

# АТЛАС

ТЕКСТУР И СТРУКТУР  
СУЛЬФИДНЫХ  
МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД  
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ОРДЕНА ЛЕНИНА КОЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ им. С. М. КИРОВА  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АТЛАС  
ТЕКСТУР И СТРУКТУР  
СУЛЬФИДНЫХ  
МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД  
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

851



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ЛЕНИНГРАД • 1973



**Атлас текстур и структур сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова. Горбунов Г. И., Яковлев Ю. Н., Астафьев Ю. А., Гончаров Ю. В., Бартенев И. С., Нерадовский Ю. Н.**

Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л., 1973, стр. 1—177.

Впервые для Кольского полуострова собран и систематизирован обширный материал по текстурно-структурным особенностям сульфидных медно-никелевых руд важнейших промышленных месторождений Печенгского, Аллареченского и Мончегорского районов. В текстовой части приводится краткая характеристика геологической позиции и степени рудоносности массивов основных-ультраосновных пород отдельных районов, генетических типов сульфидного оруденения. Дается минералого-морфологическая классификация и описание природных типов и разновидностей медно-никелевых руд, систематика текстур и структур и словарь использованных текстурных и структурных терминов. В иллюстрационной части текстуры и структуры руд рассматриваются отдельно. Текстурный материал расположен в соответствии с принятой классификацией руд и учетом, где возможно, генетических типов оруденения, а структурный — в соответствии с физико-химическими условиями отложения сульфидов и генетическими типами оруденения.

Атлас рассчитан на геологов широкого профиля, обогатителей, металлургов, преподавателей и студентов вузов. Он найдет применение в процессе поисково-разведочных, эксплуатационных и научно-исследовательских работ на медно-никелевых месторождениях. Илл. — 243+4 (в тексте), табл. — 4, библи. — 50 назв.

**Авторы:**

Г. И. ГОРБУНОВ, Ю. Н. ЯКОВЛЕВ, Ю. А. АСТАФЬЕВ,  
Ю. В. ГОНЧАРОВ, И. С. БАРТЕНЕВ, Ю. Н. НЕРАДОВСКИЙ

**Ответственный редактор**

**член-корреспондент Г. И. ГОРБУНОВ**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди большого количества публикаций по геологии и минералогии сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова, весьма важных в практическом и научном отношениях, до сих пор не имеется сводного описания текстур и структур руд.

Между тем знание текстурно-структурных особенностей руд крайне необходимо для геологоразведочной практики и прежде всего для выбора способа опробования, изучения их вещественного состава и определения технологических качеств. Не менее важное значение исследование текстур и структур руд имеет для анализа парагенетических ассоциаций минералов и восстановления истории процессов рудообразования — генезиса месторождений.

В предлагаемой работе обобщены результаты исследований текстурно-структурных особенностей руд важнейших промышленных медно-никелевых месторождений Мурманской области, выполненных в Кольском филиале АН СССР и других научно-исследовательских и проектных организациях.

Классификация руд произведена по минералого-морфологическим особенностям, а систематика текстур и структур и трактовка терминов — в соответствии с классификацией А. Г. Бетехтина (1937) и справочными пособиями (Бетехтин и др., 1958; Исаенко, 1964; Юшко, 1966, и др.). Приведена также характеристика наиболее распространенных микротекстур руд и внутреннего строения рудных зерен. На конкретных примерах показана связь внутреннего строения минералов с условиями их образования и изменения.

Авторы отдают отчет в том, что данная работа является лишь первой попыткой систематики текстур и структур руд весьма сложных и разнообразных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова и будут признательны всем лицам, которые пришлют свои замечания и пожелания по ее дальнейшему улучшению.

Атлас состоит из двух частей — текстовой и иллюстрационной. Первая глава текста написана Г. И. Горбуновым, вторая и четвертая главы — Ю. Н. Яковлевым, третья — Ю. А. Астафьевым, Ю. В. Гончаровым и И. С. Бартеневым, словарь текстурных и структурных терминов — Ю. А. Астафьевым, Ю. Н. Нерадовским, Ю. В. Гончаровым и И. С. Бартеневым.

Атлас содержит 243 фотографии образцов, аншлифов и шлифов, сгруппированных в 11 таблиц, из которых I—VI характеризуют текстуры и микротекстуры руд, VII—X — их структуры, а XI — форму и внутреннее строение рудных зерен. В конце атласа помещен предметный указатель текстур и структур руд, составленный И. С. Бартевым и Ю. В. Гончаровым.

В подборе иллюстративного материала кроме авторов принимала участие Е. Б. Метер. Все фотоработы выполнены в фотолаборатории Геологического института Кольского филиала АН СССР В. К. Руденко, М. П. Базановым, В. И. Яценко и Ю. И. Калининим.

Авторы выражают признательность всем товарищам, способствовавшим выполнению данной работы, а также Б. А. Юдину и Л. А. Виноградову, ознакомившимся с рукописью и давшим ряд ценных советов.

## Глава 1

### КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Сульфидные медно-никелевые месторождения Кольского полуострова, так же как и других никеленосных провинций мира, генетически и пространственно связаны с интрузивами основных и ультраосновных пород, причем рудные тела формируются и размещаются преимущественно в пределах самих интрузивов или в непосредственной близости от них.

На Кольском полуострове выделяется пять районов медно-никелевого оруденения, различающихся между собой по геологическим условиям залегания и составу рудоносных магматических формаций, — Печенгский, Аллареченский, Мончегорский, Имандра-Варзугский и Ловноозерский.

Первые четыре района приурочены к так называемой Печенгско-Варзугской структурно-фациальной зоне (складчатому поясу) карелид, сложенной породами спилит-кератофировой и диабазовой формаций с пролоями туфогенно-осадочных пород.

Печенгско-Варзугская структурно-фациальная зона по своей природе представляет собой глубокий тектонический ров, заложившийся в нижнем протерозое по системе грабенообразных опусканий на стыке двух архейских блоков и простирающийся с северо-запада на юго-восток вдоль осевой части всего Кольского полуострова (рис. 1).

Размещение никеленосных интрузивов в пределах зоны контролируется литолого-структурным и структурно-тектоническими факторами, которые в совокупности и обусловили их локализацию в виде изогнутых бескорневых межпластовых тел — факолитов, главным образом вдоль поверхностей отслоения и расщепления в пределах дислоцированных туфогенно-осадочных толщ (Печенга) или вдоль разрывов на контакте их с подстилающими гнейсами (Мончетундра, Федорова и Панские тундры). Значительно реже никеленосные интрузивы локализуются вдоль разрывных нарушений в подстилающих архейских гнейсах и амфиболитах на участках, примыкающих к синклинной зоне (аллареченские месторождения).

Несколько особое положение занимает Ловноозерское месторождение, расположенное среди гранулитовой формации архея. Мелкие рудопоявления выявлены в районе Сальных (массив Застейд-II) и Колвицких тундр и в Южно-Кольской структурной зоне.

#### ПЕЧЕНГСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Описание геологии месторождений Печенги приведено в работах Г. И. Горбунова, Н. А. Елисеева, Г. В. Холмова, В. А. Масленикова, К. Н. Уткина, Ю. А. Астафьева, Н. А. Корнилова, Э. Н. Елисеева, М. В. Денисовой и др.

Печенгское рудное поле, в котором насчитывается свыше 20 медно-никелевых месторождений и рудопроявлений, расположено в пределах одноименного синклиория, представляющего собой крайнюю северо-западную часть протерозойской Печенгско-Варзугской структурно-фациальной зоны.

