом с его идиоморфными зернами и колломорфным выделением, центральная часть которого выполнена сфалеритом и халькопиритом; 4 — раскристаллизованные фрамбоиды пирита среди нерудных минералов, деталь предыдущего снимка. 1, 3 — увел. 40; 2 — увел. 100; 4 — увел. 1125 в иммерсии.

Таблица III. Детали строения отдельных минеральных типов вкрапленных руд, показанных в табл. I—3, 4

1 — тонкозернистая аллотриоморфная вкрапленность халькопирита в существенно кварцевом метасоматите; 2 — реликты пирита среди замещающего его халькопирита; 3 — рассредоточенная вкрапленность пирита, образующего идиоморфные зерна, колломорфные и неправильные выделения, и сфалерита; 4 — деталь предыдущего снимка. В правой верхней части снимка — тонкие кольцевые атоллоидные каемки пирита вокруг тонкозернистой вкрапленности сфалерита с халькопиритом. Внизу справа — пирит с реликтовой пластинчатой структурой (вероятно, псевдоморфоза по пирротину). 1, 2 — Октябрьское, 3, 4 — Талган; 1, 3 — увел. 40, 2, 4 — увел. 100.

* Во всех таблицах: белое — пирит, иногда халькопирит; светло-серое — халькопирит, иногда блеклая руда, галенит; серое, темно-серое — сфалерит, иногда карбонат; темное или черное — кварц, другие нерудные минералы.

Таблица IV. Примеры псевдоморфоз продуктивных сульфидов по кристаллическим идиоморфным зернам пирита во вкрапленных рудах

1 — деталь штуфа табл. 1—3. Псевдоморфоза сфалерита (серое) по пириту, который сохранился в сфалерите лишь в виде очень мелких выделений. В центральной части сфалерита псевдоморфозы видны неправильные выделения халькопирита; 2, 3, 4 — детали штуфа 1—1. Последовательные стадии замещения кристаллических зерен пирита халькопиритом вплоть до образования полных его псевдоморфоз (верхняя часть рис. 4). Черное — хлорит. 1 — увел. 110; 2, 3, 4 — увел. 40.

Таблица V. Типы вкрапленных текстур

1 — вкрапленность блеклой руды и пирита в пирокластической породе. В левой части снимка вкрапленность сульфидов окаймляет овальный обломок дацитового порфирита; 2 и 2, а — неравномерно распределенная пылевидная вкрапленность пирита (белое на рис. 2 и серое на рис. 2, а) в расланцованном кварц-хлорит-серицитовом метасоматите по мелкообломочной вулканогенной породе смешанного состава; 3 — неясно-полосчатое распределение мелкозернистой аллотриоморфной вкрапленности пирита; 4 — мелкозернистая аллотриоморфная вкрапленность халькопирита, переходящая в неправильные гнездовые скопления. 1 — Талгаи; 2, 2, а — Барсучий Лог, снимок 2, а сделан в косом рассеянном свете; 3 — Весеннее; 4 — Лучистое. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица VI. Детали строения вкрапленных руд, показанных в таблице V

1 — деталь табл. V—1 (левый верхний угол снимка из вкрапленности сульфидов, окаймляющих овальный обломок породы). Гнездовое скопление блеклой руды и зерен пирита; 2 — деталь V—3. Реликты пирита от интенсивного замещения его нерудными минералами; 3 — рассредоточенная вкрапленность мелких идиоморфных зерен магнетита (серое) и неправильных выделений халькопирита (белое) среди нерудных (черное); 4 — интенсивное замещение халькопирита (белое) серицитом (черное). Белое рельефное — реликты пирита в халькопирите. 3, 4 — деталь V—4. 1, 2, 3 — увел. 45, 4 — увел. 120.

Таблица VII. Типы вкрапленных, прожилково-вкрапленных и прожилковых текстур

1 — разнотонная полосчатая вкрапленность пирита в серицит-кварцевом метасоматите по породе кислого состава; 2 — сложная система кварц-пиритовых прожилков в хлоритите; 3 — ветвящиеся кварц-пиритовые прожилки в хлоритите; 4 — брекчиевидно-прожилково-каркасно-вкрапленная руда — пирит, халькопирит, сфалерит, блеклая руда; 5 — ветвящиеся блеклорудно-пиритовые прожилки переменной мощности в цементе мелкообломочной породы среднего состава; 6 — брекчиевидно-вкрапленная текстура — рассредоточенные вкрапленники и скопления разных размеров пирита с халькопиритом; 7 — сфалерит-пиритовые прожилки в хлоритите; 8 — извилистые симметрично-зональные пирит-сфалеритовые прожилки, переходящие в гнездово-пятнистые скопления аналогичного состава. 1, 6 — Гай; 2, 3, 7 — Узельга; 4, 5 — Новое; 8 — Майское. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица VIII. Детали строения вкрапленных руд

1 — различные по форме и размерам вкрапленники пирита в цементе мелкообломочной породы; 2 — аллотриоморфные выделения блеклой руды, халькопирита и пирита в мелкообломочной породе; 3 — неправильной формы выделения халькопирита, пирита и единичные мелкие зерна в сильно карбонатизированном метасоматите. Халькопирит замещает крупные таблички нерудного минерала и сам в свою очередь замещается тонкошерстчатым серицитом (все нерудные минералы черные); 4 — деталь предыдущего снимка. Частичная псевдоморфоза халькопирита (светлое) по табличке нерудного минерала (черное). Белое — пирит. 1, 2 — Новое; 3, 4 — Лучистое. 1, 2, 3 — увел. 45; 4 — увел. 120. 3, 4 — детали табл. V—4.

Таблица IX. Типы прожилково-вкрапленных и вкрапленно-полосчатых текстур

1 — метасоматические прожилки мелкозернистого пирита, сопровождаемые ореолом потемнения (хлоритизации) в измененной породе, содержащей пылевидную вкрапленность пирита (на снимке не видна); 2 — полосчатая разнозернистая вкрапленность пирита в слоистой породе; 3 — почти пылевидная, частью полосчатая вкрапленность пирита в тонкосланцеватой породе; 4 — две генерации прожилков пирита во вторичном кварците, различающиеся по морфологии и деталям строения слагающего их пирита: 1, 3 — Барсучий Лог; 2 — Юбилейное; 4 — Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица X. Типы минеральных жил и прожилков, секущих минерализованные зоны и рудовмещающие породы

1 — извилистый прожилок среднезернистого пирита (белое) пересекает в перпендикулярном направлении слоистость в туфе, содержащем очень редкую вкрапленность пылевидного пирита. Вдоль прожилка пирита образовался мощные ореол гидротермально-метасоматической магнезиально-железистой карбонитизации (светлое на темном фоне туфа); 2 — выклинивающаяся кварц-халькопирит-сфалерит-пиритовая жилка в рудовмещающей породе кислого состава с редкой тонкозернистой вкрапленностью пирита; 3 — прожилки укрупненно-зернистого пирита в хлорит-кварцевом метасоматите, содержащем рассеянную вкрапленность более раннего тонкозернистого пирита; 4 — субвертикальный кварц-пиритовый прожилок с поздним пиритом сечет слабо минерализованный и интенсивно карбонатизированный метасоматит серцит-кварцевого состава; 5 — кварц-халькопиритовый прожилок (светлая субвертикальная полоса с белыми пятнами халькопирита) в хлоритизированном дацитовом порфирите, содержащем рассеянную вкрапленность пирита. В зальбаидах прожилка цепочки бледно-зеленого хлорита (на снимке черное). В халькопирите из прожилка установлены включения теллурувисмутита. 1, 3, 4, 5 — Узельга; 2 — Октябрьское. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XI. Типы минеральных жил и прожилков, секущих метасоматиты, и детали их строения

1 — кварц-пиритовые прожилки в существенно хлоритовом метасоматите; 2 — хлорит-кварцевый метасоматит с рассредоточенной вкрапленностью мелкозернистого пирита пересекается серией ветвящихся кварц-сфалеритовых прожилков (серое с черными пятнами) и субвертикальной зоной интенсивной хлоритизации, где наблюдается сгущение вкрапленности пирита (снимок сделан в рассеянном свете); 3 — деталь рис. 2; гнездовые скопления сфалерита с мелкими пойкилитовыми включениями кварца; 4 — деталь рис. 3. Эмульсевидная вкрапленность халькопирита в сфалерите. 1 — Узельга; 2, 3, 4 — Октябрьское. Полир. штуфы. 1, 2 — нат. вел.; 3 — увел. 45; 4 — увел. 200.

Таблица XII. Детали строения вкрапленно-сланцеватой пиритовой руды, показанной в табл. IX—3

1, 2 — ориентированное расположение вкрапленников пирита по сланцеватости породы. Многие зерна и сростки имеют линзовидно-удлиненные и таблитчатые формы с ориентировкой длинной оси согласно со сланцеватостью; 3 — морфологические особенности пылевидного пирита, образующего фоновую минерализацию в породе. 1, 2 — увел. 45; 3 — увел. 200.

Таблица XIII. Пирит во внутривудных дайках габбро-диабазов и его микроструктурные особенности

1 — густая вкрапленность зерен пирита в дайке габбро-диабазы, приуроченных к системе субпараллельных трещин. Черная полоска — прожилок хлорита; 2 — рассредоточенная вкрапленность мелких кристалликов пирита в дайке габбро-диабазы; 3, 4 — детали предыдущего снимка. Показаны участки метакристаллов пирита после воздушного протравливания полированного штуфа; 3 — часть крупного незатравливающегося кристалла-хозяина с сильно затравленными

сростком-узником более мелких идиоморфных зерен пирита (темное в светлом). В кристалле-узнике и кристалле-хозяине большое количество различных по размерам пустот и включений нерудных минералов (черное); 4 — картина, аналогичная показанной на рис. 3, но с противоположным отношением минерала-хозяина и минерала-узника к воздушному травлению. Барсучий Лог. Полир. штуфы. 1, 2 — нат. вел.; 3, 4 — увел. 120.

Таблица XIV. Текстуры, переходные от полосчатых вкрапленных руд к сплошным

1 — сланцеватая полосчатая существенно пиритовая руда. Густая вкрапленность тонкозернистого пирита чередуется с широкими полосами сплошного пирита; 2 — резкий контакт между тонкополосчатой существенно пиритовой рудой (верхняя часть штуфа) и сильно рассланцованным метасоматитом, содержащим пылевидную вкрапленность пирита и редкие вкрапленники более крупных его зерен; 3 — занозистое пальцевание в зоне перехода сланцевато-полосчатой сплошной халькопирит-пиритовой руды в густую пиритовую вкрапленность, которая образуется в результате интенсивного замещения сульфидов нерудными минералами; 4 — экспозивная брекчия смешанного состава (серое разных оттенков) с обломковидными обособлениями колчедана и вкрапленностью пирита в цементе. Отдельные обломки пород в свою очередь содержат вкрапленность пирита и мелкие обломковидные обособления пиритовой руды. За верхней кромкой штуфа идет сплошная колчеданная руда с брекчиевой текстурой. 1, 2 — Барсучий Лог; 3 — Весеннее; 4 — Подольское. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XV. Детали строения вкрапленных руд и их переходов к сплошным рудам

1 — кольцевое расположение, а возможно, и позднее перераспределение печок вкрапленности пирита в кварц-серицит-хлоритовом метасоматите; 2 — грубо разлинзованная халькопирит-пиритовая руда с признаками начальной стадии замещения пирита халькопиритом и нерудными минералами. Деталь верхней части штуфа табл. XIV—3; 3 — линзовидно-удлиненные выделения халькопирита и пирита, возникшие в результате интенсивного замещения сульфидов сплошной руды нерудными минералами, а также совместного разлинзования сульфидов и нерудных минералов. 1 — Барсучий Лог; 2, 3 — Весеннее. Полир. штуфы. 1, 2, — увел. 40; 3 — увел. 60.

Таблица XVI. Цементные текстуры вкрапленных руд

1 — тонкозернистая существенно пиритовая минерализация в мелкообломочном конгломерате из низов надрудной толщи (улугтау) Подольского месторождения; 2 — брекчия известняка с густой вкрапленностью пирита в туфогенном цементе; 3 — тонкозернистый агрегат пирита-марказита, образующий цемент вулканогенной брекчии кислого состава; 4 — мелкообломочная брекчия вулканогенных пород с преобладанием цемента над обломками. Наблюдается сочетание трех текстурных рисунков сульфидной минерализации: тонкозернистый пирит в цементе обломков породы; прожилковидная халькопирит-пиритовая минерализация с укрупненно-зернистым пиритом; обломковидное скопление сплошного среднезернистого пирита. 1, 4 — Подольское; 2 — Узельгинское; 3 — колчеданная залежь вулкана Менделеева (о-в Кунашир). Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XVII. Обломки колчеданных руд в рудовмещающих толщах

1 — обломок колчеданной руды с элементами тонкой слоистости в экспозивной брекчии дацитового состава. Видно срезаие текстурных элементов обломка. По периферии обломка видна каемка перекристаллизации пирита в крупнозернистый агрегат; 2 — обломок треугольной формы существенно пиритовой руды в вулканогенной породе кислого состава. В обломке сохранились признаки срезания текстурного рисунка; 3 — изометричный обломок с зазубренными краями существенно сфалеритовой руды (светлое) среди экспозивной брекчии

кислого состава с мелкой вкрапленностью пирита; 4 — обломок эллипсоидной формы колчеданной руды с преобладанием сфалерита при подчиненном количестве халькопирита и пирита. Заметна ориентировка мелких выделений нерудных. Во вмещающей обломочной породе (серое разных оттенков) видна гнездовая и рассеянная вкрапленность пирита; 5 — угловатый обломок сплошной руды халькопирит-пиритового состава в взрывной брекчии с редкой вкрапленностью пирита. 1, 2, 3 — Узельга; 4, 5 — Подольское. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XVIII. Детали строения обломка колчеданной руды, показанного на таблице XVII—1

1 — тонкослоистый участок обломка срезается контактом и как бы обрастает сильно трещиноватым и крупнозернистым агрегатом пирита. Крупнозернистый (вероятно, перекристаллизованный) пирит и слоистость в обломке секутся жилочкой халькопирита; 2 — в каемке и вдоль трещинки, секущей слоистость в обломке, наблюдается перекристаллизация пирита; 3 — часть контакта обломка колчеданной руды с вмещающей породой, обогащенной рассредоточенной вкрапленностью халькопирита; 4 — увеличенная деталь рис. 3, заметны признаки дробления пиритового агрегата. 1, 2, 3 — увел. 5, 6;— 4 — увел. 14.

Таблица XIX. Соотношение обломков колчеданных руд с рудовмещающими породами

1 — обломок халькопирит-пиритовой руды с прерывистой каемкой окисления (гидроокислы железа) по периферии среди хлоритизированной мелкообломочной породы; 2 — обломок сплошной существенно пиритовой руды, где отчетливо видно срезание текстурного рисунка контурами обломка; 3 — внутрирудная взрывная брекчия (левая часть снимка) с обилием обломков существенно пиритового состава в кварцеванной мелкообломочной породе смешанного состава (правая часть снимка), где видны единичные мелкие вкрапленники пирита и халькопирита. Черная полоса — линия контакта; 4 — пострудная взрывная брекчия (левая часть снимка) с обилием обломков блекло-рудно-пиритового состава в сплошной колчеданной руде аналогичного состава (правая часть снимка). 1 — Учальи; 2 — Подольское; 3, 4 — Узельга. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XX. Обломки и обломковидные обособления колчеданных руд в пирокластических рудовмещающих породах

1 — гравелит с галькой эффузивной породы (черное), в которой по периферии развивается тонкозернистый пирит. Снимок сделан в отраженном (слева) и косом свете (справа); 2 — мелкообломочная эруптивная брекчия с обломком метасоматита, содержащим редкую почти пылевидную вкрапленность халькопирита с интенсивно развивающимися по нему гидроокислами железа и частично гипергенным борнитом. Обломок в основной массе пропитан гидроокислами железа и имеет густой темно-коричневый до черного цвет. По периферии обломок окаймляется кварцевой оторочкой, содержащей четковидную вкрапленность относительно крупнозернистого халькопирита с краевыми каемками гидроокислов железа. Вокруг обломка наблюдается яркий розовато-красный ореол окрашивания породы гидроокислами железа. В пределах ореола встречаются редкие мелкие вкрапленники халькопирита; 3 — обломковидное обособление сплошной пиритовой руды в пирокластической породе кислого состава; 4 — обломковидное обособление удлиненной формы сплошной пиритовой руды в мелкообломочной породе смешанного состава; 5 — угловатое обломковидное обособление пиритовой руды в туфобрекчии, сопровождаемое ореолом вкрапленности пирита и карбонатизации, который протягивается в виде шлейфа; 6 — раздробленные угловатые обломки пиритовой руды в мелкообломочной породе смешанного состава. 1—5 — Подольское; 2 — Узельга; 3, 4 — Октябрьское; 6 — Западно-Озерное. Полир. штуфы увел. 1, 5.

Таблица XXI. Обломковидные обособления колчеданных руд

1 — стяжение (обломковидное обособление) пирита с угловато-прямолинейными внешними контурами в туфопесчанике надрудной толщи; 2 — обломковидное обособление (стяжение) руды эллипсоидной формы в мелкообломочной породе андезито-дацитового состава; 3 — обломковидное обособление (стяжение) эллипсоидной формы в гальке дацитового порфирита, заключенной в туфопесчанике надрудной толщи. Снимок сделан в отраженном (слева) и в рассеянном свете (справа); 4 — увеличенная деталь рис. 3. На фоне тонкозернистого пирита в стяжении выделяются отдельные более крупные его вкрапления в окружении нерудных минералов, а также вырисовывается concentрически-зональное строение стяжения; 5 — угловатые обломковидные обособления светлого сфалерита (клеюфана) в брекчированной послерудной дайке плагиоклазового порфирита. Сфалерит полностью лишен примесей других сульфидов. 1, 3, 4 — Подольское; 2 — Зап. Озерное, 5 — Узельга. Полир. штуфы. 1, 2, 3, 5 — нат. вел., 4 — увел. 3.

Таблица XXII. Детали строения обломковидного обособления, показанного в табл. XXI—2

1 — характер контакта и особенности строения руды в верхней части стяжения. Характерно разнообразие морфологических форм выделения пирита. Преобладают его контурные псевдоморфозы по таблитчатому минералу. Сфалерит и блеклая руда присутствуют лишь в виде очень мелких выделений, неразличимых на снимке; 2 — центральная часть сульфидного стяжения. Видны сращения пирита с выделениями неправильной формы блеклой руды и сфалерита. Пирит образует относительно крупные изометричные зерна, ооконтуривает и частично замещает таблитчатые зерна нерудного минерала. 1 — увел. 45; 2 — увел. 70.

Таблица XXIII. Эксплозивные брекчии и детали строения отдельных обломков руд и минерализованных пород

1 — пострудная эксплозивная брекчия с обилием обломков колчеданных руд; 2 — деталь предыдущего снимка. Срезание текстурного рисунка в крупном обломке колчеданной руды; 3 — внутри- или пострудная эксплозивная брекчия с обломком слоистой породы, содержащей прожилковые выделения пирита (вверху слева). В эксплозивной брекчии большое количество мелких обломочков минерализованных пород, колчеданных руд и рассеянной вкрапленности пирита; 4 — деталь предыдущего снимка. Обломок слоистой породы с прожилковидными выделениями пирита. Видно срезание текстурных элементов породы в обломке и прожилков пирита. Узельга. Полир. штуфы. 1, 3 — нат. вел.; 2, 4 — увел. 3.

Таблица XXIV. Типы полосчатых текстур вкрапленных руд

1 — неравномерная по густоте и крупности зерен рассредоточенная вкрапленность пирита в грубослоистых туфогенно-осадочных породах улутауской свиты, перекрывающей рудовмещающие толщи; 2 — редкая рассредоточенная неравномерно-зернистая вкрапленность пирита в серицитовом сланце, содержащем пылевидный пирит, придающий светловатый фон полированной поверхности штуфа. На снимке видны лишь наиболее крупные скопления пылевидного пирита. Черное — пустоты и выбоины; 3 — очень неясная полосчатость обусловлена сгущением вкрапленности пирита в расслапванном хлорит-серицит-кварцевом метасоматите вдоль полос повышенной хлоритизации (темное); 4 — линзовидные удлиненные как бы разорванные части полосчатости в хлоритизированной сланцево-полосчатой мелкообломочной вулканогенной породе; 5 — разбитая поперечными трещинками полоска сплошного пирита и полосчатые скопления вкрапленности пирита в хлорит-серицит-кварцевом метасоматите. 1 — Подольское (образец Г. Н. Засухина); 2 — Барсучий Лог; 3, 4 — Гай; 5 — Юбилейное: Полир. штуфы. Увел. 1, 5.

Таблица XXV. Детали строения вкрапленной полосчатой руды, показанной в табл. XXIV—1

1 — часть крупного сплошного зернистого агрегата пирита с гранобластической структурой, обусловленной взаимопрорастанием пирита₁ и пирита₂, различающихся между собой по твердости и отражению; 2 — часть зернистого скопления пирита с включениями халькопирита и сфалерита; 3 — изометричное мелкозернистое скопление пирита со шлейфом фрамбондов вдоль слоистости вмещающей породы; 4 — фрамбонды пирита, деталь рис. 3. 1 — увел. 120; 2, 3 — увел. 200; 4 — увел. 1350, в иммерсии.

Таблица XXVI. Детали строения вкрапленной полосчатой руды, показанной в табл. XXIV—1

1 — полосчатые сгущения вкрапленности фрамбондов и пылевидного пирита отбитают крупное выделение пирита; 2 — неравномерное распределение фрамбондов и пылевидного пирита вокруг крупных нерудных обломков; 3 — проникновение по микротрещинкам волосовидных прожилков рудного вещества в обломок кварца, который облекается полосками с пылевидным пиритом и фрамбоидами. 1 — увел. 35; 2, 3 — увел. 100.

Таблица XXVII. Метаморфизованные метасоматические вкрапленно-прожилковые пиритовые руды и детали их строения

1 — полоса вкрапленно-прожилкового пиритового агрегата в разлинзованном серицит-кварцевом метасоматите; 2 — разлинзованная вкрапленно-прожилковая полосчатая пиритовая руда; 3 — внутреннее строение зерен пирита из штуфа, показанного на рис 2, выявленное электрическим травлением. Виден катаклиз и цементация кварцем пирита, в значительной степени утратившего зональное строение; 4 — разлинзованная вкрапленно-гнездово-прожилковая пиритовая руда в слабо расслапанованном серицит-кварцевом метасоматите. 1 — Барсучий Лог; 2, 3, 4 — Гай. Полир. штуфы. 1, 2, 4 — нат. вел., 3 — увел. 40.

Таблица XXVIII. Типы слоистых вкрапленных сульфидных руд гидротермально-осадочного происхождения и некоторые детали их строения

1 — ритмично-слоистая полиминеральная руда (пирит, марказит, халькопирит, сфалерит), где чередуются слои сульфидной руды и ожелезненных кремнистых пород, в контакте с брекчиевидной рудой аналогичного состава; 2 и 3 — слоистая пиритовая руда с чередованием слоев пиритового и халькопирит-пиритового составов, туфогенного материала, содержащего очень редкую пылевидную вкрапленность пирита, и кремнистого состава без сульфидов (светло-серые на рис. 2). Видны микронарушения со смещением слоев; 4 — деталь одной из узких полосок вкрапленной руды на рис. 3. Взаимоотношения халькопирита с рассредоточенными вкрапленниками пирита. Последний интенсивно замещается халькопиритом вплоть до образования псевдоморфоз. 5 — деталь строения широкого сульфидного слоя из нижней части штуфа, показанного на рис. 3. Рассредоточенная вкрапленность различных по размерам преимущественно идиоморфных и частично неправильных зерен пирита. Видна слабая линейная ориентировка вкрапленников пирита и образуемые им кольцевые микротекстуры. 6 — слоистая тонкозернистая пиритовая руда (верхняя часть снимка) в бутиминозном известняке. Белое — вкрапленники и гнездовые скопления кальцита; 1 — Комсомольское, 2—6 — Узельга. Полир. штуфы. 1—3, 6 — нат. вел., 4, 5 — увел. 45.

Таблица XXIX. Детали строения ритмично-слоистой густовкрапленной пиритовой руды, показанной в табл. XXVIII—6

1 — характер контакта густовкрапленной пиритовой руды с битуминозным известняком у левого края. Ориентировка тонкой вкрапленности, образующей полосчатость второго порядка, в руде, в точности параллельна контакту; 2 — на фоне ясно выраженных широких полос, которые различаются между собой

по количеству в них сульфидов, видны ориентированные в одном направлении линзо- и четковидные выделения пирита; 3 — фрамбоиды разных размеров и мелкие идиоморфные вкрапленники пирита в слоистой руде; 4 — детали строения фрамбоидов пирита. 1, 2 — увел. 45; 3 — увел. 450; 4 — увел. 1350.

Таблица XXX. Типы полосчатых текстур вкрапленных и переходных к сплошным руд

1 — прямолинейная тонкополосчатая (или ритмично-слоистая?) пиритовая руда представлена двумя штуфами (1, а и 1, б), верхний из которых характеризует руду, близкую к переходной от вкрапленной к сплошной, а нижний соответствует вкрапленной руде. Характерно наличие резкого контакта с мелкообломочной породой, содержащей вкрапленность пирита между обломками (штуф 1, в является непосредственным продолжением штуфа 1, б, контакт между которыми нарушен во время обработки образца); 2 — густовкрапленно-полосчатая (близкая к слоистой) гидротермально-метасоматическая магнетитовая руда в карбонатизированной (в основном сидерит) кварц-хлорит-серицитовой породе из лежащего бока колчеданной залежи; 3 — густовкрапленная деформированная петельчато-полосчатая пиритовая руда гидротермально-метасоматического происхождения, метаморфизованная. 1 — Узельга; 2 — Подольское; 3 — Гай. Полпр. штуфы. Нат. вел.

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ СПЛОШНЫХ КОЛЧЕДАНЫХ РУД

Массивные текстуры колчеданных руд Таблицы XXXI—XXXVIII

Таблица XXXI. Различные минеральные типы массивных руд, отличающихся по зернистости

1 — массивная существенно пиритовая руда брекчиевидной микротекстуры с кварцем и незначительным количеством блеклой руды и сфалерита (на снимке не видны); 2 — массивная тонкозернистая халькопирит-сфалерит-пиритовая руда; 3 — массивная борнит-пиритовая руда с укрупненно-зернистым пиритом; 4 — существенно пиритовая руда с очень тонкой сыпью и прожилком (светлое рельефное на общем фоне) пирита с халькопиритом, интенсивно замещаемых пиротином. 1 — Зап. Озерное, 2, 4 — Сибай, 3 — Гай. Полпр. штуфы. Увел. 2.

Таблица XXXII. Детали строения массивной руды, показанной в табл. XXXI—1

1 — брекчиевая микротекстура сплошной колчеданной руды. Слева изометричное колломорфное выделение пирита с халькопиритом и блеклой рудой (на снимке неразличима). Справа — угловатый обломок криптозернистого пирита, в цементе пирит со сфалеритом и нерудными. Пирит представлен изометричными и идиоморфными вкрапленниками, мелкими обломковидными обособлениями и микропиклитоподобной вкрапленностью; 2 — брекчиевая микротекстура сплошной колчеданной руды. На снимке видны различных форм и размеров обломки и обломковидные обособления пирита, в которых присутствуют халькопирит и блеклая руда (на снимке неразличимы). В цементе пирит преимущественно обломочного характера и частично сфалерит (на снимке неразличим). Зап. Озерное. Полпр. шлиф. Увел. 45.

Таблица XXXIII. Минеральные и текстурные разновидности сплошных руд

1 — массивная пирротин (темное)-пиритовая (светлое) руда. В центральной части штуфа проходит симметрично-зональный магнетит-пирротиновый прожилок. Тонкая цепочка зерен магнетита с редкими вкраплениями пирита (белое) занимает центральную часть прожилка; *2* — массивная мелкозернистая халькопирит-пиритовая руда с кварцем; *3* — неравномернозернистая массивная руда с признаками дробления пирита, по трещинам располагается борнит; *4* — массивная халькопирит-сфалеритовая руда с нерудными минералами. *1* — Узельга, *2* — Барсучий Лог; *3*, *4* — Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XXXIV. Структурные особенности массивных руд

1 — гинидиоморфная равномернозернистая структура халькопирит-пиритового агрегата. В пирите есть микровключения халькопирита. Халькопирит и пирит парагенны; *2* — деталь табл. XXXIII—2. Порфировидная структура мелкозернистой гинидиоморфной халькопирит-пиритовой руды; *3* — участок вкрапленной микротекстуры среди сплошной кварц-пиритовой руды. Слабо заметны реликты кольцевых атолловидных образований пирита. *1* — Южный Макан; *2*, *3* — Барсучий Лог. Полир. штуфы. *1* — увел. 70; *2*, *3* — увел. 45.

Таблица XXXV. Структурные особенности массивных руд

1 — аллотриоморфная равномернозернистая халькопирит-пиритовая руда, где халькопирит и отдельные зерна кварца выполняют межзерновые пространства. Пирит частично замещается халькопиритом; *2* — тонкое взаимопрорастание пирита с замещающим его халькопиритом, черное — нерудные; *3* — гипогенное замещение борнитом идиоморфного зерна пирита зонального строения; светлое — халькопирит; *4* — мелкие включения идиоморфных зернышек магнетита и неправильные выделения галенита в сфалерите. *1*, *4* — Барсучий Лог; *2* — им. XIX Партсъезда; *3* — Гай. Полир. шлифы. *1* — увел. 45; *2* — увел. 160; *3* — увел. 340; *4* — увел. 450.