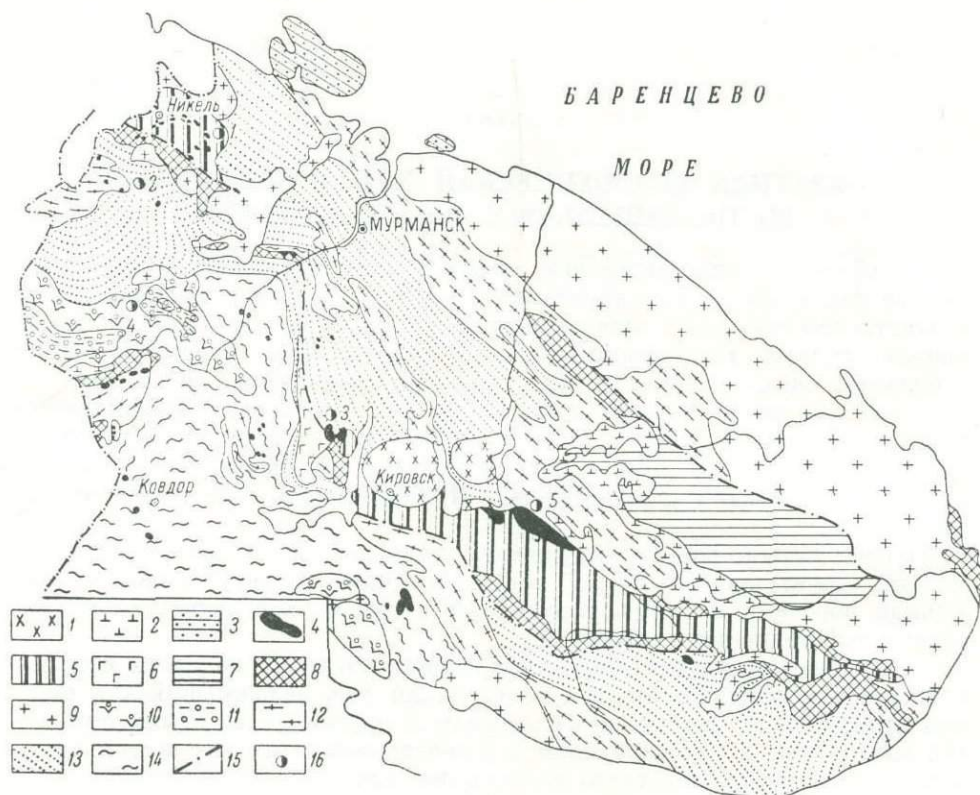


Рис. 1. Геологическая карта Кольского полуострова.  
По Л. Н. Потрубович и Л. Я. Харитонову.

Палеозой и эопалеозой: 1 — нефелиновые сиениты, 2 — щелочные граниты, 3 — песчаники, конгломераты и сланцы полуострова Рыбачьего и о. Кильдин; протерозой: 4 — ультраосновные и основные интрузии, 5 — зеленокаменные породы с прослоями филлитов, песчаников, кварцитов и доломитов (серии: имандра-варзуга, печенгская), 6 — габбро, габбро-нориты и габбро-анортозиты, 7 — гнейсы, кианитовые и слюдяные сланцы; свиты кейв, 8 — сланцеватые амфиболиты, гнейсы и различные сланцы тундровой серии, 9 — микроклиновые и плагиомикроклиновые граниты и гранодиориты, 11 — кислые гранулиты, 12 — олигоклазовые гнейсо-граниты; 13 — гранат-биотитовые и биотитовые гнейсы кольской свиты и мигматиты по ним, 14 — гнейсы беломорской свиты и мигматиты по ним; 15 — линии тектонических контактов; 16 — никеленосные районы (1 — Печенгский, 2 — Аллареченский, 3 — Мончегорский, 4 — Ловноозерский, 5 — Панских тундр).

Эффузивные и туфогенно-осадочные образования, слагающие печенгский синклиорий, залегают в виде широкой (до 35 км) дуги, вытянутой в северо-западном направлении более чем на 60 км с крутым падением пород на юг—юго-запад (рис. 2).

В рудном поле выявлено свыше 110 никеленосных интрузивов основных и ультраосновных пород и около 60 интрузивных тел габбро-диабазов. Все они размещены в пределах туфогенно-осадочной толщи, залегающей между третьим и четвертым диабазовыми покровами, имеют пластовую или линзовидную форму, вместе с вмещающими породами повторяют очертания крупных складок и погружаются к юг—юго-за-

паду под углами 30—60° согласно общему залеганию пород. Мощность интрузивов колеблется от 2 до 700 м, протяженность от 200 до 7000 м.

Пространственное распределение интрузивов в рудном поле неравномерное. Около трех четвертей от общего их объема сосредоточено в центральной части рудного поля, в области максимального прогиба синклинали. Распределение и локализация никеленосных интрузивов

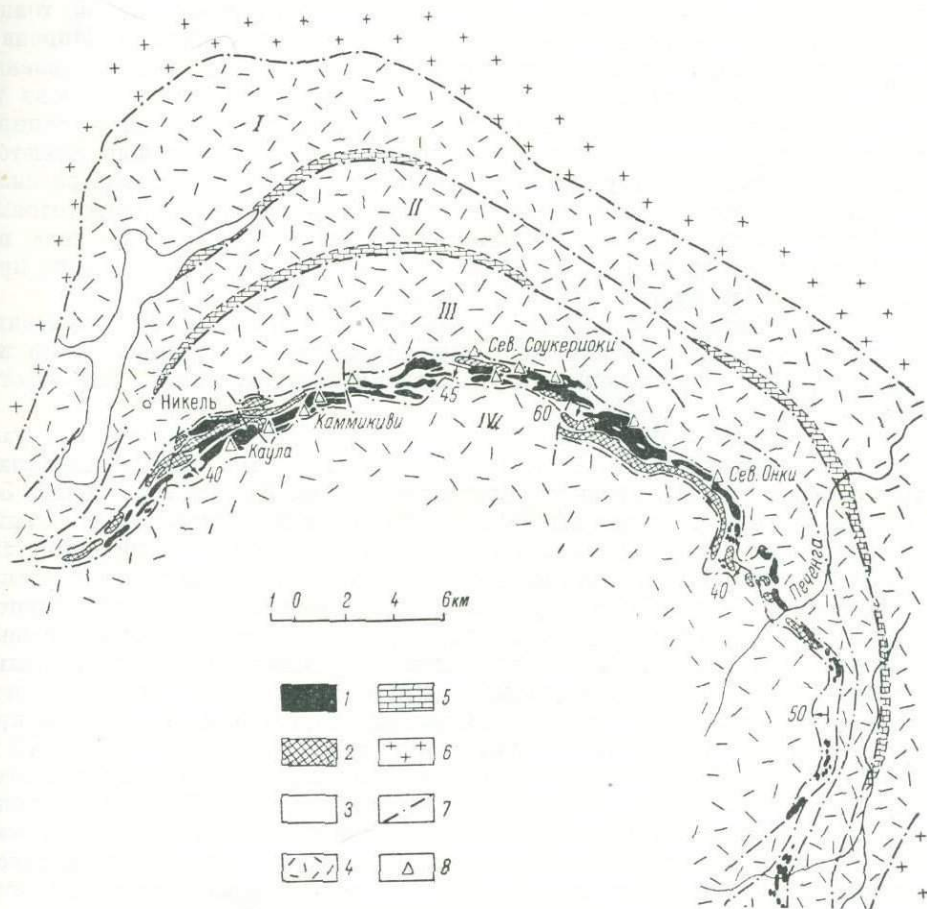


Рис. 2. Распространение основных и ультраосновных интрузивов в Печенгском рудном поле.

1 — никеленосные ультраосновные и основные интрузивы; 2 — интрузивы габбро-диабазов; 3 — туфогенно-осадочные породы; 4 — эффузивные диабазы I—IV покровов; 5 — доломитизированные известняки и кварциты; 6 — микроклиновые граниты и гнейсы архея; 7 — разрывные нарушения; 8 — медно-никелевые месторождения.

контролируется прежде всего складчатыми структурами. Все значительные интрузивы приурочены к крупным синклиналильным складкам и имеют утолщения в их замковых частях.

По внутреннему строению никеленосные интрузивы разделяются на две группы: 1) дифференцированные интрузивы, сложенные (снизу вверх) измененными перидотитами-верлитами (серпентинитами), пироксенитами, габбро и монцититовыми габбро и 2) недифференцированные, обычно маломощные интрузивы, представленные полностью серпентинитами или габбро. Никаких возрастных различий между ними не наблюдается.

Все разведанные медно-никелевые месторождения сконцентрированы в центральной части рудного поля и группируются в двух линейно-вытянутых рудных узлах: Западном — месторождения Каула, Промежуточное, Фланговое, Каммикиви и Западное Ортоайви, приуроченные к верхам туфогенно-осадочной толщи, и Восточном — месторождения от Кьерджишора до Северных Онк, расположенные в нижней части толщи. В промежутке между этими узлами месторождения размещаются двумя полосами: одна полоса находится в низах туфогенно-осадочной толщи (месторождения Восточное Ортоайви, Северное Соукерйюки и Мирона), а другая — в верхах толщи (месторождение Райсоайви, рудопоявления рч. Соукерйюки и др.). На флангах Печенского рудного поля пока не выявлено промышленных месторождений, хотя мелкие дифференцированные интрузивы с бедным вкрапленным оруденением также имеются. Медно-никелевые месторождения приурочены к массивам ультраосновных и основных пород, главным образом к их нижним перидотитовым (серпентинитовым) частям. Лишь некоторые мелкие рудные тела целиком залегают среди филлитов. Но и в этих случаях всегда можно проследить связь их с материнскими интрузивами.

Формы рудных тел большей частью пластообразные, плитообразные и линзообразные, в равной мере вытянутые по простиранию и по падению. Нередко протяженность по падению больше, нежели по простиранию.