Таблица XXXVI. Структурные особенности массивных руд

1 — две генерации пирита. Густая вкрапленность более раннего гинидиоморфного пирита кубического габитуса сцементирована кварцем с криптозернистым пиритом; *2* — скопления крупнозернистого гинидиоморфного пирита сцементированы борнитом с сопровождающим его криптозернистым пиритом с кварцем; *3* — идиоморфное зерно сфалерита (вероятно, псевдоморфоза по пириту) с зональным распределением эмульсиевидных включений халькопирита и единичными зернами пирита. Вокруг нерудные — черное. *1* — им. XIX Партсъезда; *2* — Гай; *3* — Южный Макан. Полир. шлифы. *1*, *2* — увел. 70; *3* — увел. 250.

Таблица XXXVII. Структурные особенности массивных руд

1 — катакlastическая структура пирита с петельчатыми выделениями халькопирита по трещинам дробления; *2* — тонкое взаимопрорастание пирита и сфалерита с коллоидными очертаниями; *3*, *4* — структуры распада халькопирита в сфалерите; *3* — пластинчатая в трех направлениях; *4* — эмульсиевидная. *1*, *3*, *4* — Гай. *2* — им. XIX Партсъезда. Полир. шлифы. *1*, *2* — увел. 70; *3* — увел. 450; *4* — увел. 200.

Таблица XXXVIII. Структурные особенности массивных руд и некоторые детали внутреннего строения зерен пирита

1 — мелкие выделения халькопирита неправильной формы в пирротине. Видно более позднее отложение халькопирита; *2* — тонкие петельчатые обособления халькопирита в сфалерите. Белое рельефное — пирит, черное — нерудные. Видна собирательная перекристаллизация халькопирита (нижняя часть шлифа) в виде полоски, окаймляющей с двух сторон небольшой агрегат сфалерита, в котором сохранилась лишь редкая эмульсия халькопирита; *3*, *4* — сложное зональное строение пирита, выявленное электролитическим

травлением: 3 — слева направо — мелкозернистый слабо зональный агрегат пирита обрастается каямкой с отчетливым зональным строением, за которой разноориентированные обломки крупных зональных зерен, 4 — зональное строение крупнокристаллического отроска пирита, частично подвергшегося дроблению. 1 — Узельга, 2 — Комсомольское; 3, 4 — Гай. Полив. шлифы. 1, 3 — увел. 45; 2 — увел. 340; 4 — увел. 90.

Полосчатые и слоистые текстуры

Таблицы XXXIX—LXXV

Таблица XXXIX. Характер контакта между сплошными сульфидными рудами с различными морфологическими типами полосчатости и рудовмещающими породами

1 — резкий контакт прямолинейной тонкополосчатой метасоматической халькопирит-пиритовой руды с серицитовым сланцем; 2 — переход грубополосчатой метасоматической пиритовой руды с отчетливыми признаками дробления в полосчато-вкрапленную пиритовую минерализацию среди серицит-кварцевого метасоматита; 3 — постепенный переход разнозернистой несортированной сплошной пиритовой руды с неясно выраженной полосчатостью и обломковидным характером более крупных выделений пирита в линзовидно-полосчатую вкрапленность пирита; 4 — постепенный переход неясно слоистой сплошной пиритовой руды (нижняя часть снимка) в полосчатую вкрапленность. 1, 2, 3 — Гай; 4 — Подольское. Полив. штуфы. Нат. вел.

Таблица XL. Прямолинейно-полосчатые сплошные руды с признаками ритмичной слоистости и градационной сортировки вещества

1 — тонкослоистая полиминеральная руда (пирит, марказит, сфалерит, халькопирит) с прослоем безрудной кремнисто-гематитовой породы (черное); 2 — сфалерит-пиритовая руда с признаками градационной сортировки зерен пирита в пределах двух слоев, что обуславливает неясно выраженную более тонкую полосчатость второго порядка; 3 — реликтивно-слоистая халькопирит-пиритовая руда, где чередуются полосы с различным содержанием сульфидов и нерудных и различной крупностью зерен пирита, макроскопически имеющего вид обломков (верхняя левая часть снимка); 4 — извилисто-слоистая халькопирит-пиритовая руда. Отдельные слои различаются между собой по содержанию сульфидов и крупности их зерен. 1 — Комсомольское; 2 — Весеннее; 3, 4 — Юбилейное. Полив. штуфы. Нат. вел.

Таблица XLI. Морфологические разновидности седиментационно-диагенетических полосчато-слоистых текстур сплошных руд Подольского месторождения и некоторые детали их строения

1 — нечеткослоистая разнозернистая халькопирит-пиритовая руда с признаками деформации слоев и «просадок» слабо литифицированного рудного осадка. Темные слои — кварцевый метасоматит с хлоритом по мелкообломочной породе, содержащей редкие вкрапленники пирита; 2 — кристозернистая густовкрапленная пиритовая руда с признаками нечетковыраженной слоистости и деформации проседания нелитифицированного сульфидного осадка (нижняя часть штуфа). Микролиты пирита образуют гнездовые скопления различных размеров, наиболее крупные из которых макроскопически имеют вид идиоморфных зерен и кристалликов кубического габитуса; 3 — нечеткослоистая халькопирит-пиритовая руда. Черное — существенно хлоритовый метасоматит; 4 — густовкрапленная тонкозернистая неяснослоистая пиритовая руда с микротектурным рисунком взмучивания осадка. Тектурный рисунок руды обусловлен сочетанием различных размеров и густоты вкрапленности пирита в породе; 5—7 — детали строения штуфа, показанного на рис. 4, 5 — микротектурные и структурные особенности участка руды халькопирит-пиритового состава у верхней кромки штуфа. Характерно широкое распространение контурных таблитчатых выделений вокруг халькопирита или нерудных минералов

(алюмосиликатов). Цемент руды преимущественно карбонатный; 6 — неравномерно-зернистая рассредоточенная вкрапленность идиоморфных зерен пирита кубического габитуса (широкая сульфидная полоса чуть ниже тонкого прожилка крупненно-зернистого пирита в верхней части штуфа); 7 — неравномерно рассредоточенная аллотриоморфная разнотермическая вкрапленность пирита и частично халькопирита. Характерны реликты колломорфного строения пирита (нижняя часть штуфа). Подольское. Полир. штуфы. 1—4 — нат. вел.; 5—7 — увел. 40.

Таблица XLII. Типы прямолинейной метасоматической полосчатости

1 — унаследованно-полосчатая (слоистая?) текстура пиритовой руды с прожилково-линзовидными скоплениями кварца; 2 — в существенно пиритовой руде наблюдаются отдельные тонкие прожилковидные полоски блеклорудно-сфалеритового состава; 3 — граболомная структура сфалерита с линзочками кварца в прямолинейно-полосчатой сфалерит-халькопирит-пиритовой руде. Протравлено в парах царской водки; 4 — метасоматическая полосчатость халькопирит-пиритовой руды. Чередуется полосы существенно халькопиритовые и густовкрапленной пиритовой руды с незначительным количеством халькопирита. 1, 3, 4 — Гай, 2 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица XLIII. Неясно-полосчатая тонкозернистая сфалерит-пиритовая руда с мелкими пятнистыми и обломковидными обособлениями халькопирит-пиритового состава и детали ее строения

1 — общий вид штуфа; 2 — тонкозернистая структура сфалерит-кварц-пиритового агрегата. Сфалерит и пирит парагенны; 3 — часть крупного линзовидного обособления халькопирит-пиритового состава (из левой нижней части штуфа), имеющей резкую границу с окружающей мелкозернистой сфалерит-пиритовой массой; 4 — часть крупного пятнисто-гнездовидного обособления существенно пиритового состава (в верхней части штуфа) с постепенным переходом в сфалерит-пиритовый агрегат. В обособлении заметна брекчиевидная текстура (обломковидные обособления сплошного пирита цементируются его микролитами) и реликты концентрически-зональной колломорфной микротекстуры. Летнее. Полир. штуф. 1 — нат. вел.; 2 — увел. 120; 3, 4 — увел. 45.

Таблица XLIV. Типы прямолинейной полосчатости

1, 2 — штуф снят в отраженном (1) и косом свете (2). Отчетливо выражена прямолинейная полосчатость, вероятно, совпадающая с реликтовой слоистостью, руды халькопирит-пиритового состава. Происходит чередование широких рудных халькопирит-пиритовых и существенно пиритовых полос с тонкими полосками (прослоями) вмещающей породы, содержащей редкую рассеянную вкрапленность пирита. В косом свете хорошо видна система субпараллельных трещинок кляважа под углом около 30° к полосчатости руды, выполненных карбонатами и кварцем; 3 — тонкополосчатая сфалерит-халькопирит-пиритовая руда. В неяснополосчатой халькопирит-пиритовой руде наблюдается неравномерное распределение существенно сфалеритовых полос; 4 — тонкополосчатая сфалерит-халькопирит-пиритовая руда, переходящая в массивную борнит-пиритовую руду (полоска с относительно крупными белыми точками — вкрапленники пирита, в верхней части снимка); 5 — тонкополосчатая колчеданная руда. В неяснополосчатой почти массивной халькопирит-пиритовой руде наблюдается серия параллельных сфалеритовых прожилковидных полосок различной мощности; 6 — полосчатая текстура существенно пиритовой руды. Полосы отличаются друг от друга различной крупностью и идиоморфизмом зерен пирита. 1—4, 6 — Гай, 5 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. 1—4, 6 — $2/3$ нат. вел., 5 — увел. 2.

Таблица XLV. Особенности строения прямолинейно-полосчатых халькопирит-сфалерит-пиритовых гидротермально-метасоматических руд

1 — среднетермическая структура неяснополосчатой халькопирит-сфалерит-пиритовой руды. В центре снимка проходит полоска, обогащенная сфалеритом, среди которого видны реликты от замещения пирита, а сверху и внизу — по-

лоски, обогащенные халькопиритом, цементирующим идиоморфные зерна пирита; 2 — полосчатая текстура колчеданной руды с чередованием халькопирит-пиритовых и существенно сфалеритовых полос. На снимке представлено по одной полоске каждого состава. В центральной зоне сфалеритовой полоски пирит практически отсутствует, к краевым частям полоски появляются реликты пирита от замещения его сфалеритом, количество и размеры которых увеличиваются по мере приближения к халькопирит-пиритовой полоске; 3 — полосчатая текстура колчеданной руды с чередованием сфалерит-пиритовых и крапчатых пиритовых полосок. 1 — Барсучий Лог; 2, 3 — Гай; Полир. штуфы. Увел. 40.

Таблица XLVI. Структуры агрегатов пирита, кварца и халькопирита в полосчатой халькопирит-пиритовой руде

1 — пиритовая полоска; среди кварца идиоморфные зерна пирита с пойкилитовыми включениями халькопирита; 2 — зона контакта между полосками; 3 — пирит-халькопиритовая полоска. На рис. 2 и 3 видны последовательные стадии замещения пирита халькопиритом, который откладывается только вокруг вкрапленников пирита. Гай. Полир. шлиф. Увел. 120.

Таблица XLVII. Структуры агрегатов и микротекстурные особенности прямолинейно-полосчатых метасоматических руд халькопирит-сфалерит-пиритового состава

1 — резкая граница между двумя полосками халькопиритового (справа) и халькопирит-пиритового состава, где пирит интенсивно замещается халькопиритом; 2 — микрополосчатость, обусловленная ориентированным расположением вкрапленников пирита, образующего ступенчатые скопления, и линзовидными выделениями чистого халькопирита; 3 — ориентированное расположение реликтов от размещения зерен и скопления пирита в существенно сфалеритовой полоске; 4 — коррозия рассредоточенных вкрапленников пирита сфалеритом в пирит-сфалеритовой полоске. Во всех случаях пирит является более ранним по отношению к сфалериту и интенсивно корродируется им. 1 — Юбилейное, 2 — Октябрьское, 3 — Узельга, 4 — Южный Мокан. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 45; 3 — увел. 70; 4 — увел. 120.

Таблица XLVIII. Детали строения отдельных полос в прямолинейно-полосчатых рудах

1 — граница двух полосок — тонкозернистого кварц-пиритового и укрупненно-зернистого халькопирит-кварц-пиритового составов. В последнем случае границы между халькопиритом и пиритом пассивны (парагенезис). Не исключено, что пириты в разных полосках различного происхождения; 2 — идиоморфные зерна пирита с микровключениями сфалерита в сфалеритовой полоске (парагенезис); 3 — отчетливое обособление халькопирита и сфалерита в отдельных полосках. Видны редкие мелкие реликты от замещения пирита; 4 — крупное очковое выделение сфалерита (в центре), окруженное халькопирит-сфалеритовым агрегатом с единичными зернами пирита причудливой формы. 1 — Барсучий Лог, 2 — Южный Мокан; 3 — Октябрьское; 4 — Гай. Полир. шлифы. 1, 3 — увел. 45; 2, 4 — увел. 120.

Таблица XLIX. Прожилково-полосчатые текстуры

1 — прожилковидные полоски халькопирита среди пиритового агрегата; 2 — четко видно-прожилковидные полоски сфалерита в пиритовой массе, содержащей нерудные; 3 — прожилковидные полоски халькопирита и неправильные скопления кварца (очень темное) в массе неяснополосчатого строения пирит-сфалеритового агрегата с галенитом и блеклой рудой; 4 — наложенные прожилковидные полоски халькопирита в густовкрапленной существенно пиритовой руде; 5 — наложенные прожилковидные полоски борнита в халькопирит-пиритовой массе. 1, 3 — Октябрьское; 2 — Весеннее; 4, 5 — Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица L. Типы полосчатых текстур метаморфизованной обогащенной борнитом руды

1 — неяснополосчатая текстура обусловлена полосами с преобладанием халькопирита или борнита в массе пирита; 2 — система пересекающихся жилков борнита цементирует разлинзованную халькопирит-пиритовую руду; 3 — прожилково-полосчатые обособления борнита в массивный халькопирит-пиритовой руде с порфиридовидными выделениями кварца; 4 — прерывисто-извилистые прожилковидные выделения борнита в слабо разлинзованной халькопирит-пиритовой руде. Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LI. Линзовидно-полосчатые текстуры метаморфизованных медно-цинковых колчеданных руд

1 — тонкозернистая («афанитовая») пиритовая руда со слабыми признаками разлинзования и возникновение гнейсовидной текстуры. Черное — кварц; 2 — разлинзованная и брекчированная серноколчеданная руда. Крупные обломки в цементе, обогащенном кварцем; 3 — удлиненные ориентированные в одном направлении линзы халькопирит-пиритового состава цементированы сфалеритом, содержащим большое количество микровключений блеклой руды и пирита; 4 — халькопирит-пиритовые линзы в существенно сфалеритовом цементе с вкрапленностью пирита; 5 — в существенно сфалеритовом цементе редкие обломки халькопиритовых линз. 1 — Подольское; 2, 3, 5 — Гай; 4 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LII. Детали строения линзовидно-полосчатой руды, показанной в табл. LI—5

1 — халькопирит-пиритовые линзы в массе сфалерита с баритом; 2 — скопление зерен и цепочки пирита с халькопиритом окаймляют крупные зерна чистого сфалерита, частично перекристаллизованного в тонкозернистый. Протравлено; 3 — реликты крупных зерен сфалерита с эмульсией халькопирита в массе тонкозернистого сфалерита, заметно двойникование (серое разных оттенков, протравлено). — 1 — увел. 20; 2, 3 — увел. 90.