По морфологии и структуре месторождения Западного рудного узла значительно отличаются от Восточного. Это различие обусловлено главным образом разным уровнем эрозионного среза. Все месторождения Западного рудного узла значительно эродированы и представлены самыми нижними частями, тогда как месторождения Восточного рудного узла имеют большую сохранность и на глубину полностью еще не оконтурены.

Типичным и наиболее изученным представителем Западной группы рудных тел является месторождение Каула, открытое одним из первых в Печенском районе. Это месторождение представлено двумя рудными телами — Основным и Отдельным — приуроченными к нижней части дифференцированного массива, который по падению на глубину в пределах месторождения сначала уменьшается в мощности с 160 до 40 м, а затем, многократно разветвляясь, постепенно выклинивается совсем (рис. 3). В лежачем боку рудного массива проходит Главная оруденелая тектоническая зона, выполненная брекчиевидными и сплошными сульфидными рудами, погружающаяся на юг под углом 35—40° и пересекающая под очень острым углом сильно дислоцированную толщу вмещающих туфогенно-осадочных пород.

Мощность рудного тела на верхних горизонтах колеблется в пределах 30—70 м, на флангах и при выклинивании на глубине постепенно уменьшается до 0.5 м и менее. В рудном теле преобладают вкрапленные руды в материнских и вмещающих породах, составляющие около 84% от общего объема рудного тела, в том числе: оруденелые серпентиниты — 58%, оруденелые филлиты — 26%.

При выходе оруденелой тектонической зоны в филлиты постепенно происходит уменьшение мощности сплошных, брекчиевидных и сопровождающих их оруденелых вмещающих пород, а также понижение содержания никеля и меди — вплоть до полной замены обычных медно-никелевых руд чисто пирротиновыми.

Отдельное рудное тело представляет собой крутопадающую апофизу от Основного тела в его лежачем боку. Образование ее и многих других, расположенных в обоих боках Основного рудного тела, обусловлено расщеплением Главной оруденелой сдвиговой зоны на ряд перистых расколов, причем в лежачем боку веер более крутопадающих на юг

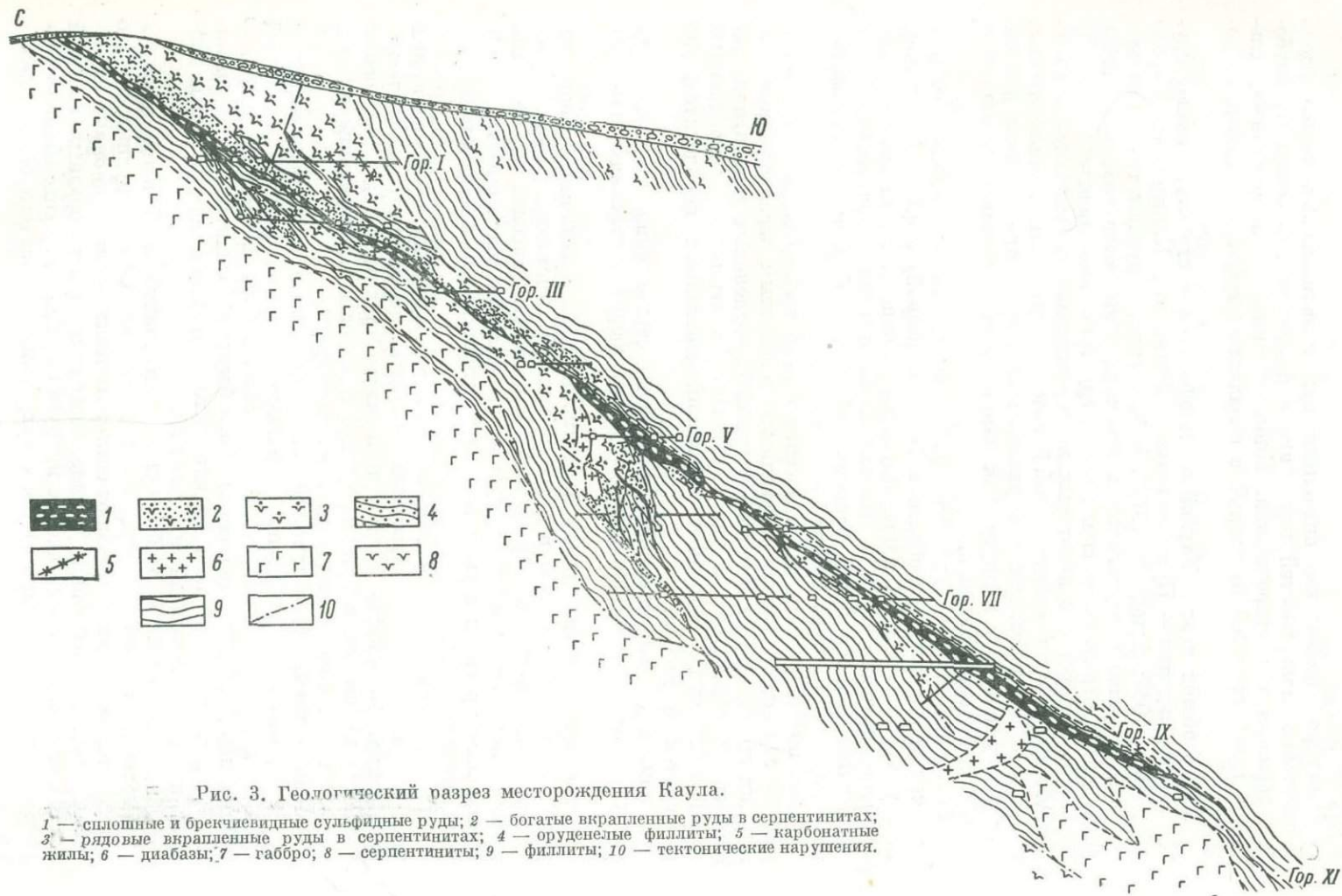


Рис. 3. Геологический разрез месторождения Каула.

1 — сплошные и брекчиевидные сульфидные руды; 2 — богатые вкрапленные руды в серпентинитах; 3 — рядовые вкрапленные руды в серпентинитах; 4 — оруденелые филлиты; 5 — карбонатные жилы; 6 — диабазы; 7 — габбро; 8 — серпентиниты; 9 — филлиты; 10 — тектонические нарушения.

оперяющих трещин расходятся к северо-востоку, а висячем — к югу от нее.

Некоторое количество сплошных руд локализовалось также вдоль контактовых поверхностей интрузива с филлитами, особенно на глубоких горизонтах месторождения. Многочисленны жилы сплошных сульфидов вдоль полостей отслоений в складчатых туфогенно-осадочных породах.

Много общих черт с Каулой по морфологии и структуре имеют другие месторождения — Промежуточное, Фланговое, Каммикиви, Мирона (Горбунов, 1968; Астафьев, 1970). В большинстве рудных тел в горизонтальных, а равно и вертикальных сечениях отмечаются плавные изгибы, являющиеся отражением складчатой структуры вмещающих пород. Помимо простых форм, в некоторых месторождениях наблюдаются и сложные формы, представляющие собой совокупность мелких жилообразных и плоских линзообразных тел, располагающихся в пространстве под некоторым углом друг к другу, как например это отчетливо наблюдается на месторождении Каммикиви.

Восточный рудный узел состоит из шести взаимно связанных рудных тел удлиненно-линзообразной (пластообразной) формы, расположенных в приподошвенной части крупного сложно дислоцированного габбро-перидотитового массива, падающего на юго-запад под углом  $40-60^\circ$  и протягивающихся почти непрерывной изогнутой цепью в юго-восточном направлении на расстояние до 6 км.

Размещение рудных тел в массиве весьма тесно связано с его внутренним строением, характеризующимся полосчатым расположением слагающих его пород (от подошвы к кровле): оруденелых серпентинизированных перидотитов и пироксеновых оливинитов (вкрапленных сульфидных руд), безрудных серпентинизированных перидотитов, пироксенитов и габбро.

Форма и условия залегания оруденелых серпентинизированных перидотитов и оливинитов конкордантны общей форме и условиям залегания массива.

Отмечается почти прямая зависимость между величиной перидотитового слоя и мощностью рудных тел; менее отчетлива, но все же заметна зависимость между общей мощностью массива и рудными телами. Мощность массива и рудных тел заметно увеличивается в синклинальных прогибах и уменьшается в антиклинальных — вплоть до полного выклинивания.

На первичные структурные особенности залегания и строения рудных тел наложили существенный отпечаток разрывные тектонические нарушения, возникшие в эпигенетическую стадию. Среди них особое значение имеют межпластовые сдвиги и надвиги и оперяющие их расколы, а также поперечные и продольные взбросы.

Межпластовые тектонические зоны выполнены брекчиевидными и менее сплошными сульфидными рудами. Помимо Главной сдвиговой зоны брекчии в последние годы в ее лежащем боку среди туфогенно-осадочных пород вскрыта мощная апофиза богатых брекчиевидных и сплошных руд, протягивающаяся на юго-восток через весь центральный участок и круто падающая на юго-запад.