Таблица LIII. Линзовидно- и брекчиевидно-полосчатые текстуры сплошных руд

1 — брекчиевидно-полосчатая сфалерит-пиритовая руда; существенно пиритовые обломки ориентированы и сцементированы пирит-сфалеритовым агрегатом; 2 — линзовидно-полосчатая сфалерит-халькопирит-пиритовая руда. Халькопирит-пиритовые полосы и линзы чередуются с полосами существенно сфалеритового состава. В некоторых линзовидных выделениях халькопирита сохранились лишь реликты от замещения пирита; 3 — линзовидные обособления халькопирит-пиритового состава заключены в кварц-пиритовом агрегате. 1 — Учалы, фото Т. Н. Шадлуц; 2, 3 — Гай. Полир. штуфы. 1, 2 — $2/3$ нат. вел.; 3 — нат. вел.

Таблица LIV. Извилисто- или колломорфно-полосчатые текстуры медно-цинковых колчеданных руд

1 — полосчатые обособления сфалерита в существенно пиритовой массе, обладающей следами диагенетической трещиноватости; 2 — прожилковидные и полосчатые выделения пирита с реликтами колломорфного строения в существенно сфалеритовой массе с нерудными; 3 — узкие и широкие халькопирит-пиритовые полосы местами с брекчиевидным строением и трещиноватостью чередуются с полосами существенно сфалеритового состава; совершенно очевидно дробление пиритового агрегата; в левом верхнем углу крупный пиритовый обломок упирается в полосчатость; 4 — участок тонкополосчатого строения сфалеритового и пиритового агрегатов, огибающий два обломковидных обособления халькопирит-пиритового агрегата с реликтами колломорфного строения. 1 — Узельга; 2, 4 — Учалы; 3 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. 1, 2, 4 — $2/3$ нат. вел., 3 — увел. 2.

Таблица LV. Детали строения колломорфно-полосчатых руд

1 — симметрично-полосчатое строение; халькопирит-пиритовые и существенно пиритовые полосы разделены прожилковидными полосками чистого халькопирита; *2* — часть центральной халькопирит-пиритовой полосы с кварцем с рис. *1*, отделенной с двух сторон тонкими полосками халькопирита; *3* — участок колломорфного концентрически-зонального строения сфалерита с пиритом, окруженных кварцем. В сфалерите видны мелкие включения халькопирита; *4* — деталь рис. *3*; строение центральной части колломорфного агрегата пирита с концентрическими зонами халькопирита с блеклой рудой. Узельга. Полир. шлиф. *1* — увел. 45; *2* — увел. 120; *3* — увел. 70; *4* — увел. 200.

Таблица LVI. Слоисто-полосчатые текстуры пиритовой руды

1 — реликты слоисто-полосчатого строения пиритового агрегата с явными признаками дробления и расланцевания. Справа сверху обломок крупнозернистого пирита со слабыми проявлениями субвертикальной ориентировки текстурного рисунка как бы срезает слоистость; *2* — нечетко выраженное слоисто-полосчатое строение пиритовой руды, заметное благодаря прослоям с преобладанием нерудных; *3* — брекчиевидно-полосчатая существенно пиритовая руда с реликтами неясной слоистости, заметны различно ориентированные угловатые обломки более плотного пиритового агрегата; *4* — сложный рисунок густо-крапленой слоисто-полосчатой тонкозернистой пиритовой руды с признаками пластической деформации полос (слоев). Гай. Полир. штуфы. $\frac{3}{4}$ нат. вел.

Таблица LVII. Детали строения полосчатых руд

1 — полоса халькопирит-борнитового состава (справа) с большим количеством чешуек нерудного минерала (вероятно, серицит, черное), интенсивно замещающего сульфиды, и существенно пиритовая полоса (слева) с халькопиритом и борнитом в цементе; *2* — деталь рис. *1*. Шестовато-таблитчатый нерудный минерал (черное) замещает борнит и халькопирит, в котором заключены зерна пирита; *3* — цепочки мелких выделений халькопирита и нерудных минералов по границам зерен сфалеритового агрегата; *4* — то же, что и на рис. *3* после травления в парах царской водки, видна мелкозернистая структура сфалерита. *1, 2* — Майское; *3, 4* — Гай. Полир. штуфы. *1, 4, 3* — увел. 45; *2* — увел. 200.

Таблица LVIII. Полосчатые или реликтивно-слоистые текстуры с элементами расланцевания

1 — тонкая реликтовая слоистость в халькопирит-пиритовой руде, которая частично претерпевала расланцевание. В пиритовой массе отчетливо проявлено дробление. Слева внизу угловатый обломок укрупненно-зернистой пиритовой руды. Над обломком заметно огибание пиритового агрегата слоистостью, которая подчеркивается тонкими полосками нерудных минералов; внизу обломка видно нарушение полосок руды, правая субвертикальная сторона обломка как бы срезает их; *2* — неясно проявленная полосчатость или реликтовая слоистость, обусловленная чередованием полос пиритового и пирит-сфалеритового состава, в которых присутствуют также нерудные минералы и незначительное количество блеклой руды, борнита и галенита; *3* — деталь рис. *1*. Характер контакта верхней части угловатого обломка укрупненно-зернистой пиритовой руды с вмещающей тонкозернистой сланцевато-полосчатой пиритовой рудой. Хорошо выражены морфологические различия между пиритом в обломке и во вмещающей его руде; *4* — полосчатая или реликтивно-слоистая текстура, обусловленная чередованием халькопирит-пиритовых и пирит-сфалеритовых полос. *1, 3, 4* — Гай, *2* — Учалы. Полир. штуфы. *1, 2* — нат. вел.; *3* — увел. 6; *4* — увел. 45.

Таблица LIX. Взаимоотношение полосчатости в руде со слоистостью и сланцеватостью во вмещающей породе и извилисто-полосчатые (макроплойчатые) текстуры руд

1, 2 — секущий контакт существенно пиритовой руды (содержит кварц и реликты вмещающей породы) с очень неясно выраженной полосчатостью и раздробленностью пирита, со сланцевато-полосчатым (реликтивно-слоистым)

серицит-хлорит-кварцевым метасоматитом. Полосчатость (реликтовая слоистость) в руде подчеркивается нерудными прослоями; снимки взаимно перпендикулярных сечений одного штуфа; 3 — плейчатая текстура сплошной руды (нижняя часть снимка), где наблюдается чередование тонких полосок халькопирит-пиритового и сфалерит-пиритового состава. В верхней части штуфа неясно-полосчатая борнит-халькопирит-пиритовая руда с укрупненно-зернистым пиритом; 4 — в левой части снимка изогнутые полосы сплошной руды сфалерит-блеклорудно-халькопирит-пиритового состава, где полосчатость обусловлена неравномерным распределением рудных минералов в пределах отдельных полос; в центральной части штуфа (серое с белыми точками) проходит широкая невыдержанная по мощности полоса сфалерит-блеклорудно-пиритового состава, где отчетливо выражены густовкрапленные микротекстуры с рассредоточенной вкрапленностью зерен и зернистых агрегатов отдельных минералов. Справа — часть полоски с редкой и мелкой вкрапленностью реликтов от замещения нерудными минералами пирита, сфалерита, халькопирита и блеклой руды. Два светлых пятна сверху и внизу полоски — соответственно гнездовые скопления халькопирита и блеклой руды. 1, 2 — Октябрьское; 3 — Гай; 4 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LX. Участок плейчатости в пиритовой руде с густовкрапленными микротекстурами и детали ее строения

1 — плейчатая (S-образная полосчатость) текстура пиритовой руды (белое) в хлорит-кварцевом метасоматите; 2 — чередование полос с густой вкрапленностью идиоморфных зерен и кристалликов пирита и существенно кварцевых полос с редкими вкрапленниками или гнездами пирита; 3 — кольцевые атолоидные микротекстуры, образуемые вкрапленниками пирита в хлорит-кварц-пиритовой полоске. Левобережное. Полир. штуф. 1 — нат. вел.; 2, 3 — увел. 45.

Таблица LXI. Взаимоотношения полосчатости и контакта руды с порудным субвулканическим липарито-дацитовым порфиритом

1 — контакт тонкополосчатой сфалерит-пиритовой руды с порудным липарито-дацитовым порфиритом (черное), в котором видна вкрапленность сульфидов. Отчетливо видно срезание контактом полосчатости в рудах под углом около $30-40^\circ$; а) в непосредственной близости от контакта видно исчезновение в руде полосчатости, здесь же практически полностью исчезают пластичные сульфиды (халькопирит, сфалерит). Далее появляется нечетко выраженная полосчатость, которая в основном обусловлена закономерным расположением в пространстве пирита и нерудных минералов, заместивших халькопирит и сфалерит в процессе контактового метаморфизма руд; в дацитовом порфирите наблюдается гнездовая и рассредоточенная вкрапленность регенерированного халькопирита и частично сфалерита (светлое на черном фоне); б) тонкополосчатая халькопирит-сфалерит-пиритовая руда на удалении от контакта, где уже не обнаруживается заметных признаков контактового метаморфизма. Черная субгоризонтальная полоса — трещина, по которой раскололся образец по сланцеватости; 2 — тонкополосчатая колчеданная руда на значительном удалении от контакта с порфиритом (около 10 см). Происходит чередование сфалерит-пиритовых, густовкрапленных пиритовых и пиритовых полос с подчиненным количеством халькопирита. Характерен высокий идиоморфизм пирита во всех полосках, а также повышенная крупность его зерен в сфалерит-пиритовых полосках по сравнению с существенно пиритовыми и халькопирит-пиритовыми полосками, что в общем случае не характерно для южноуральских месторождений; 3 — зона контакта тонкополосчатой колчеданной руды с липарито-дацитовым порфиритом. В порфирите видна рассеянная вкрапленность аллотриоморфных выделений халькопирита и частично сфалерита, в то время как в колчеданной руде вблизи контакта с порфиритом халькопирит отсутствует. Руда в зоне контакта существенно пиритовая с незначительным количеством сфалерита. Наблюдается слабовыраженная линейная ориентировка вкрапленности пирита и самих его зерен согласно с контактом на всех участках его изгибов. Осеннее. Полир. штуф. 1 (а, б) — $\frac{2}{3}$ нат. вел., 2, 3 — увел. 45.

Таблица LXII. Детали строения штуфа, показанного в табл. LXI—I

1 — густая вкрапленность и гнездовые скопления регенерированного халькопирита (белое) в кварцевом дацитовом порфирите (черное) непосредственно у контакта с рудой; 2 — рассредоточенная мелкая вкрапленность регенерированных халькопирита (белое) и частично сфалерита (серое) в дацитовом порфирите в 4-х см от контакта с рудой. Увел. 45.

Таблица LXIII. Типы тонкослоистых руд Учалинского месторождения

1 — субпараллельные нитевидные прожилковидные слои пирита, ритмично чередующегося с кварцем, содержащим редкую рассеянную вкрапленность пирита. В правой части снимка прожилки переходят в густовкрапленную пиритовую руду со слабо выраженной тонкослоистой текстурой. Фото П. И. Пирожка; 2 — система параллельных ветвящихся пиритовых прожилков или слоев, возможно, диагенетического происхождения, в кварцевом метасоматите, содержащем густую вкрапленность пирита. В правой части штуфа прожилки переходят в почти сплошную пиритовую руду без каких-либо признаков ориентированных текстур; 3 — слоистая кремнисто-гематитовая порода (темное) с сульфидными полосами (прослойками). Светлые разных оттенков — разномерный пирит. Гематит тонкодисперсный и окрашивает породу в кирпично-красный цвет. В породе встречаются мелкие вкрапленники — просечки пирита, халькопирита, сфалерита, блеклой руды и барита. Фото П. И. Пирожка. Учальи. Поляр. штуфы. $\frac{2}{3}$ нат. вел.

Таблица LXIV. Детали строения штуфа, показанного в табл. LXIII—2

1 — чередуются полосы тонкозернистой густой рассредоточенной вкрапленности пирита и кварцевые полосы с редкими, но наиболее идиоморфными вкрапленниками пирита. Левая часть штуфа на LXIII—2; 2 и 3 — особенности строения пиритовых агрегатов в различных участках штуфа (2 — левая часть, 3 — правая). Более крупные частично идиоморфные зерна пирита находятся в массе мелкозернистого кварц-пиритового агрегата с признаками замещения пирита кварцем, в то же время создается впечатление, что идиоморфные вкрапленники пирита образовались в результате собирательной перекристаллизации криптозернистого пирита.

Таблица LXV. Морфологические типы слоистых прожилковидно-полосчатых текстур

1 — ритмично-слоистая халькопирит-пиритовая руда с закономерной сменой ритмов, состоящих из прослоев крупно- и среднезернистого пирита, тонкозернистого пирита с халькопиритом, нерудных — кварца, барита и хлорита (фото П. И. Пирожка); 2 — извилисто-слоистая пиритовая руда со сфалеритом; чередуются субпараллельные и частично ветвящиеся как бы расщепляющиеся рудные прослои окварцованной породы, содержащей рассеянную вкрапленность и нитевидные прожилки пирита; 3 — существенно кварцевая порода с рассеянной вкрапленностью пирита, диагенетическими ветвящимися прожилковидными обособлениями пирита различной мощности. Поляр. штуфы. $\frac{2}{3}$ нат. вел.

Таблица LXVI. Особенности строения тонкослоистых колчеданных руд

1 — участок нерудной массы с волнистыми и изогнутыми прожилковидными обособлениями вкрапленности пирита, вероятно, диагенетического происхождения в тонкослоистой сфалерит-пиритовой руде; 2 — слоистая пиритовая руда с подчиненным количеством сфалерита; наблюдаются слои разной мощности и с разным соотношением нерудных и пирита, отдельные тонкие слои пирита имеют извилистые очертания; 3 — серия редких извилистых нитевидных прожилков пирита в существенно кварцевой породе, содержащей очень редкую пылевидную вкрапленность пирита и частично сфалерита. Слева пиритовая минерализация переходит в сплошную слабослоистую сфалерит-пиритовую

руд. Верхняя часть снимка — обломок минерализованной кремнистой породы, который как бы окаймляется прожилковидным обособлением тонкозернистого пирита. Горизонтальная белая линия — трещина, заполненная балластом; 4 — детали строения верхней части штуфа, показанного на рис. 3. Данный снимок сделан со штуфа, являющегося зеркальным отражением штуфа на рис. 3. Учалы. Полир. штуфы. 1, 2, 4 — нат. вел., 3 — $1/3$ нат. вел.

Таблица LXVII. Некоторые детали строения тонкослоистых колчеданных руд, показанных в табл. LXVI

1 — детали строения сфалерит-пиритовой и халькопирит-пиритовой полосок штуфа на рис. 2 таблицы LXVI. Гипидиоморфнозернистая структура рассредоточенной вкрапленности пирита в сфалеритовом цементе. Пирит и сфалерит парагенны; 2 — рассредоточенная вкрапленность идиоморфных зерен пирита и изотермичных выделений халькопирита, в котором сохранились очень мелкие реликты от замещения пирита, среди существенно кварцевого цемента; 3 — детали строения прямолинейного тонкополосчато-слоистого строения в левой части штуфа, показанного на рис. 1 табл. LXVI. Наблюдается чередование пиритовых слоев различной мощности с тонкозернистой гипидиоморфной рассредоточенной вкрапленностью пирита и микроскопически безрудных полос, к которым приурочена редкая пылевидная вкрапленность пирита. Для обоих типов полосок характерно наличие кольцевых микротекстур, возникших, вероятно, в результате облекания вкрапленниками пирита окварцованных обломочков туфового материала. 1—3 — увел. 45.

Таблица LXVIII. Мелкая складчатость в тонкослоистой колчеданной руде

1 — в широком пиритовом прослое складки с тонкослоистой текстурой, отчетливо видна пloyчатость и мелкие секущие жилки пирита по трещинам кливажа, которые в обоих крыльях складки ориентированы в одном направлении и субпараллельны между собой; 2 — деталь рис. 1. Особенности строения одной из тонких пиритовых полосок в широком пиритовом прослое складки; 3 — деталь рис. 2. Идиоморфные зерна пирита кубического габитуса группируются в виде кольцевых аттоловидных обособлений. Учалы. Полир. штуф. 1 — $1/3$ нат. вел.; 2 — увел. 45; 3 — увел. 120.

Таблица LXIX. Текстуры слоистых руд, обусловленные диагенетическими изменениями

1 — густая сеть сплошных и четковидных субпараллельных прожилков тонкозернистого пирита в существенно кремнистой породе; 2 — слоистая сфалерит-халькопирит-пиритовая руда с полоской кварц-гематит-пиритового состава в центре штуфа. Нижние слои выполняются впадину между обломками плотной колчеданной руды, верхние слои перекрываются неяснослоистой вкрапленно-прожилковой рудой, аналогичной показанной на рис. 1; фото П. И. Пирожка; 3 — ритмично-слоистая разнородная существенно пиритовая руда с остроугольным обломком массивной колчеданной руды (вверху слева). Обломок гофрирует и как бы срезает отдельные слои верхнего ритма; фото П. И. Пирожка. Полир. штуфы. $2/3$ нат. вел.

Таблица LXX. Морфологические разновидности тонкослоисто-полосчатых текстур и некоторые детали их строения

1 — участок (возможно, крупный обломок) тонкослоистой густовкрапленной пиритовой руды, граничащий с породой, содержащей более крупнозернистую неравномерно распределенную вкрапленность пирита без признаков ориентировки. Вверху слева слоистый участок как бы срезан и окаймлен прожилковидным молочно-белым кварцем с редкими вкрапленниками укрупненно-зернистого пирита (образец А. А. Богомола, фото — автора); 2 — деталь участка тонкослоистой густовкрапленной пиритовой руды, показанной на рис. 1. Очень тонкая прямолинейная полосчатость (слоистость), обусловленная ориентированным расположением в породе пылевидной вкрапленности пирита;

3 — деталь рис. 2. Кольцевые микротекстуры, обусловленные преимущественным расположением идиоморфных зернышек пирита или их сростков вокруг мелких обломочков порою в тонкозернистом туфе; 4 — слоистая существенно пиритовая руда. Чередуются широкие слои полосы густовкрапленной пиритовой руды с нерудными существенно кварцевыми полосами, в которых наблюдается сеть тонких извилистых, иногда раздваивающихся прожилковидных слоев пирита; 1, 2, 3 — Подольское, 4 — Учалы. 1, 4 — $2/3$ нат. вел., 2 — увел. 45; 3 — увел. 340.

Таблица LXXI. Различные типы полосчатых текстур пересечения

1 — реликтово-слоистая (субгоризонтальная) текстура существенно пиритовой руды обусловлена чередованием слоев с различной крупностью и густотой зерен пирита и нерудных прослоек; наложенная халькопиритовая минерализация располагается по трещинам кливажа и сечет первичную слоистость под углом $45-50^\circ$. Согласно с наложенной минерализацией наблюдается слабое разлинзование раннепиритовой руды. По длине штуфа можно проследить постепенный переход от первично-слоистой пиритовой руды с субгоризонтальной ориентировкой полос (нижняя часть штуфа) к прожилково-наложенной полосчатости, где сохранились лишь слабые реликты первичной слоистости); 2 — слоисто-полосчатая существенно пиритовая руда (чередуются субгоризонтальные полосы с различным количеством и крупностью зерен пирита) с наложенной под углом около 40° трещиноватостью кливажа, залеченной серым кварцем; 3 — слоисто-полосчатая халькопирит-пиритовая руда, аналогичная рис. 1. В руде слабо проявлены элементы кливажа (под углом $40-45^\circ$) или сланцеватости, которым подчинены прожилковидные выделения халькопирита. 1, 2, 3 — Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXII. Типы полосчатых текстур пересечения

1 — сплошная халькопирит-пиритовая руда с нечетковыраженной субгоризонтальной прожилково-наложенной халькопиритовой минерализацией сечется серий субвертикальных слегка извилистых и прерывистых существенно сфалеритовых полос; 2 — слоисто-полосчатая сфалерит-халькопирит-пиритовая руда. Наблюдается субгоризонтальное чередование полос сплошной халькопирит-пиритовой руды (светлое) и полос густовкрапленной пиритовой руды со сфалеритом. В халькопирит-пиритовых полосках (особенно широких) слабо проявлена косая (около 30° к субгоризонтальной полосчатости) очень тонкая полосчатость, обусловленная неравномерным распределением халькопирита среди пирита. Отчетливо проявлена система субпараллельной трещиноватости, секущей оба направления полосчатости в руде под углом около 45° и 80° ; 3 — халькопирит-пиритовая руда с полосчатостью в двух направлениях — субгоризонтальная полосчатость подчеркивается распределением нерудных минералов (в основном кварц) и наклонная под углом 45° к первой, обусловлена ориентированным расположением скоплений халькопирита и криптозернистого пирита; 4 — тонкополосчатая халькопирит-пиритовая руда сечется под углом $40-45^\circ$ сериями тонких субпараллельных полос сфалерита; 5 — сплошная пиритовая руда со слабо проявленной реликтово-слоистой или полосчатостью сечется под углом около 45° наложенной прожилковой халькопиритовой минерализацией, хорошо заметной благодаря распределению нерудных прожилков. 1 — Барсучий Лог; 2-5 — Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXIII. Некоторые детали строения руд с текстурами пересечения

1 — деталь строения штуфа, показанного на рис. 3 в табл. LXXII. Соотношение элементов первичной слоистости, обусловленной наличием в сплошной колчеданной руде субпараллельных прожилково-полосчатых кварц-пиритовых выделений с косо наложенной (около 45° к первичной слоистости) прожилково-полосчатой халькопиритовой минерализацией, сопровождаемой незначительным количеством пирита; 2 — деталь строения штуфа, показанного на рис. 2 в таблице LXXII. Соотношение субгоризонтальной полосчатости колчеданной руды (чередуются сплошные халькопирит-пиритовые и густовкрапленные сфа-

дерит-пиритовые полосы) со слабо проявленной косой (около 30° к субгоризонтальной полосчатости) очень тонкой полосчатостью, обусловленной неравномерным и частично ориентированным распределением халькопирита среди пирита в широких халькопирит-пиритовых полосах. Здесь же видна трещина из общей системы субпараллельной трещиноватости, секущая оба направления полосчатости в руде. Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXIV. Различные типы наложенных прожилков или текстур пересечения

1 — сплошная неясно-полосчатая халькопирит-пиритовая руда сечется под углом 40—45° субгоризонтальной прожилковой блеклорудной минерализацией; 2 — сплошная полиминеральная руда (пирит, халькопирит, сфалерит, блеклая руда) со слабоизвилистой субвертикальной полосчатостью сечется под углом 30—40° серией прожилков халькопирит-борнитового состава; 3 — граница полосы халькопирит-пиритового агрегата с полосой существенно пирит-кварцевого состава. В полоске сплошной руды слабо проявлена более тонкая полосчатость 2-го порядка под углом 30—40° к широким полосам; 4 — деталь снимка 3. Ориентированные прожилковидные выделения халькопирита с нерудными среди пирита. 3, 4 — Южный Макап, 1, 2 — Гай. Полир. штуфы. 1, 2 — нат. вел., 3 — увел. 45; 4 — увел. 120.

Таблица LXXV. Некоторые детали строения руд с текстурами пересечения

1, 3 — детали строения штуфа, показанного на рис. 1 в таблице LXXIV; 1 — прожилково-полосчатая текстура, обусловленная субпараллельными прожилками блеклой руды в пиритовом агрегате. Видно интенсивное замещение пирита блеклой рудой; 2 — деталь строения штуфа, показанного на рис. 1 в таблице LXXII. Нечетко выраженная субвертикальная полосчатость халькопирита в массе пирита сечется серией субгоризонтальных существенно сфалеритовых полос; 3 — соотношение между широкой халькопиритовой полосой (в полосчатой руде с чередованием существенно пиритовых и халькопирит-пиритовых или существенно халькопиритовых полос) с серией секущих субпараллельных полосчато-прожилковидных выделений блеклой руды. 1, 3 — Гай, 2 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. Увел. 45.

Сланцеватые и сланцевато-полосчатые текстуры Таблицы LXXVI—LXXXIV

Таблица LXXVI. Сланцеватые текстуры существенно пиритовых руд

1 — зона расланцевания в пиритовой руде с незначительным количеством халькопирита. Черное — серицит и другие нерудные минералы; 2 — сланцеватая существенно пиритовая руда. Линзовидное выделение сплошного зернистого агрегата пирита огибается полосками тонкозернистого аллотриоморфного пирита с халькопиритом и нерудными, среди которых преобладает серицит; 3 — густовкрапленная отчетливо сланцеватая пиритовая руда с порфиоровидными зернами пирита; 4 — серицит-пиритовый сланец с пылевидным пиритом. В правом верхнем углу снимка видно включение в сланце округлого обломка существенно кварцевого метасоматита, по периферии которого наблюдается неравномерно распределенная более крупнозернистая вкрапленность пирита. К центральной части обломка приурочена рассеянная вкрапленность фрамбоидов пирита (на снимке не видны); 5 — тонкозернистая сплошная пиритовая руда с серицитом, подчеркивающим направление сланцеватости; 6 — рассланцованная первично слоистая пиритовая руда со сфалеритом и серицитом. 1, 4, 6 — Барсучий Лог; 2, 3, 5 — Гай. Полир. штуфы. 1, 3—6 — нат. вел.; 2 — увел. 70.

Таблица LXXVII. Структурные особенности сланцеватых густовкрапленных пиритовых руд

1, 2 — детали строения пиритовых сростков в сланцеватой руде, показанной в табл. LXXVI — 1. На рис. 2 видна гранобластическая структура линзовидного выделения пирита, состоящего из тонкого взаимопереплетения пирита, и пирита₂; снимок сделан при затянутой апертурной диафрагме и чуть сбитой резкости; 3 — морфологические различия пирита в зависимости от состава нерудных полосок; слева — существенно кварцевая полоска с идиоморфным пиритом, справа — серицитовая полоска с незначительным количеством кварца и с линзовидными удлиненными зернами и сростками пирита. Барсучий Лог. Полир. штуфы. 1, 3 — увел. 45; 2 — увел. 120.

Таблица LXXVIII. Структурные особенности агрегатов в сплошных сланцеватых пиритовых рудах

1 — слабо рассланцованная пиритовая руда. Черное — кварц; 2 — то же после электролитического травления; 3 — слабо рассланцованная пиритовая руда с гнездовыми скоплениями и отдельными чешуйками пострудного серицита; 4 — сильно рассланцованная пиритовая руда со строго ориентированными чешуйками пострудного серицита, подчеркивающего сланцеватость. 1, 2 — Гай; 3, 4 — Барсучий Лог. Полир. штуфы. Увел. 45.

Таблица LXXIX. Некоторые детали внутреннего строения пирита сланцеватых существенно пиритовых руд, выявленных электролитическим травлением

1 — линзовидное зерно пирита с реликтами сложного зонального строения и непротравливающегося новообразования пирита по периферии; 2 — обломок почковидного скопления пирита с реликтами концентрической колломорфной зональности; 3 — часть линзовидного выделения зернистого агрегата пирита. Большинство зерен утратило зональное строение, лишь в некоторых зернах видны реликты сложной зональности. Отдельные зерна пирита представляют собою непротравливающиеся новообразования; 4 — зерно пирита со сложным внутренним зональным строением пересекается и окружено со всех сторон метаморфической зоной непротравливающегося пирита. 1, 2, 4 — Гай; 3 — Сибай. Полир. штуфы. 1 — увел. 270, 2 — увел. 70, 3, 4 — увел. 120.

Таблица LXXX. Сланцеватые текстуры продуктивных сульфидных руд

1 — халькопирит-пиритовая руда. На фоне тонкозернистой рассланцованной халькопирит-пиритовой руды видны более крупные линзовидные агрегаты халькопирита; 2 — плейчато-сланцеватая тонкозернистая пирит-халькопирит-сфалеритовая руда с очковыми выделениями сфалерита; 3 — деталь штуфа на рис. 2. Перекристаллизованное «очко» сфалерита, окруженное ориентированным тонкозернистым агрегатом того же сфалерита (серое разных оттенков). Черное — пустоты от выкрашивания. Протравлено. 4 — рассланцованная существенно халькопиритовая руда. Различных форм и размеров линзовидные выделения халькопирита в кварц-серицитовом метасоматите; 5 — рассланцованная существенно сфалеритовая руда с незначительным количеством пирита и серицита. 1, 2, 3, 5 — Гай; 4 — Подольское; Полир. штуфы. 1, 2, 4, 5 — нат. вел.; 3 — увел. 40.