Общей характерной особенностью месторождений Печенги является асимметрично-полосчатое строение рудных тел. Основу рудных тел во всех месторождениях составляют сингенетические — ликвационные вкрапленные руды, залегающие в виде изогнутых пластообразных залежей в нижних перидотитовых частях интрузивов, при этом содержание сульфидов постепенно увеличивается сверху вниз от висячего бока к лежащему.

У подошвы интрузивов по разрывным нарушениям, главным образом вдоль поверхности контакта с вмещающими породами, залегают эпигенетические массивные и брекчиевидные сульфидные руды, которые нередко выходят за пределы материнских интрузивов.

Во всех месторождениях устанавливается необычайно большое влияние складчатых структур на распределение и локализацию вкрапленного оруденения. Рудные тела заметно увеличиваются в мощности на участках синклинальных прогибов и углублениях дна интрузивов. Одновременно с увеличением мощности рудных тел увеличивается интенсивность сульфидной вкрапленности, а также количество сплошных сульфидных и брекчиевидных руд. Необычайно важной закономерностью распределения сульфидного оруденения является постепенное сгущение ликвидационной вкрапленности и увеличение общего количества сульфидных руд по направлению падения интрузивов, т. е. зональность оруденения в плоскости падения. Наличие тесной пространственной связи в распределении богатых сингенетических вкрапленных и эпигенетических сплошных сульфидных руд указывает на общность первоисточника и их генетическое родство.

Локализация эпигенетических сплошных и брекчиевидных руд полностью контролируется разрывными тектоническими нарушениями, среди которых на первое место выступают межпластовые сдвиги-надвиги, четко проявившиеся вдоль нижних контактов интрузивов. Гораздо меньшую роль играли поперечные взбросы. Сульфидные руды выполняют эти нарушения только вблизи материнских интрузивов, не отходя от них более чем на 50 м, редко до 200—250 м. Отмечается масса мелких послонных сульфидных инъекций в филлитах, а также секущих сульфидных жил в самих вкрапленных рудах, и в этом случае жильное оруденение носит несомненный эпигенетический характер.

В размещении сплошных и брекчиевидных руд также намечается вертикальная зональность. По падению рудных тел в глубину количество руд постепенно увеличивается; наибольшее количество их локализуется в самых глубоких частях рудных тел вдоль нижних контактов рудоносных интрузивов, особенно на участках пересечения поперечных взбросов с межпластовыми тектоническими зонами; они продолжают также по тектоническим зонам на некоторое расстояние даже после того, как полностью выклинился материнский массив.

Инъекционное прожилково-вкрапленное оруденение в филлитах полностью контролируется трещинами, выполнение которых сопровождается метасоматозом боковых пород.

Существенный отпечаток на первичные структурные особенности рудных тел накладываются послерудные тектонические нарушения, под влиянием которых произошли разрывы и смещения отдельных частей на значительные расстояния, а часть руд претерпела интенсивный динамометаморфизм.

Медно-никелевые руды Печенгских месторождений по их текстурным особенностям и составу разделяются на четыре основных типа: 1) вкрапленные руды в серпентинитах, 2) брекчиевидные руды, 3) сплошные сульфидные руды и 4) прожилково-вкрапленные руды в сланцах.

Вкрапленные сульфидные медно-никелевые руды в материнских ультраосновных породах являются наиболее распространенными во всех без исключения месторождениях рудного поля. В слабо измененных перидотитах сульфиды располагаются главным образом в промежутках между зернами серпентинизированного оливина и пироксена и представляют собой типичную сидеронитовую вкрапленность.

В богатых вкрапленных рудах, залегающих в приподошвенных частях рудных тел, наряду с вкрапленниками широко распространены и

прожилки сульфидов; наблюдаются также срастания сульфидов с серпентином на месте зерен оливина — своеобразные рудно-силикатные псевдоморфозы по его зернам. Одновременно с образованием сульфидных псевдоморфоз по оливину происходит замещение сидеронитового сульфидного цемента хлоритом — вплоть до возникновения негативных структур, когда сульфиды и силикаты меняются местами.

Брекчиевидные руды выполняют тектонические зоны, проходящие обычно вдоль подошвы массивов, нередко в виде жил заходят по тектоническим нарушениям во вмещающие туфогенно-осадочные породы. Количество их в рудных телах колеблется от 2 до 35%. Руда состоит из обломков оталькованных серпентинитов, филлитов и туффитов, сцементированных сульфидами.

Сплошные сульфидные руды пространственно тесно связаны с брекчиевидными. В сущности они являются их разновидностью с ничтожно малым количеством обломков силикатных пород. Концентрируются они преимущественно в самых нижних частях рудных тел вдоль тектонических контактов рудоносных массивов с вмещающими сланцами или в трещинах и полостях отслоений в сланцах.

В процессе метаморфизма в сплошных и брекчиевидных рудах происходят дисульфидизация и окисление первичных сульфидов с образованием по ним метасоматическим путем пирита, магнетита, нередко сидерита, виоларита в сопровождении хлорита, талька, доломита.

Сплошные руды в тектонических зонах подвергаются динамометаморфизму, благодаря чему среди них нередко появляются полосчатые текстуры с чередованием полосок пирротина, пентландита и халькопирита. Под микроскопом в динамометаморфизованных рудах наблюдается мелкозернистое строение с характерными двойниками давления пирротина.

Прожилково-вкрапленные руды в сланцах распространены локально; мощность их вблизи тектонических зон колеблется в пределах 0.5—2 м, сульфиды представлены мелкой вкрапленностью и прожилками.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛЛАРЕЧЕНСКОГО РАЙОНА

Аллареченское рудное поле, включающее два месторождения — Аллареченское и Восток — и ряд рудопроявлений, расположено к югу от Печенгского рудного поля. Описание геологии района и месторождений приведено в работах К. Д. Беляева, Я. Х. Еселева, А. Е. Алешуниной, Н. А. Корнилова, Ю. Н. Яковлева, А. К. Яковлевой, Ю. В. Гончарова, Г. И. Горбунова и др.

В геологическом отношении район представляет собой сильно размытый выступ архейского кристаллического основания, сложенного биотитовыми, гранат-биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами и амфиболитами, интенсивно мигматизированными плагио-микроклиновыми гранитами.

Сульфидное медно-никелевое оруденение в районе пространственно и генетически связано с небольшими телами сильно измененных, в основном амфиболитизированных ультраосновных пород (перидотитов и оливинитов), имеющих линзо- и пластообразную форму. Мощность их варьирует от 1—2 до 100—200 м, а протяженность от первых десятков метров до 1—2 км. Характерно тяготение ультраосновных массивов к горизонтам полевошпатовых амфиболитов или к зонам контактов с их гнейсами и гранито-гнейсами в краевых частях куполовидных структур.

В Аллареченском районе известно более 200 ультраосновных массивов, но промышленное оруденение связано лишь с единичными из них —

это месторождения Аллареченское и Восток. Кроме того, известно около десятка мелких рудопроявлений.

Наиболее изученным в районе является Аллареченское месторождение, которое приурочено к интрузиву метаморфизованных перидотитов, состоящему из двух соединяющихся ветвей мощностью от 2—3 до 15—20 м, вытянутых в меридиональном направлении согласно общему простирашию гнейсов и амфиболитов (рис. 4).

Восточная, слабооруденелая ветвь на всем протяжении имеет согласное с вмещающими породами пологое падение к западу; западная, интенсивно оруденелая ветвь ограничивается крутопадающим сбросом вдоль флексуобразного перегиба. Таким образом, общая конфигурация рудовосного интрузива определяется сочетанием меридионального тектонического нарушения и примыкающим к нему межпластовым отслоением в гнейсах.

Рудное тело в соответствии с формой интрузива представляет собой изогнутую корытообразную залежь, вытянутую в меридиональном направлении на 1080 м при изменчивой мощности от 3 до 15—20 м. Максимальная глубина дна залежи в центре месторождения 80 м. К северу и югу она постепенно воздымается и выходит на поверхность.

Западный борт и примыкающая к нему придонная часть прослеживаются без перерыва на всем протяжении залежи. Здесь именно и сосредоточена основная масса как богатых сингенетических вкрапленных руд в материнских породах, так и эпигенетических сплошных сульфидных руд, локализовавшихся в полости крутопадающего сброса и оперяющих его трещинах. При этом жилы сплошных руд распространены в равной мере как во вмещающих гнейсах, так и в материнских породах. Наибольшее удаление сульфидных жил от интрузива не превышает 150 м. Восточный борт залежи и примыкающая к нему придонная часть оказались слабо насыщенными сульфидами. Отмечается сгущение сингенетической сульфидной вкрапленности в местах дополнительных синклинальных изгибов, тогда как в антиклинальных оруденение заметно ослабевает.