Таблица LXXXI. В различной степени рассланцованные первично-полосчатые пиритовые руды с незначительным количеством халькопирита

1 — рассланцованная линзовидная-полосчатая руда резко переходит в кварц-серицит-хлоритовый сланец, содержащий мелкие линзочки и редкие вкрапления пирита; 2 — рассланцованная реликтово-слоистая руда с угловатыми обломками пирита и вмещающих пород, которые огибаются полосками мелкозернистого агрегата пирита; 3 — рассланцованная линзовидно-полосчатая руда.

Овальные и резко удлиненные линзовидные обломки пород и полосчатых скопленений плотного пирита обгибаются полосками мелкозернистой пиритовой массы со значительным количеством нерудных минералов. Гай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXXII. Детали строения сланцеватых и сланцевато-полосчатых руд

1 — халькопирит (серое) с пойкилитовыми включениями сфалерита образует хвосты в тенях давления изометричных зерен пирита, заключенных в нерудной массе; 2 — перекристаллизация сфалерита (протравлено) в тонкозернистый агрегат, отдельные зерна и зернистые агрегаты сфалерита и серицита имеют линзовидно-удлиненные формы; 3 — перекристаллизация крупнозернистого сфалерита в тонкозернистый гранобластический агрегат (серое разных оттенков, протравлено); 4 — овальное крупное сдвойникованное зерно сфалерита среди тонкозернистого перекристаллизованного его агрегата, включающего единичные крупные зерна пирита и чешуйки серицита. 1, 2 — Гай, 3, 4 — Майское. Полир. шлифы. Увел. 45.

Таблица LXXXIII. Детали строения сланцеватых и сланцевато-полосчатых руд

1 — необычная атоллоидная микротекстура, обусловленная расположением укрупненных зерен пирита в виде колец уплощенной формы среди слабо рассланцованного тонкозернистого кварц-серицит-пиритового агрегата; 2 — реликты кольцевой атоллоидной микротекстуры пирита среди зернистого агрегата халькопирита с подчиненным количеством кварца; 3 — в сплошном поле сфалерита видно линейно ориентированное расположение выделений халькопирита, кварца и пылевидного пирита, показанного на рис. 1. 1, 3 — Барсучий Лог; 2 — Октябрьское. Полир. шлифы. 1, 3 — увел. 45; 2 — увел. 70.

Таблица LXXXIV. Детали строения сланцеватых и сланцевато-полосчатых руд

1 — распределение тонкозернистого (почти пылевидного) пирита с халькопиритом в промежутках между порфиробластовыми выделениями перекристаллизованного сфалерита (серое разных оттенков; протравлено); 2 — реликты коллоидной микротекстуры в выделениях пирита, замещаемого халькопиритом и сфалеритом среди кварца; 3 — деталь рис. 2. Кольцевые атоллоидные формы, образуемые пиритом и кварцем вокруг сфалерита в халькопирите; 4 — деталь на рис. 2. Реликты кольцевых атоллоидных образований пирита среди сфалерит-халькопиритового агрегата и округлых форм пирита, окаймляемых халькопиритом. 1 — Майское; 2, 3, 4 — Октябрьское. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 45; 3 — увел. 200; 4 — увел. 120.

Брекчиевые и брекчиевидные текстуры руд

Таблицы LXXXV—XCV

Таблица LXXXV. Брекчиевые (цементационные) текстуры вкрапленных руд

1 — обломки различной формы (остроугольные и округленные) и размеров рудовмещающих пород кислого состава сцементированы тонкозернистым пиритовым агрегатом; 2 — обломки вмещающих пород и сплошных руд (белое) сцементированы мелкозернистым пиритовым агрегатом. В двух обломках руды слабо просматривается срезание текстурных рисунков; 3 и 4 — цементационная (брекчиевая) микротекстура; пирит и частично халькопирит в виде цепочек располагаются между мелкими обломками пород. 1, 2 — Камаган; 3 — Октябрьское; 4 — Узельга. Полир. штуфы. 1, 2 — нат. вел.; 3, 4 — увел. 45.

Таблица LXXXVI. Морфологические типы цементационных, брекчиево-цементационных и брекчиевых текстур

1 — взрывчатая брекчия с обломковидными обособлениями колчедана и вкрапленностью пирита в цементе. Отдельные обломки пород содержат вкрапленность пирита; *2* — мелкообломочная порода (темное) с вкрапленностью пирита (белое) в цементе и отдельными обломковидными обособлениями сплошной колчеданной руды. В некоторых обломках породы содержится очень тонкая вкрапленность пирита; *3* — обломки вмещающих пород без сульфидов или с вкрапленностью крупнозернистого пирита и обломковидные обособления сплошной халькопирит-пиритовой руды цементированы кварцем с рассеянной вкрапленностью и скоплениями пирита с халькопиритом; *4* — переход от массивной существенно пиритовой руды к брекчиевой. *1* — Подольское; *2*, *3* — Узельга; *4* — Сибай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXXVII. Брекчиевые текстуры сплошных руд, где обломки и обломковидные обособления имеют существенно пиритовый состав

1 — цемент существенно кварцевый; *2* — цемент кварц-пиритовый; *3* — обломковидные обособления различаются по текстурным особенностям и размером. Цемент кварц-пиритовый; *4* — крупный обломок руды облекается мелкообломочным агрегатом, состоящим из обломков руды, пород и вкрапленности пирита; *5* — угловатые обломки руды (в некоторых из них видно срезаание текстурных элементов) и пород с кварц-пиритовым цементом, где пирит представлен рассеянной вкрапленностью и мелкими обломочками. *1*, *2* — Барсучий Лог; *3*, *4*, *5* — Узельга. Полир. штуфы. *1*, *2* — нат. вел.; *3*, *4*, *5* — $\frac{1}{2}$ нат. вел.

Таблица LXXXVIII. Морфологические типы брекчиевых и брекчиевидных текстур сплошных пиритовых руд

1 — брекчиевидная текстура, в цементе кварц с мелкими зернами и обломочками пирита; *2* — брекчиевидная текстура, в цементе кварц с мелкими обломочками и зернами пирита. Местами появляются вкрапленники сфалерита; *3* — сочетание цементационной и брекчиевидной текстур. Темное — нерудные; *4* — крупный обломок пирита в цементе мелких его обломочков и кварца с вкрапленностью пирита; *5* — обломки пирита растащены, в цементе кварц с сильно перетертым пиритом, местами появляются прожилково-гнездовые выделения халькопирита. *1* — Гай; *2*, *3*, *4*, *5* — Юбилейное. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица LXXXIX. Брекчиевые текстуры сплошных руд и некоторые детали их строения

1 — обломки пиритового состава цементированы серицитом *2* — обломки пиритового состава цементированы карбонатом. В обломках прослеживаются слабо выраженные линейные текстурные рисунки, субпараллельные контурам обломков; *3* — зона контакта между более крупным пиритовым обломком (нижняя часть снимка) и участком с мелкими вкрапленниками и идиоморфными зернами пирита и арсенопирита в кварцевом цементе; *4* — гранобластическая структура центральной части обломка сплошной пиритовой руды. *1*, *2* — Подольское; *3*, *4* — Учаль. Полир. штуфы. *1*, *2* — нат. вел.; *3*, *4* — увел. 45.

Таблица XC. Брекчиевые и брекчиевидные текстуры колчеданных руд с халькопиритом и сфалеритом

1 — брекчиевая (каркасно-ячеистая) текстура, образовавшаяся в результате дробления пиритовой руды двумя взаимопересекающимися сериями трещин, выполненных халькопиритом; *2* — обломки халькопирит-пиритового состава с округлыми контурами цементированы кварцем с мелкими обломочками руды того же состава; *3* — брекчиевидная текстура сплошной руды; халькопирит-пиритовые обломки имеют округлые контуры, цемент сфалерит-пиритовый с кварцем; *4* — брекчиевая текстура, где обломки руды халькопирит-пиритового состава цементированы кварцем с вкрапленностью и мелкими обломочками

и скоплениями пирита со сфалеритом; 5 — остроугольные обломки существенно пиритового состава цементированы халькопиритом с мелкими обломочками пирита. 1 — Барсучий Лог; 2, 3, 5 — Подольское; 4 — Сибай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица ХСІ. Увеличенная деталь штуфа, показанного в табл. ХС—1

Отчетливо видны цементация и частичное замещение халькопиритом и кварцем раздробленной мелкозернистой пиритовой руды. Увел. 45.

Таблица ХСІІ. Брекчиевые и брекчиевидные текстуры сфалерит-халькопирит-пиритовой руды

Обломки халькопирит-пиритового состава разной величины заключены в цементе, состоящем из сфалерита с баритом и вкрапленностью пирита. 1, 2 — брекчиевидная; 3, 4 — брекчиевая. 1 — Гай; 2 — Барсучий Лог; 3—4 — Учалы. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица ХСІІІ. Брекчиевые и брекчиевидные текстуры полиминеральных руд и признаки брекчирования в массивных рудах

1 — брекчиевая текстура, где существенно сфалеритовые обломки цементированы агрегатом позднего пирита с перетертым материалом обломков; 2 — брекчиевидно-пятнистая текстура, где обломки округлой или изометричной формы существенно пиритового состава цементированы полиминеральным агрегатом с преобладанием борнита; 3 — деталь рис. 2. Часть небольшого обломковидно-пятнистого выделения, представленного сплошным зернистым агрегатом пирита, в сфалерит-борнитовом цементе с редкими вкрапленниками халькопирита и мелкими выделениями (обломочками) пирита; 4 — представляет собою непосредственное продолжение рис. 3. Сфалерит-борнитовый цемент с редкими вкрапленниками халькопирита, галенита и пирита. Последний встречается только в непосредственной близости от обломковидно-пятнистого выделения пирита, показанного на рис. 3; 5 — халькопирит-пиритовая руда с нечетко выраженной брекчиевидно-пятнистой текстурой сечется зонкой дробления, где пирит-сфалеритовый агрегат имеет брекчиевую текстуру; 6 — сплошная пиритовая руда с зонкой брекчирования, в которой раздавленный и раздробленный пирит цементирован блеклой рудой и сфалеритом. 1 — Узельга, 2—6 — Гай. Полир. штуфы. 1, 2, 5, 6 — нат. вел.; 3, 4 — увел. 40.

Таблица ХСІV. Детали строения руд с брекчиевыми текстурами

1 — брекчиевая текстура пиритовой руды; 2 — увеличенная деталь штуфа, показанного в табл. LXXXVII — 1. Мелкозернистая структура пирита из обломка с тонким взаимопроращением пирита, и пирита, различающихся между собой по оптическим и физическим свойствам; 3 — брекчиевая микротекстура пиритовой руды; 4 — то же, что и на рис. 3, после травления выявилось зональное строение в обломках пирита. 1, 3, 4 — Гай; 2 — Барсучий Лог. Полвр. шлифы. 1, 2 — увел. 45; 3, 4 — увел. 70.

Таблица ХСV. Структуры дробления и катаклаза

Внутрирудное дробление (иногда с перетиранием) пирита (1, 2, 4), марказита (3) с последующей цементацией обломков и трещин халькопиритом и кварцем. 1 — Учалы; 2 — Узельга; 3 — Комсомольское, 4 — Левобережное. Полвр. шлифы. 1, 3, 4 — увел. 45; 2 — увел. 120.

Колломорфные микроструктуры и структуры.

Таблицы XCVI—C

Таблица XCVI. Морфологические разновидности колломорфных образований пирита в сплошных колчеданных рудах

1 — реликты колломорфного строения кварц-пиритового агрегата в брекчиевидной колчеданной руде; 2 — раскристаллизовавшиеся сферолиты пирита с радиально расположенными включениями халькопирита в массе нерудных; 3 — кальцит (белое) в колломорфных выделениях пирита; 4 — кольцевые атоллоидные каемки пирита вокруг сфалерита в массе нерудных; 1, 3 — Комсомольское; 2 — Джуса; 4 — им. XIX Партсъезда. 1, 2, 4 — полир. шлифы; 3 — прозр. шлиф. 1, 4 — увел. 70; 2 — увел. 120; 3 — увел. 45.

Таблица XCVII. Морфологические разновидности колломорфных образований пирита в сплошных колчеданных рудах

1 — удлиненные и линзовидные скопления глобулярных образований пирита среди кварца в рассланцованной пиритовой руде; 2 — частично округлые и неправильные формы глобулярных образований пирита по-видимому, частично корродированных кварцем, деталь рис. 1; 3 — концентрически-скорлуповатое строение колломорфных агрегатов пирита и мельниковита в сплошной существенно пиритовой руде; 4 — нарастание почковидных выделений пирита с тонкой концентрической зональностью на отчетливо зернистые его агрегаты, в значительной степени утратившие свое зональное строение. 1, 2 — Узельга; 3, 4 — Комсомольское. Полир. шлиф. 1 — увел. 45; 3 — увел. 70; 2, 4 — увел. 340.

Таблица XCVIII. Морфологические разновидности колломорфных образований сложного состава

1 — глобулы пирита среди халькопирита с включениями сфалерита и кварца; 2 — колломорфный агрегат пирита с халькопиритом и глобулями сфалерита, окаймленными пиритом; 3 — колломорфное скопление пирита концентрически-зонального строения; отдельные зоны состоят из халькопирита и борнита; 4 — колломорфные (кружевные) узоры пирита со сфалеритом и кварцем. 1, 2, 3 — Таш-Таш; 4 — Октябрьское. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 120; 3 — увел. 340; 4 — увел. 70.

Таблица XCIX. Колломорфные образования сложного состава

1 — колломорфно-зональное строение пирита со сфалеритом; 2 — тонкое взаимопрорастание колломорфных выделений пирита и блеклой руды с подчиненными выделениями кварца; 3 — замещение колломорфно-почковидного агрегата пирита халькопиритом; 4 — радиально-лучистое и концентрически-зональное строение марказит-халькопиритового агрегата. 1 — Узельга; 2 — им. XIX Партсъезда; 3, 4 — Комсомольское. Полир. шлифы. 1, 3 — увел. 45; 2 — увел. 115; 4 — увел. 200.

Таблица C. Колломорфные образования сложного состава

1 — раскристаллизовавшаяся почка халькопирит-сфалерит-пиритового состава среди нерудных; 2 — раскристаллизовавшаяся почка пирита среди сфалерит-пиритового агрегата в тонкошолосчатой руде; 3 — радиально-лучистая структура почковидного выделения марказита с халькопиритом в трещинах усыхания, черное нерудные; 4 — концентрически-зональное колломорфное выделение сфалерита с обособлениями халькопирита и галенита по зонам; в центре почки — марказит, черное — нерудные; 5 — тонкие концентрические зоны халькопирита в полоске колломорфного сфалерита среди кварц-пирит-марказитового агрегата; 6 — реликты колломорфного строения в халькопирит-пиритовом агрегате в сплошной колчеданной руде. 1 — Юбилейное; 2 — Барсучий Лог; 3, 4, 5 — Комсомольское; 6 — Узельга. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 200; 3 — увел. 300; 4 — увел. 120; 5 — увел. 70; 6 — увел. 45.

Текстуры и структуры существенно пирротиновых и пирротинсодержащих руд

Таблицы CI—CVIII

Таблица CI. Текстуры пирротиновых руд

1 — участок сплошного пирротинового агрегата с гравобластической структурой (верхняя часть снимка) отделен халькопирит-сидеритовой каймой (темная полоса) от халькопирит-пиритового агрегата; *2* — массивная пирротиновая руда сечется жилой грубозернистого пирита с поперечными трещинами, выполненными карбонатом; *3* — резкий контакт между существенно пиритовым (верхняя часть снимка) и сидерит-пирротин-халькопиритовым агрегатами; *4* — массивная пирротиновая руда сечется симметрично-зональной жилой, сложенной тонкозернистым агрегатом сидерита с магнетитом, халькопиритом и пирротинном, а по ее контакту с пирротинном — оторочка крупных метакристаллов пирита; *5* — тонкополосчатая текстура сфалерит-халькопирит-пирротиновой руды со скоплением пирита (внизу); *6* — наложенная прожилковая полосчатость сидерита с рассеянной вкрапленностью арсенопирита и идоморфных зерен пирита (темные полосы со светлыми гнездами и точками) в афанитовой пиритовой руде; *1, 2, 3, 5, 6* — Узельга; *4* — Сибай. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица CII. Зона перехода частично дисульфидизированной существенно пирротиновой руды в густовкрапленную гипидоморфнозернистую пиритовую руду с карбонатным цементом

1 — широкая полоска сплошного пиритового агрегата, разбитого серией субпараллельных поперечных трещин, разделяет частично дисульфидизированную существенно пирротиновую руду (выше полосы пирита) и густовкрапленную пиритовую руду с карбонатом (ниже полосы пирита). В этой же части полированного шлифа правее субвертикальной извилистой карбонатной полоски располагается небольшое выделение сплошного зернистого агрегата халькопирита с редкими включениями пирротина; *2* — особенности состава и строения сульфидной руды выше широкой пиритовой полоски. Рассредоточенная вкрапленность неправильных и лапчатых выделений промежуточного продукта дисульфидизации пирротина (пористый пирит или пирротинопирит) и образующегося по нему вторичного пирита; *3* — фрагмент широкой сплошной пиритовой полоски. Сплошной агрегат пирита в центре полоски переходит к ее зальбандам в скопления микролитоподобных зернышек пирита с мельчайшими включениями магнетита и карбоната; *4* — сплошной зернистый агрегат халькопирита в сростании с пирротинном (чуть темнее халькопирита) и карбонатом — деталь участка в правом нижнем углу полированного шлифа; *5* — переход от пиритовой полоски (белое) к сидеритовой (черное). Между полосками наблюдается густая вкрапленность мелких зернышек пирита и изометричных выделений промежуточного продукта между пирротинном и пиритом; *6* — густая вкрапленность идоморфных зернышек пирита, содержащих большое количество изолированных включений халькопирита в карбонатом (сидерит?) цементе. Озерное. Полир. штуф. *1* — нат. вел., *2—6* — увел. 45.

Таблица CIII. Текстуры особенности пирротиновых руд

1 — обломки существенно пирротиновой руды обрастают каемками пирита (кардовые текстуры) и цементуются кварц-карбонатным агрегатом с редкой вкрапленностью пирита; *2* — снимок в косом свете, симметрично-зональная анкерит (белое) — пиритовая (серое) жила в сплошной пирротиновой руде (черное); *3* — часть сидеритовой жилы (светлое) с редкой вкрапленностью пирита среди халькопирит-пирротиновой руды (темное); *4* — сплошная пирротиновая руда с ветвящимися сидерит-пиритовым прожилком и гнездовыми скоплениями вторичного губчатого пирита с сидеритом; *5* — сплошная пирротиновая руда с пирит-анкеритовыми гнездами и прожилком. Рядом метакристалл пирита. *1* — Озерное; *2, 3, 4, 5* — Узельга. Полир. штуфы. Нат. вел.

Таблица CIV. Детали строения пирротиновых руд

1 — сплошной тонкозернистый агрегат пирротина с гранобластической структурой, обусловленной взаимопрорастанием зерен моноклинного и гексагонального пирротина. Снимок при обычных условиях наблюдения; 2 — то же, что и на рис. 1, но при затянутой апертурной диафрагме и чуть сбитой фокусировке; 3 — прожилково-петельчатые выделения магнетита (серое) в халькопирит-пирротиновом агрегате. Узельга. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 70; 3 — увел. 45.

Таблица CV. Текстурные особенности пирротиновых руд

1 — оолитоподобные выделения (шарики) пирита (иногда с магнетитом и реликтами пирротина) в существенно пирротиновой руде. Существенно пиритовые шарики образовались в результате дисульфидизации пирротина; 2 — деталь одного из шариков пирита на рис. 1. Гипидиоморфнозернистая структура сплошного пиритового агрегата, между зерен — сидерит; 3 — сложный текстурный рисунок арсенопирит (белые прожилковидные выделения) — сидерит-пиритовой руды. Пирит основной массы вторичный, образовался в результате дисульфидизации пирротина и интенсивно замещается сидеритом. На эту руду наложены ветвящиеся прожилковидные выделения укрупненно-зернистого пирита и арсенопирита; 4 — сфалерит-пирит-пирротиновый агрегат (нижняя часть снимка) в контакте с халькопирит-пиритовым агрегатом (сплошное светлое рельефное поле в верхней части снимка). Полосчатость в существенно пирротиновой руде обусловлена линейным расположением вкрапленников карбонатов, сфалерита, халькопирита (на снимке не отличается от пирротина) и мельчайших реликтов пирита (на снимке не виден) в пирротине. Неправильное пятнистое выделение по центру штуфа с правой его стороны представляет собою криптозернистое взаимопрорастание пирита, замещающего его пирротина и сфалерита. 1, 2, 3 — Сибай; 4 — Озерное. Полигр. штуфы. 1 — $2/3$ нат. вел.; 2 — увел. 120; 3, 4 — нат. вел.

Таблица CVI. Детали строения пирротиновых руд

1 — тонкополосчатая сфалерит-халькопирит-пирротиновая руда. Халькопирит и пирротин на снимке различаются только по рельефу, у пирротина более высокий рельеф; 2, 3 — ориентированное расположение катаклазированных зерен пирита и трещин в зернах пирита, сцементированных пирротинном. Узельга. Полир. шлифы. Увел. 45.

Таблица CVII. Сплошной зернистый агрегат пирротина

Состоит из моноклинной и гексагональной модификации (1). В агрегате при затянутой диафрагме и чуть сбитой фокусировке видны дендритовидные выделения, состоящие из мельчайших точек пирита (2). При больших увеличениях видно закономерное расположение пирита в пирротине (3). Узельга. Полир. шлифы. 1, 2 — увел. 70; 3 — увел. 340.

Таблица CVIII. Признаки исчезнувшего в рудах пирротина

1 — пластинчатые и ключевидные выделения микропористого сульфида железа, представляющего собою субмикроскопическое взаимопрорастание пирротина и вторичного пирита («губчатый пиррит», «пирротинопирит») среди карбоната; 2 — «промежуточный продукт» (пирротинопирит), образованный за счет пирротина с колломорфной микротекстурой (серое разных оттенков), в котором видны тонкие жилки и мелкие неправильные выделения вторичного пирита; 3 — образованные за счет пирротина колломорфные почковидно-зональные выделения дисперсного дисульфида железа типа «птичьего глаза» с зонами карбоната среди пирита; 4 — псевдоморфозы вторичного пирита по пирротину. Черное — нерудные. Узельга. Полир. шлифы. 1 — увел. 45; 2, 3, 4 — увел. 70.

Жилы, секущие сплошные колчеданные руды

Таблицы СІХ—СХІІ

Таблица СІХ. Особенности строения кварц-сульфидных жил с параллельно-шестоватым пиритом, секущим сплошную колчеданную руду

1, 2 — продольные сечения. Головки некоторых кристалликов имеют идиоморфные очертания, по границам между кристалликами проникает халькопирит или нерудные минералы; 3, 4 — поперечные сечения шестоватых агрегатов пирита. Учалы. Полир. шлиф. Увел. 45.

Таблица СХ. Особенности морфологии параллельно-шестоватого пирита из кварц-сульфидных жил

1 — центральные части крупных шестоватых зерен пирита (на снимке субгоризонтальны) в поперечном направлении пересекаются густой сетью параллельных трещин с образованием ложной шестоватости второго порядка; 2 — частично раздробленные изогнутые шестоватые зерна пирита цементированы халькопиритом; 3 — агрегат шестоватого пирита с причудливо изогнутой частично спиралевидной формой отдельных зерен. Серое — халькопирит. Учалы. Полир. шлиф. Увел. 45.

Таблица СХІ. Типы минеральных жил и прожилков, секущих сплошные колчеданные руды

1 — симметрично-зональный пирит-сфалеритовый прожилок (пирит в центре, сфалерит в зальбандах) среди окварцованной густовкрапленной мелкозернистой пиритовой руды; 2 — крупная жила высокожелезистого черного сфалерита в мелкозернистой сплошной пиритовой руде с трещинами, субпараллельными жиле; 3 — в мелкозернистой халькопирит-пиритовой руде субпараллельные полосы сильно раздробленного грубозернистого пирита. В центре полосы тонкая зона перетертого мелкозернистого пирита с халькопиритом. 1 — Узельга; 2 — Весеннее; 3 — им. XIX Партсъезда. Полир. штуфы. $\frac{2}{3}$ нат. вел.

Таблица СХІІ. Типы минеральных жил и прожилков, секущих сплошные колчеданные руды

1 — сфалерит-пиритовый прожилок с тонкозернистым идиоморфным пиритом (парагенезис) сечет разнозернистую халькопирит-пиритовую руду с признаками расщелачивания и дробления; 2 — тупое выклинивание крупной симметрично-зональной халькопирит-блеклорудной жилы в сплошной халькопирит-сфалерит-пиритовой руде с мелкобрекчиевой текстурой; 3 — прожилок микрокварцита (вероятно, интрузивного магматического происхождения) сечет сплошную пиритовую руду (светлое) с гранобластической структурой пирита. В зальбандах прожилка наблюдается кайма из скоплений крупных зерен сфалерита (серое), постоянно содержащего эмульсивидную вкрапленность халькопирита. В микрокварците наблюдается очень редкая пылевидная вкрапленность халькопирита и пирита; 4 — густовкрапленная пиритовая руда сечет симметрично-зональной метасоматической жилкой, в средней части которой расположена широкая полоса сфалерита с халькопиритом, галенитом и очень мелкими реликтами от замещения пирита вдоль ее оси. Призальбандовые части жилы сложены халькопиритом, интенсивно замещающим пирит; 5 — метасоматическая халькопиритовая жилка (в нижней части штуфа) сечет брекчиевидную халькопирит-пиритовую руду, где мелкие обломковидные обособления пирита цементированы халькопиритом с нерудными минералами. В зальбандах халькопиритовой жилки наблюдается прерывистая каемка кальцита (черное). 1 — Гай; 2, 4 — им. XIX Партсъезда; 3 — Узельга; 5 — Подольское. Полир. штуфы. $\frac{2}{3}$ нат. вел.

**Текстурно-структурные особенности
регенерированных (вторично-гидротермальных)
сульфидных руд
(на примере Учалинского месторождения)
Таблицы СХIII—СХХ**

Таблица СХIII. Особенности полосчатого строения сплошных халькопирит-борнитовых руд

1 — борнитовая руда с мелкими реликтами халькопирита, проявляющими нечетко выраженную ориентировку в одном направлении. Черное — пустоты; *2* — полосчатая халькопирит-борнитовая руда. Темный ветвящийся прожилок — кварц. В широких полосах халькопирита видны тонкие нитевидные полоски борнита, а в борнитовых — мелкие реликты халькопирита; *3* — более широкие полосы существенно халькопиритовые, тонкие — борнитовые; иногда характерны линзовидные или четковидные выделения халькопирита в борните. Темное — нерудные; черное — пустоты выщелачивания; *4* — сплошная халькопиритовая руда с очень тонкими четковидными прожилками борнита и более крупными линзовидными выделениями нерудных, подчеркивающих полосчатость; *5* — постепенный переход борнитовой полосы (слева) в халькопирит-борнитовую с тонкими вначале, а затем и более грубыми четко- и линзовидными полосками халькопирита. Темное — нерудные. Полир. штуфы, *1, 2, 3, 4* — нат. вел.; *5* — увел. 45.

Таблица СХIV. Детали строения борнит-халькопиритовых руд

1 — неясно выраженная полосчатость в неравномерно-зернистой халькопирит-борнитовой руде. Черное — нерудные. Борнит выполняет межзерновые пространства в халькопирите; *2* — слаборазлинзованная халькопирит-борнитовая руда, ксеноморфные выделения борнита располагаются среди разлинзованного заметно ориентированного и удлиненного в одном направлении агрегата мелкозернистого халькопирита. Полир. шлиф. Увел. 45.

Таблица СХV. Микротекстурные особенности существенно борнитовых руд

1 — линзовидные пустоты и включения карбонатов в борните. Мелкие белые вкрапления — халькопирит; *2* — борнит с линзовидными и неправильными включениями халькопирита, которые секутся волосовидными прожилками более позднего халькозина и халькопирита; *3* — увеличенная деталь рис. 2, в борните волосовидные жилки халькопирита, пересекаются жилками карбоната, окаймленного халькозином вдоль зальбандов; *4* — увеличенная деталь рис. 2, волосовидные жилки халькозина и халькопирита (светлое, иногда с карбонатом в центре — черное) пересекают линзовидные выделения раннего халькопирита среди борнита. Полир. шлиф. Увел.: *1* — 45, *2* — 70, *3* — 340, *5* — 440.

Таблица СХVI. Особенности выделения голубого и белого халькозина среди сульфидов и нерудных минералов регенерированных руд

1 — взаимопрорастание голубого халькозина (светлое) с борнитом (серое) в зоне контакта рудного тела; *2* — замещение борнита белым халькозином, образующим пятнистые выделения и волосовидные прожилки. Черное — карбонат; *3* — мirmekитовая структура срастания белого халькозина с борнитом, расположенных среди карбоната. Черное — пустоты; *4* — прожилковидное выделение белого халькозина с тонкой гематитовой оторочкой (белое рельефное) в кварце (темное рельефное), образующем скопления среди диабазового порфира за пределами рудной жилы. Полир. шлифы. Увел.: *1* — 70, *2* — 45, *3* — 340, *4* — 120.