Границы промышленного вкрапленного сульфидного оруденения, как и в других медно-никелевых месторождениях, определяются только опробованием. Особенностью строения приконтактных зон рудных перидотитов является широкое развитие более позднего, наложенного медного оруденения в виде серии метасоматических халькопиритовых прожилков, параллельных контактам рудного тела. В этом отношении Аллареченское месторождение имеет полное сходство с печенгскими месторождениями Каула, Каммикиви и др.

Сульфидные медно-никелевые руды Аллареченского района разделяются на четыре типа: 1) сингенетические вкрапленные руды в перидотитах, 2) брекчиевидные руды, 3) сплошные сульфидные руды и 4) вкрапленные руды в гнейсах и амфиболитах.

Вкрапленные руды в перидотитах являются наиболее распространенными — они составляют 80 % всех запасов руд.

Среди многообразия форм сульфидной вкрапленности наибольшее распространение имеют:

а) Ксеноморфные выделения сульфидов сложной формы и различных размеров в промежутках между идиоморфными зернами частично серпентинизированного оливина и пироксена. Этот тип минеральных сростаний характерен для сингенетических руд с типичной сидеронитовой структурой.

б) Каплеобразные выделения сульфидов в первично-магматических силикатах — пироксене и оливине.

в) Тончайшие просечки и вкрапленность сульфидов по трещинам в измененном оливине, пироксене, амфиболе и других силикатах.

г) Выделения сульфидов в тесных сростаниях с актинолитом и хлоритом в промежутках между псевдоморфозами вторичных силикатов по оливиону и пироксену. Подобная вкрапленность преобладает в приконтактовых биотит-амфиболовых и хлорит-талковых породах. Она имеет большое сходство с сульфидной вкрапленностью в гидротермально измененных ультраосновных породах Печенги.

д) Линзообразные и резко удлиненные агрегаты сульфидов в расланцованных измененных перидотитах, возникшие в результате перекристаллизации первичных сульфидных руд под воздействием ориентированного давления.

В богатых вкрапленных рудах широко развита прожилковая форма сульфидного оруденения, представленная наложенными метасоматическими прожилками халькопирита и трещинными сульфидными жилами.

Типичные брекчиевидные руды широко развиты на месторождении Восток, а на Аллареченском встречаются редко. Но вдоль западного фланга Аллареченского месторождения среди сплошных руд часто наблюдаются округленные глыбы измененных и оруденелых ультраосновных пород, так что в целом данные руды представляют собой гигантскую рудную брекчию.

Сплошные сульфидные руды составляют порядка 20% от общих запасов руд. Для них характерно крупнозернистое строение и очень высокое содержание никеля, достигающее местами 15—17%.

Нередко отмечается полосчатая текстура сплошных сульфидных руд, обусловленная появлением прожилков и линзочек более позднего пирита, образовавшегося метасоматическим путем по пирротину и пентландиту. Вблизи контактов жил сплошные руды зачастую раздроблены и деформированы послерудными подвижками.

Вкрапленное оруденение в гнейсах и амфиболитах не имеет самостоятельного значения. Сульфиды, главным образом халькопирит и борнит в сопровождении граната, биотита и амфибола, не выходят за пределы 1.5—2-х метровой зоны экзоконтакта рудного массива.

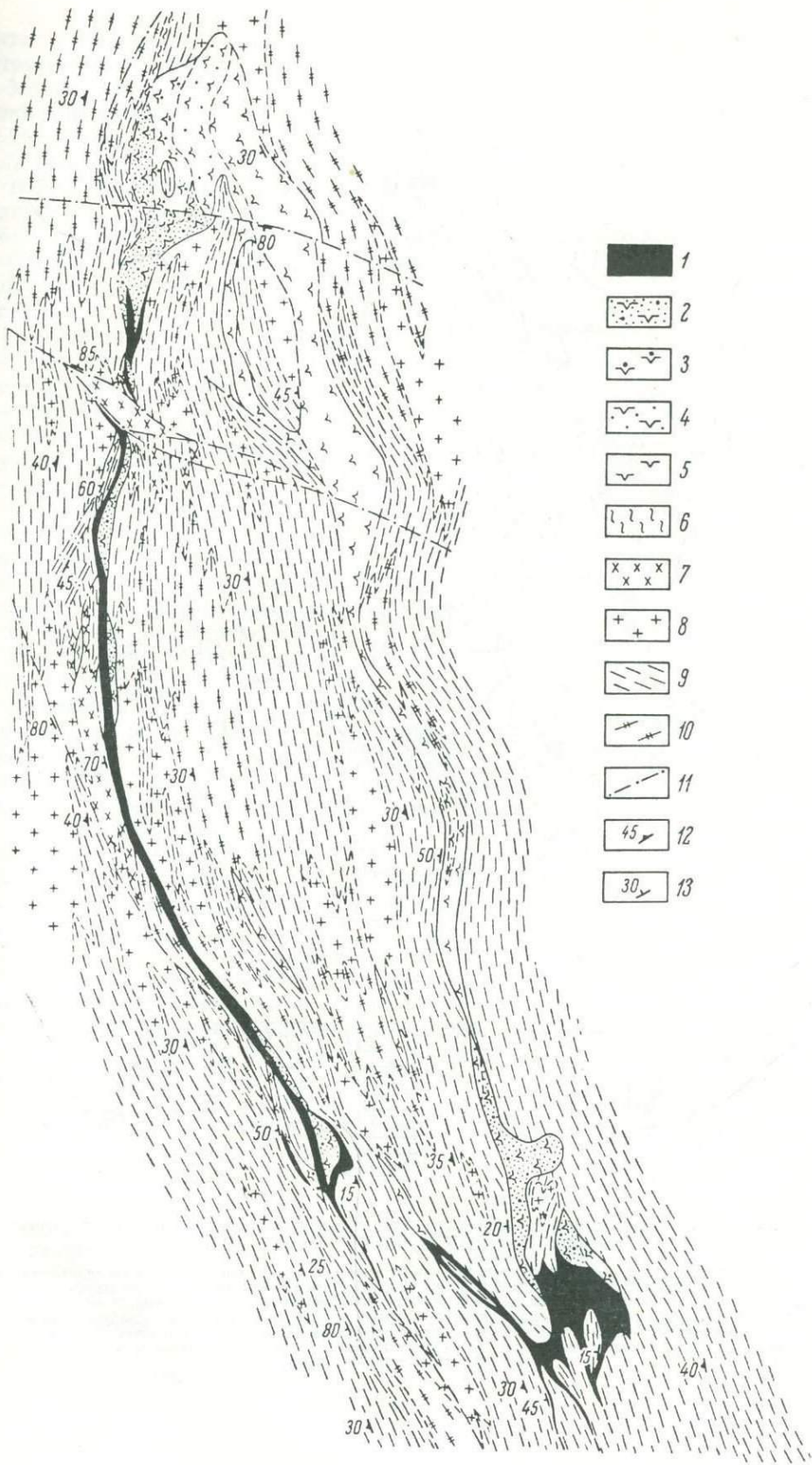
## МОНЧЕГОРСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ














Мончегорские месторождения находятся в пределах пластообразного дифференцированного интрузива основных и ультраосновных пород, площадью 50 км<sup>2</sup>, залегающего между вулканогенно-осадочными породами свиты имандра-варзуга и подстилающими их архейскими гнейсами (рис. 5). Никеленосный интрузив в плане имеет форму широкой подковы и разделяется на три части: западную — массив гор Ниттис-Кумужья-Травяная, центральную — массив горы Сонча и восточную — массив Нюд-Поаз.

Западная и центральная части интрузива сложены перидотитами внизу и пироксенитами (бронзититами) сверху. Среди пироксенитов выделяется несколько слоев перидотитов и оливиновых пироксенитов, несущих вкрапленность сульфидов. Самые глубокие придонные слои представлены оруденелыми полевошпатовыми перидотитами, а вблизи кон-

Рис. 4. Геологический план горизонта 120 м Аллареченского месторождения.

1 — сплошные сульфидные руды; 2 — интенсивно оруденелые метаперидотиты; 3 — оруденелые метаперидотиты; 4 — метаперидотиты с редкой вкрапленностью сульфидов; 5 — метаперидотиты; 6 — слюдиты; 7 — плагио-микроклиновые гранито-гнейсы; 8 — плагиоклазовые гранито-гнейсы; 9 — биотитовые гнейсы; 10 — полевошпатовые амфиболиты; 11 — тектонические нарушения; 12 — положение гнейсовидности пород; 13 — элементы залегания рудного тела.



- 1 
- 2 
- 3 
- 4 
- 5 
- 6 
- 7 
- 8 
- 9 
- 10 
- 11 
- 12 
- 13 

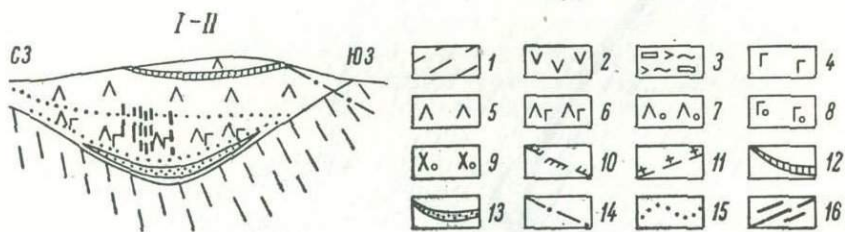
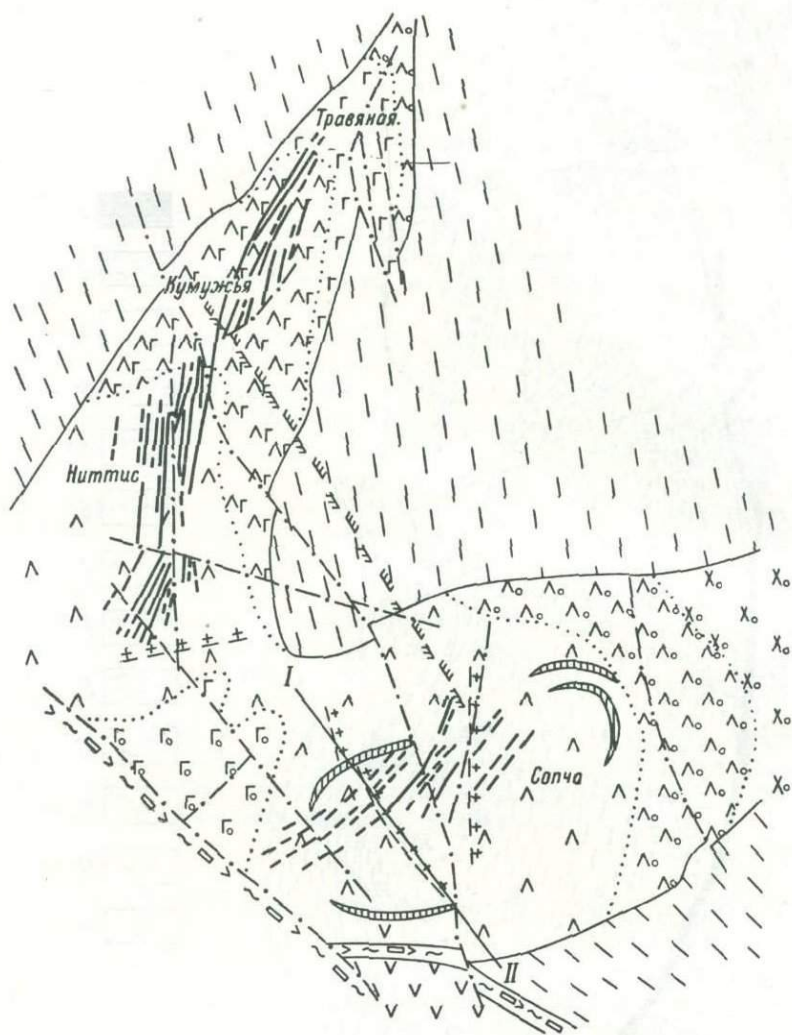


Рис. 5. Схематическая геолого-структурная карта Мончегорского плутона (маассивы Ниттис-Кумужья-Травяная и Сопча).

1 — гнейсы архея; 2 — метагаббро и метагаббро-нориты; 3 — зона чередования основных и ультраосновных пород с метагабброидами Главного хребта Мончи; 4 — перидотиты; 5 — пироксениты; 6 — породы зоны перемежаемости пироксенитов и перидотитов; 7 — полевоплатовые пироксениты; 8 — оливиниты; 9 — меланократовые нориты; 10 — дайна кварцевого порфира; 11 — дайки диабазы; 12 — пласт вмрапленных руд «330» г. Сопчи; 13 — придонная залежь вмрапленных руд; 14 — тектонические нарушения; 15 — границы пород плутона; 16 — рудные жилы.

такта с гнейсами — норитами и габбро-норитами. Восточная часть интрузива сложена преимущественно норитами.

Мончегорский интрузив и рудные месторождения детально разведаны и описаны в работах В. К. Котульского, Н. А. Елисеева, Е. К. Козлова, П. В. Лялина, Г. В. Холмова, В. С. Докучаевой, С. М. Рутштейна, В. А. Масленикова и др.

В рудном поле выделяется два морфогенетических типа сульфидного медно-никелевого оруденения: 1) пластообразные залежи сингенетических вкрапленных руд и 2) жилы сплошных эпигенетических руд.

Среди месторождений вкрапленных руд детально изучены Донная залежь, рудный пласт Сопчи, месторождение вкрапленных руд массива Нюд.

Донная залежь массива Ниттис-Кумужья-Травяная приурочена к горизонту существенно полевошпатовых пород основного состава. В поперечном сечении она имеет серповидную форму в соответствии с формой дна интрузива (рис. 5). Мощность ее постепенно увеличивается к осевой части, где достигает 20—30 м. Оруденение отделено от контакта интрузива горизонтом безрудных кварцевых габбро-норитов мощностью 5—10 м.

Рудный пласт Сопчи, или «пласт 330», пространственно приурочен к слою оруденелых перидотитов, выходящему на поверхность на отметке 330 м. Мощность оруденелых пород 2—4 м. Петрографический состав залежи неоднороден: нижняя ее часть сложена оливинитами, выше залегают перидотиты, переходящие в эруптивную брекчию из оливинита и пегматоидного пироксенита.

Месторождение вкрапленных руд на горе Нюд приурочено к так называемому критическому горизонту, располагающемуся в зоне перехода от оливиновых норитов к нормальным норитам. Помимо вкрапленности отмечаются гнезда и прожилки сульфидов. Приуроченность отдельных участков сульфидных гнезд к системам тектонических трещин и присутствие жильного оруденения указывают на значительную роль тектоники в процессе формирования месторождений г. Нюд.

Месторождение сплошных сульфидных руд Ниттис-Кумужья-Травяная приурочено к крутопадающим продольным трещинам в осевой части западной ветви массива. Разведано и полностью отработано 50 отдельных параллельно расположенных жил, протягивающихся на расстояние свыше 3,5 км.

Мощность жил от 5 до 50 см, в раздувах увеличивается до 1—3 м: установлено закономерное уменьшение мощности жил с глубиной и полное их выклинивание в интервале 500—600 м выше подошвы интрузива. Ни одна из сульфидных жил не доходит даже до донной залежи вкрапленных руд. Протяженность жил по простиранию 100—1400 м, по падению — до 450 м. В южной части рудного поля жилы не выходили на дневную поверхность.

Помимо крутопадающих продольных жил встречались также горизонтальные и очень короткие поперечные рудные перемычки, соединяющие основные жилы.

Форма рудных жил плитообразная. П. В. Лялин (1956), детально изучивший рудные жилы в процессе отработки месторождения, отмечает следующие их типичные морфологические изменения: уступообразное изменение мощности, раздувы при переходе из одной трещины в другую, соединение и раздвоение, ответвления в форме тонких апофиз. При пересечении даек сульфидные жилы часто расширяются или разветвляются на сеть тонких секущих прожилков. В местах раздувов диабазов даются ксенолиты диабазов, что свидетельствует об образовании жил после внедрения дайкового комплекса.



Контакты сульфидных жил с вмещающими породами резкие. Около-рудные гидротермальные изменения боковых пород незначительные и выражаются в образовании амфибола (антофиллита), а также тонкой сети жилок тальк-брейнеритового состава. Среди сульфидов нередко встречаются почти неизменные крупные кристаллы плагиоклаза и пироксена. В южной части рудного поля на глубине установлены даже постепенные переходы сульфидных руд в грубокристаллические габбро-пегматиты, сменяющиеся затем габбро-норитами.

В последние годы в Мончегорском районе обнаружено богатое медно-никелевое оруденение (участок Приозерный), связанное с мелкими линзовидными телами сильно измененных (амфиболитизированных) ультраосновных пород, залегающих среди гнейсов и амфиболитов на значительном расстоянии к северу от плутона. По характеру оруденения и степени метаморфизма ультраосновных пород это рудопроявление очень близко месторождениям и рудопроявлениям Аллареченского района.

### ИМАНДРА-ВАРЗУГСКИЙ РАЙОН

Этот район занимает всю юго-восточную часть Печенгско-Варзугской структурно-фациальной зоны, сложенной осадочно-вулканогенными образованиями свиты имандра-варзуга, общей мощностью свыше 4 км.

Сульфидная медно-никелевая минерализация связана с крупными слабо дифференцированными интрузивами габбро-норитов, расположенными на границе Имандра-Варзугского синклинория с архейским фундаментом. Наибольший интерес представляют массивы Федоровых и Панских тундр.