Таблица CXVII. Особенности строения контакта борнитовой руды с кварц-гематитовой зоной

1 — контакт борнита с зоной молочно-белого кварца, содержащего пятнистые выделения и прожилки хлорита; 2 — контакт борнита с малоомощной хлорит-гематитовой зоной, за которой следует зона молочно-белого кварца (серое); 3 — контакт борнита (светлое в правой части снимка) с кварц-гематитовой зоной. Между борнитом и гематитом (белое рельефное) проходит прерывистая кварц-карбонатная полоска; 4 — снимок, аналогичный рис. 3. В борните (нижняя часть снимка) видны пятнистые выделения голубого халькозина (светло-серое); 5 — неправильные выделения шестоватого гематита (белое рельефное) среди борнита. Полир. штуфы. Увел.: 1, 2 — нат. вел.; 3, 4 — 70; 5 — 45.

Таблица CXVIII. Особенности строения кварц-магнетит-гематитовой каймы, окружающей борнитовую зону

1 — изогнутые двойники давления в гематите, расположенном среди пластинчатых (внизу справа) и неправильных (в центре снимка слева) выделений магнетита. Двойники в гематите ориентированы перпендикулярно к его шестоватому агрегатам. Снимок при скрещенных николях; 2 — мушкетовитизация (в верхней части снимка) пластинчатого агрегата гематита (белое). Черное — карбонаты; 3 — сидерит-магнетитовый агрегат с редкими неправильными выделениями белого халькозина и борнита (светлое); 4 — рассеянная вкрапленность изометричных выделений магнетита (серое), частично белого халькозина (светлое) и мелких шестовато-игловатых зерен гематита в сидерите (темное). Полир. штуфы. Увел.: 1, 2, 3 — 120, 4 — 200.

Таблица CXIX. Брекчиевые текстуры пирит-халькопиритовой колчеданной руды и детали ее строения

1 — в халькопиритовой массе, где сохранилась тонкая сыпь реликтов пирита, пиритовый обломок интенсивно замещается халькопиритом. Справа внизу часть обломка почти полностью замещена халькопиритом, но его контуры в халькопирит-пиритовой руде сохранились; 2 — слева часть обломка, представленная раздробленным пиритовым агрегатом, который интенсивно замещается халькопиритом и резко граничит с участком сплошного халькопирита, пронизанного сетью прожилков борнита (темно-серый) и прожилковидными скоплениями карбоната; 3 — деталь рис. 2. Часть обломка колчеданной руды. Раздробленный агрегат пирита (белое) сцементирован замещающим его халькопиритом; 4 — увеличенная деталь рис. 2. Сеть прожилков борнита в халькопирите. Видны единичные зерна пирита. Полир. шлифы. Увел.: 1 — нат. вел.; 2 — 45, 3, 4 — 200.

Таблица CXX. Особенности строения обломков колчеданных руд

1 — реликтовая раскрошенная структура пирита, возникшая в результате дробления и интенсивного замещения халькопиритом рассредоточенных участков пирита в крупнозернистой пиритовой руде. Черное — нерудные; 2 — частично катализированный грубозернистый пирит граничит с тонкозернистой халькопирит-пиритовой массой, где пирит интенсивно замещается халькопиритом; 3 — зональное строение грубозернистого пирита, показанного на рис. 2, выявленное электролитическим травлением; 4 — тонкозернистый пирит, аналогичный показанному на рис. 2, после электролитического травления. В отдельных зернах сохранились лишь незначительные реликты зонального строения. Полир. шлифы. Увел. 45.

Текстуры и структуры руд, испытавших контактовый метаморфизм габброидными дайками

Таблицы СXXI—СXXIV

Таблица СXXI. Структурные особенности существенно пиритовой руды в контакте с послерудной дайкой габбро-диабазы

1 — брекчиевая микротекстура пиритовой руды. Различно ориентированные угловатые обломки пиритовых агрегатов (белое) сцементированы кварц-пиритовым материалом (светло-серое). В дайке габбро-диабазы (черное) видны нитевидные прожилки пирита; 2 — гранобластическая структура агрегатов пиритовых обломков, показанных на рис. 1, которые разделены полоской кварца с рассредоточенной вкрапленностью идиоморфных и неправильных зерен пирита; 3 — деталь одного из нитевидных прожилков пирита в дайке габбро-диабазы. Рассредоточенные вкрапленники пирита, среди которых преобладают идиоморфные зерна, содержат большое количество микровключений кварца; 4 — деталь одного из пиритовых обломков, показанных на рис. 1. Узельга. Полир. штуф. 1 — нат. вел.; 2, 3, 4 — увел. 45.

Таблица СXXII. Структурные особенности в ксенолите (до 5—6 см) богатой халькопиритом и сфалеритом колчеданной руды, заключенной в послерудной дайке габбро-диабазы

1 — точное взаимопроращение халькопирита со сфалеритом с образованием гранобластической и решетчатой структур; 2 — деталь снимка 1. Решетчатая структура распада в сфалерите. В промежутках между отдельными пластинами (таблитчатыми выделениями) халькопирита видны эмульсиевидные его выделения в сфалерите. В непосредственной близости от пластин халькопирита сфалерит чист и не содержит эмульсии; 3 — очень тонкая решетчатая структура распада халькопирита в зерне сфалерита; 4 — структура распада халькопирита в разных зернах сфалерита с ориентировкой пластинок халькопирита в трех направлениях. Зернышки пирита и кварца расположены незакономерно. Гай. Полир. шлиф. 1 — увел. 70; 2 — увел. 450; 3 — увел. 200; 4 — увел. 340.

Таблица СXXIII. Минеральные новообразования в эндоконтактных зонах руд с пострудными дайками габброидного ряда

1 — марказит-пирит-пирротиновая руда в контакте с дайкой (темное). Пирит крупнозернистый; 2 — изолированные микровключения пирротина (иногда в ростке с халькопиритом) в пирите вблизи контакта с дайкой; 3 — большое количество неправильной формы выделений магнетита, замещающего пирит вблизи контакта с послерудной дайкой; 4 — среди сидерита крупное выделение магнетита с реликтами зерен пирита и сфалерита (чуть темнее магнетита); 5 — среди сфалерита метасоматический магнетит-сидеритовый прожилок с реликтами сфалерита и цепочками зерен пирита по зальбандам; 6 — пластинчатые выделения мушкетовита в сидерите. В левой части снимка рельефные зерна пирита. 1 — Узельга; 2—6 — Сибай. Полир. штуфы. 1 — нат. вел.; увел.: 2 — 440; 3 — 120; 4, 5 — 45; 6 — 200.

Таблица СXXIV. Микроструктурные изменения в руде в зоне эндоконтакта с послерудными дайками

1 — участок неметаморфизованной руды на значительном удалении от дайки. Концентрическое и радиальное распределение нитевидных жилок халькопирита в сфалерите наряду с неправильной формы зернами пирита; 2 — метаморфизованная дайкой руда. Ступчатая вкрапленность эмульсиевидных включений халькопирита в зернах сфалерита и более крупные выделения халькопирита; 3 — новообразование пирита₂ в результате перекристаллизации пирита₁; снимок сделан при затянутой апертурной диафрагме и чуть нарушенной фокусировке; 4 — сплошной зернистый агрегат пирита₁ и пирита₂ после электролитического травления. В пирите₁ выявилась пористая или губчатая структура. Пирит₂ не поддается травлению. Видно замещение пирита₁ пиритом₂. Сибай. Полир. шлиф. Увел.: 1, 2 — 440; 3 — 120; 4 — 200.

Псевдоморфозы в колчеданных рудах Таблицы СХХV—СХХVIII

Таблица СХХV. Морфологические разновидности реликтовых структур неизвестного органического остатка (псевдоморфозы по проблематике)

1 — эллипсоидная концентрически-зональная псевдоморфоза пирита в густовкрапленной слоистой колчеданной руде; 2 — эллипсоидная псевдоморфоза пирита с концентрически-зональным строением в густовкрапленной пиритовой руде. Внешние контуры псевдоморфозы нечеткие, наблюдаются постепенные переходы ее в зернистые агрегаты пирита; 3 — раковиннообразная псевдоморфоза пирита в участках густовкрапленной полиминеральной руды; серое — сфалерит, черное — нерудные; 4 — кольцевая псевдоморфоза пирита в густовкрапленной колчеданной руде; 5 — эллипсоидно-кольцевая псевдоморфоза пирита среди разнозернистой пиритовой руды. 1, 2, 3 — Комсомольское; 4 — Сибай; 5 — Барсучий Лог. Полир. шлифы. Увел.: 1, 2 — 400; 3 — 340; 4 — 440; 5 — 45.

Таблица СХХVI. Морфологические разновидности реликтовых структур неизвестного органического остатка (псевдоморфозы по проблематике)

1 — псевдоморфоза пирита с отчетливо выраженным концентрически-зональным строением и большим количеством пор среди вкрапленной пиритовой руды слоисто-полосчатой текстуры; 2 — реликт контура неопределенного органического остатка в виде эллипсоидного расположения вторичных нерудных минералов (вероятно, хлорита и эпидота) среди кремнисто-гематитовой породы, содержащей редкие мелкие зерна пирита; 3 — псевдоморфоза сфалерита по сохранившейся части неопределенного органического остатка рядом со сростком зерен пирита; 4 — овальная псевдоморфоза пирита среди вкрапленной колчеданной руды. Центральная часть псевдоморфозы выполнена халькопиритом, частично замещенным серицитом. Комсомольское. Полир. шлифы. Увел.: 1, 2, 3 — 600; 4 — 1200.

Таблица СХХVII. Псевдоморфозы сульфидов по другим сульфидам и баритам

1 — полные псевдоморфозы сфалерита по мелким кристалликам пирита кубического габитуса. Пирит встречается лишь в виде очень редких и мелких реликтов; 2 — таблитчатые псевдоморфозы пирита по марказиту (встречается лишь в виде мельчайших реликтов) среди нерудных минералов, пирита и сфалерита; 3 — контурная псевдоморфоза пирита по кристаллам барита. В пирите есть мельчайшие включения халькопирита и сфалерита; 4 — контурные, переходящие в сплошные, псевдоморфозы таблитчатой формы сфалерита с включениями пирита по бариту. 1 — Октябрьское; 2 — Комсомольское; 3, 4 — Узельга. Полир. шлифы. Увел.: 1 — 70; 2 — 400; 3, 4 — 45.

Таблица СХХVIII. Псевдоморфозы сульфидов

1 — псевдоморфозы сфалерита и пирита по таблитчатым кристаллам (возможно, марказиту). Центральные части табличек выполнены сфалеритом, пирит образует лишь контурные псевдоморфозы; 2 — розетковидные скопления мелких табличек (псевдоморфозы), центральные части которых выполнены блеклой рудой, а по их контуру наблюдается пирит; 3 — диабазовая структура вмещающих пород, встречающихся в виде реликтов среди колчеданных руд; 4 — реликтовая диабазовая структура (?) в сульфидной руде, полные и частично контурные псевдоморфозы образованы гипогенным гетитом, марказитом и пиритом по кристалликам таблитчатой формы. 1, 3, 4 — Комсомольское; 2 — Новое. Полир. шлифы. Увел.: 1 — 150; 2 — 115; 3 — 70; 4 — 200.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА ПЕРВАЯ	
КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА, ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА, СТРОЕНИЯ РУД И УСЛОВИЙ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ	7
Основные черты геологического строения	7
Особенности вещественного состава, минеральные типы и минералого-геохимическая систематика руд	11
О систематике текстур и структур руд	15
Об условиях формирования руд месторождений колчеданного типа Южного Урала	19
Некоторые примеры практического использования изучения текстур и структур колчеданных руд	27
ГЛАВА ВТОРАЯ	
ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД. НЕКОТОРЫЕ ПОЯСНЕНИЯ К РАЗДЕЛАМ АТЛАСА	31
Текстуры и структуры вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд. Таблицы I—XXX	31
Текстуры и структуры сплошных колчеданных руд	35
ЛИТЕРАТУРА	43
АТЛАС ТЕКСТУР И СТРУКТУР РУД	
ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ	176
Текстуры и структуры вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд. Таблицы I—XXX	176
Текстуры и структуры сплошных колчеданных руд	183
Массивные текстуры колчеданных руд. Таблицы XXXI—XXXVIII	183
Полосчатые и слоистые текстуры. Таблицы XXXIX—LXXV	185
Сланцеватые и сланцевато-полосчатые текстуры. Таблицы LXXVI—LXXXIV	194
Брекчиевые и брекчиевидные текстуры руд. Таблицы LXXXV—XCV	196
Колломорфные микроструктуры и структуры. Таблицы XCVI—C	199
Текстуры и структуры существенно пирротиновых и пирротинсодержащих руд. Таблицы CI—CVIII	200
Жилы, секущие сплошные колчеданные руды. Таблицы CIX—CXII	202
Текстурно-структурные особенности регенерированных (вторично-гидротермальных) сульфидных руд (на примере Учалинского месторождения). Таблицы CXIII—CXX	203
Текстуры и структуры руд, испытавших контактовый метаморфизм габброидными дайками. Таблицы CXXI—CXXVI	205
Псевдоморфозы в колчеданных рудах. Таблицы CXXV—CXXVIII	206

**ГЕОРГИЙ НИКОЛАЕВИЧ
ПШЕНИЧНЫЙ**
**ТЕКСТУРЫ
И СТРУКТУРЫ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ
ЮЖНОГО УРАЛА**

Утверждено к печати
Институтом геологии Башкирского филиала
Академии наук СССР

Редактор
Д. Д. Багдатлишвили

Художник
Е. А. Мокеева

Художественный редактор
М. В. Версоцкая

Технический редактор
Э. Л. Кушина

Корректор
И. А. Талалай

ИБ № 27699

Сдано в набор 10.01.84.

Подписано к печати 29.04.84.

T-05581 Формат 60×90^{1/16}

Бумага для глубокой печати

с мелованным покрытием

Гарнитура обыкновенная

Печать высокая

Усл. печ. л. 13. Уч.-изд. л. 15,3. Усл. кр.-отт. 13,25

Тираж 1750 экз. Тип. зак. 3672

Цена 2 р. 40 к.

Издательство «Наука»

117864 ГСП-7, Москва В-485

Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

4179

2 р. 40 к.

В атласе впервые для колчеданных месторождений Южного Урала собран и систематизирован обширный материал по текстурно-структурным особенностям руд. Приведен краткий очерк геологического строения и условий рудообразования региона. Дана морфолого-генетическая систематика текстур и генетическая систематика структур руд и их описание. Впервые в иллюстрированной форме прослежен весь процесс формирования колчеданных руд Южного Урала.



ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·