Массив Федоровых тундр вытянут в юго-восточном направлении на 8.5 км при ширине от 2 до 5 км, круто падает на юго-запад. Верхние горизонты интрузива сложены крупнозернистыми лейкократовыми габбро, нижние — мелкозернистыми габбро-норитами и норитами, к которым и приурочено вкрапленное сульфидное медно-никелевое оруденение. Мощность оруденелых пород непостоянная, содержание никеля находится в пределах 0.2—0.4%; лишь одной скважиной пересечен шпир богатой руды с содержанием никеля 0.5—1.0%, меди 1.4—2.3%.

Массив Панских тундр расположен на юго-восточном продолжении массива Федоровых тундр. Длина его около 50 км, ширина 6—8 км, падение крутое к югу. Сложен в основном габбро-норитами, среди которых выделяются вытянутые по простиранию тела лейкократовых габбро и анортозитов. Сульфидное медно-никелевое оруденение отмечено в виде прерывистого горизонта неравномерной мелкой вкрапленности вблизи северного контакта массива среди полосчатых разностей оливинового габбро-норита. Содержание никеля в отдельных пробах достигает 0.5%.

Оба массива до настоящего времени изучены недостаточно. Кроме них в свите имандра-варзуга и прилегающих к ней участках известно большое количество мелких интрузивов основных и ультраосновных пород, часть которых также содержит сульфидно-никелевое оруденение.

В Цагинском массиве габбро-лабрадоритов, расположенном к северу от Федоровых тундр, в титаномagnetитовых рудах отмечаются сульфиды меди и никеля (Кавардин, 1960; Юдин, 1960), однако содержание их низкое (никеля менее 0.2%).

## ЛОВНООЗЕРСКИЙ РАЙОН

Ловноозерский никеленосный район расположен в 80—90 км к югу от Печенгского рудного поля в пределах гранулитовой формации верхнего архея.

Сульфидное медно-никелевое оруденение генетически связано с мелкими интрузивами норитов и габбро-норитов, залегающими среди гранулитов и гиперстеновых гнейсо-диоритов в виде цепочек, вытянутых в северо-восточном направлении согласно с расчлененностью пород.

Интрузивы имеют форму удлиненных линз или сплюснутых сигар размером от 100 до 800 м, падающих на северо-запад под углом 30—50°. В плоскости падения все тела имеют северо-восточное склонение под углом 40—60° к горизонту, совпадающее с общей метаморфической линейностью вмещающих пород. Нередко норитовые тела разбиваются на блоки жилами плагиопегматитов, гиперстеновых диоритов и жилами плагиоклаз-микроклинового состава.

Е. К. Козлов, детально изучавший геологию Ловноозерского рудного района, отмечает наличие сульфидно-никелевого оруденения почти во всех норитовых телах, однако промышленные руды установлены только в нескольких интрузивах.

В составе рудных тел преобладают вкрапленные руды в норитах. Наиболее богатая вкрапленность сульфидов приурочена к меланократовым разностям, в лейкократовых норитах чаще встречается мелкогнездовая вкрапленность. Незначительное распространение имеют жилы сплошных сульфидных и брекчиевидных руд, в которых обломки представлены норитами, зернами кварца, плагиоклаза и гиперстена.

Наряду с оруденелыми норитами сульфиды в виде вкрапленности и прожилков отмечаются также в секущих жилах плагиопегматитов и гиперстеновых диоритов. При этом в пегматитах всегда видны ксенолиты биотитизированных норитов. Количество сульфидов в оруденелых пегматитах варьирует в широких пределах — вплоть до постепенного перехода в сплошные сульфидные жилы.

В нескольких случаях отмечены продолжения сульфидных жил за пределы тел норитов в гранулитах и диоритах. В этом случае в руде резко снижается содержание никеля.

До настоящего времени остается дискуссионным вопрос о возрастных взаимоотношениях норитов и диоритов. Д. В. Полферов относит рудоносные нориты к более молодым трещинным интрузивам, а руды к типично магматическим, тогда как Е. К. Козлов (1960) считает нориты более древними, чем гиперстеновые гнейсодиориты, метаморфизованными в условиях гранулитовой фации, а сульфидные руды — метаморфическими, переотложенными.

## ПРОЧИЕ РАЙОНЫ

В Южно-Сальютундровской зоне оруденение сосредоточено в мелких телах норитов линзо- и пластообразной формы, залегающих примерно согласно с вмещающими гиперстеновыми диорито-гнейсами и гранулитами (Виноградов, Быков, 1970). Мощность норитовых тел изменяется от 0.5—1.0 до 10—15 м, длина по простиранию от нескольких десятков метров до 600—800 м. Сульфидное оруденение распределено в них неравномерно: наряду с безрудными встречаются нориты с густой вкрапленностью и прожилками сульфидов.

Массив Застейд-II (Сахаров, 1960) залегает несогласно среди древних гнейсов и диорито-гнейсов и состоит из двух разновозрастных интрузивов — восточного (раннего) и северо-западного (более позднего). Мас-

сив отчетливо дифференцирован, ультраосновные породы представлены в нем четырьмя комплексами. Сульфидное оруденение наблюдается только во втором из них — в пачке переслаивающихся пироксенитов, плагиопироксенитов и габбро, а также в экзоконтактовой зоне у юго-восточного края массива. Содержание никеля и меди максимальное в экзоконтактовой зоне, но и здесь оно непромышленное (менее 0.2%). Придонная часть массива не исследована.

В Колвицких тундрах (Лимберис и др., 1970) сульфидное медно-никелевое оруденение представлено двумя типами. В одних ультраосновных массивах оно ассоциирует с богатыми титаномагнетитовыми рудами и образует мелкую вкрапленность и прожилки, а в других — самостоятельную вкрапленность, приуроченную к определенным горизонтам или пластам. Содержание никеля в обоих типах оруденения весьма низкое (до 0.2%), а содержание меди во втором иногда достигает 1.0—1.2%.

## Глава 2

### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

#### ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУД

На всех промышленных месторождениях и рудопроявлениях сульфидное оруденение представлено двумя генетическими типами: сингенетическим и эпигенетическим. Образование сингенетического оруденения тесно связано с процессом становления массивов основных-ультраосновных пород, но происходит на заключительной стадии этого процесса, отчетливо позднее кристаллизации главных породообразующих силикатов.

Эпигенетическое оруденение является наложенным по отношению к сингенетическому: оно возникает после окончательного становления никеленосных массивов под влиянием тех или иных геологических процессов (нового проявления магматической деятельности, метаморфизма и т. д.).

Соотношение генетических типов оруденения на многих месторождениях является предметом оживленных дискуссий, так как по внешним морфологическим признакам оба типа нередко близки друг другу. Это особенно относится к вкрапленным рудам в основных-ультраосновных породах, которые в большей части месторождений заключают в себе основные запасы главных полезных компонентов. И если у большинства исследователей нет расхождений во мнениях относительно принадлежности к эпигенетическому типу оруденения в экзоконтактных и вмещающих породах, а также сплошных сульфидных руд в тектонических зонах, то относительно вкрапленного оруденения в основных-ультраосновных породах почти для каждого месторождения существуют различные представления.

Такое положение обусловлено главным образом двумя взаимосвязанными причинами: 1) значительным макроскопическим сходством текстурно-структурных узоров в породах с различными типами оруденения; 2) недостаточной разработанностью четких критериев принадлежности оруденения к тому или иному генетическому типу. Во многих случаях неопределенность усугубляется пространственным совмещением оруденения обоих типов, что особенно характерно для метаморфизованных месторождений, связанных с синорогенными массивами.

Изучение медно-никелевых месторождений Печенгского, Аллареченского и Мончегорского районов показывает, что при детальном исследовании все же могут быть установлены достаточно надежные признаки различия сингенетического и эпигенетического типов оруденения (Козлов, 1957; Елисеев, 1961; Маслеников, Уткин, 1961; Яковлев, Яковлева, 1967; Горбунов, 1968; Яковлев, 1970, и др.).

Сингенетическое вкрапленное оруденение тяготеет к придонным частям массивов, располагаясь на некотором удалении от подошвы, в виде одного или нескольких «висячих» горизонтов с повышенным содержанием сульфидов. Реже эти горизонты находятся в средней части массивов («критический горизонт» Ньюда). От окружающих пород эти горизонты отличаются не только более высокой концентрацией сульфидов, но также несколько иным соотношением породообразующих силикатов, размерами их зерен, наличием ксенолитов и т. п. Гнездовые и шпировые обособления обычно приурочены к участкам наиболее крупнозернистых и неравномернозернистых материнских пород. Все формы сингенетического оруденения обнаруживают зависимость от первичных геолого-структурных элементов: формы дна массивов, степени дифференциации, наличия слоев течения, прототектоники — и не зависят от наложенных структур. Во всех разновидностях эпигенетического оруденения, наоборот, отчетливо прослеживается зависимость от наложенных структурных элементов — трещин, тектонических зон смятия и дробления, складчатости. Сплошные руды локализуются в разрывных нарушениях, сопровождающая их сульфидная вкрапленность всегда располагается в сильно измененных и часто рассланцованных породах. Оруденение наблюдается только в непосредственной близости от тектонических зон и в общем случае пропорционально интенсивности оруденения в последних.

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ

Сингенетическое оруденение представлено несколькими морфологическими разновидностями: сидеронитовой вкрапленностью, каплевидными и эмульсионными включениями в первичных силикатах, гнездовыми обособлениями, шпирами и небольшими жилами сплошных руд в материнских породах. Основная часть сульфидов заключена в сидеронитовой вкрапленности, меньшую роль играют гнездовые и шпировые обособления, а остальные разновидности имеют резко подчиненное значение.

Морфологические разновидности эпигенетического оруденения также достаточно разнообразны: это метасоматическая вкрапленность, «сышь», сульфидно-силикатные сростки, псевдоморфозы сульфидов по силикатам в измененных ультраосновных и основных породах; скопления сплошных сульфидных руд (жилы, линзы, неправильные залежи) в тектонических зонах смятия, трещинах отслоения и разрыва как среди материнских, так и среди вмещающих пород; прожилки, вкрапленность сульфидов в экзоконтактовых и вмещающих породах. Ведущую роль играют метасоматическая вкрапленность и скопления сульфидов в тектонических зонах, а остальные имеют подчиненное значение.

Поэтому важнейшее значение имеют признаки различия сидеронитовой и метасоматической вкрапленности в оруденелых основных и ультраосновных породах. В табл. 1 дается сравнительная характеристика этих морфологических видов вкрапленности.

Следует отметить также различие между «эмульсионной» вкрапленностью и «сышью», которые обладают примерно одинаковыми размерами выделений (0.001—0.05 мм, редко до 0.1 мм). Для эмульсионной вкрапленности характерна округлая (овальная, шаро- и грушевидная) форма, приуроченность к зернам первичных силикатов, часто одинаковая ориентировка соседних включений и преимущественно биминеральный (халькопирит-пирротинный или пентландит-пирротинный) состав, хотя встречаются мономинеральные и комплексные (халькопирит-пентландит-пирротинные) выделения. В «сыши» сульфидные включения обладают

Основные признаки сидеронитовой и метасоматической вкрапленности сульфидов в основных и ультраосновных породах

Основные признаки	Вкрапленность	
	сидеронитовая	метасоматическая
Геологическое положение	Приурочена к слабо измененным породам, сохранившим первичную структуру и не подвергшимся тектоническим воздействиям	Приурочена к сильно измененным породам, нередко полностью серпентинизированным, амфиболитизированным, оталькованным и рассланцованным
Окружающие минералы	Вкрапленники располагаются в промежутках между зернами серпентинизированного оливина и пироксена	Вкрапленники располагаются в промежутках между зернами амфибола, биотита и других вторичных силикатов и в сростаниях с ними
Включения	Реликты оливина, реже пироксена	Амфибол, биотит, хлорит, серпентин
Особенности формы	Отчетливая зависимость формы вкрапленников от состава породы	Примерно одинаковая форма вкрапленников во всех породах
Характер границ	Четкость и сравнительная плавность границ вкрапленников — слабое замещение оливина и пироксена	Зазубренность контуров вкрапленников, проникание сульфидов по плоскостям спайности вторичных силикатов, наличие нитевидных прожилков и «усов»
Минеральный состав	Пирротин, троилит, пентландит, макинавит, халькопирит, кубанит, титаномagnetит, шпинель и др.	Пирротин, пентландит, халькопирит, пирит, виоларит, теллуриды, сульфовисмутиды, золото самородное, галенит, молибденит и др.
Структурные особенности	Обилие структур распада твердых растворов — макинавита в пентландите, кубанита в халькопирите и пентландите и др.	Структуры распада твердых растворов почти не наблюдаются (за исключением пластинчатых вростков пентландита в пирротине)
Замещение сульфидов	Все сульфиды замещаются магнетитом. Вкрапленники окружены каемкой талька, реже серпентина; вторичные силикаты частично замещают сульфиды	Сульфиды магнетитом не замещаются. Каемки талька нет, зато сами вкрапленники часто представляют собой сульфидно-силикатные сростки (с хлоритом, амфиболом и др.) или псевдоморфозы по силикатам

угловатой, хлопьевидной формой, они приурочены к обособлениям вторичных силикатов (серпентинов, амфиболов, слюд), в которых распределены беспорядочно, сложены часто одним халькопиритом, но нередко содержат неправильные включения других сульфидов.

При наложении поздних метасоматических процессов, что характерно для месторождений, связанных с синорогенными массивами, сидеронитовая вкрапленность изменяется и теряет свои специфические черты, в конце концов превращаясь в интерстициальную и метасоматическую.

В начальную стадию изменения образующиеся вторичные силикаты вдаются во вкрапленники своими окончаниями, придавая им неправильную, зазубренную форму. На границе их с сульфидами часто возникает каемка тонкозернистого магнетита, замещающего сульфиды. В дальнейшем, при более интенсивном изменении, вторичные силикаты пронизывают вкрапленники насквозь, разбивая их на изолированные включения, обычно лишённые магнетита, который концентрируется в самостоятельные обособления. Интенсивный метаморфизм (амфиболитизация, биотитизация, серпентинизация, хлоритизация и др.) и рассланцевание основных и ультраосновных пород сопровождаются перекристаллизацией и перераспределением сульфидов бывшей сидеронитовой вкрапленности. Г. И. Горбуновым (1968) в печенгских рудах описаны примеры перемещения сульфидов в процессе метаморфизма из самостоятельных сидеронитовых вкрапленников в псевдоморфозы по оливину с образованием так называемых негативных структур. Поскольку зоны рассланцевания и полного изменения, как правило, не охватывают интрузивные тела целиком, в породах с богатым эпигенетическим оруденением почти всегда можно обнаружить реликты сингенетического оруденения.

Эмульсионная вкрапленность сохраняется значительно дольше даже в сильно измененных породах, но при рассланцевании и она изменяется, превращаясь в «сыпь» или исчезая совсем.

Своеобразной формой развития сульфидов, свойственной только эпигенетическим вкрапленным рудам, являются их сложные сростания с вторичными силикатами: серпентинами, хлоритами, амфиболитами, слюдами. В рудах месторождений Печенгского и Аллареченского районов эти агрегаты представлены следующими разновидностями (Горбунов, 1968; Яковлев, 1970): субграфическими и мирмецитоподобными сростаниями с хлоритами, серпентинами, амфиболами и, реже, слюдами; псевдоморфозами по оливину петельчатой или скорлуповато-концентрической микротекстуры; войлокоподобными прорастаниями с серпентинами и хлоритами, которые образуют неправильные скопления и тонкие прожилки, а также нередко выполняют промежутки между сильно измененными зёрнами первичных силикатов или окружают псевдоморфозы сульфидов по оливину.

## МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД

Минеральный состав сингенетических и эпигенетических руд в качественном отношении весьма сходен, хотя для тех и других отмечаются свои типоморфные минералы (табл. 1). Детальными минералогическими исследованиями устанавливаются также многочисленные различия в физических свойствах, составе и структуре, парагенетических особенностях отдельных минералов, в первую очередь, главных (пирротина, пентландита, халькопирита, магнетита и др.).

Например, в медно-никелевых рудах Аллареченского района насчитывается около 60 минералов, из которых более половины составляют рудные, главным образом сульфиды и окислы (Яковлев, Яковлева, 1967; Яковлев, 1970). Основные черты различия сингенетических и эпигенетических руд приведены в табл. 2.

Из приведенных в табл. 2 данных следует, что сингенетические и эпигенетические руды различаются уже по ряду общих признаков: главные рудные минералы в них представлены различными генерациями, резко различен состав силикатной части и др. Для сингенетических руд показательна простота минерального состава: рудные минералы здесь — в основном сульфиды и окислы ранних генераций, нерудные — преимущественно первичные силикаты. Для многих главных и второстепенных

**Минеральный состав сингенетических и эпигенетических руд  
Аллареченского района**

Группы минералов	Сингенетические руды		Эпигенетические руды	
	рудные минералы	нерудные минералы	рудные минералы	нерудные минералы
Главные	Пирротин-1, пентландит-1, халькопирит-1, титаномагнетит (магнетит-1)	Пироксен ромбический, оливин	Пирротин-2,3, пентландит-2,3, халькопирит-2, пирит-1,2	Актинолит, куммингтонит, биотит, флогопит, полевые шпаты, кварц, гранат, роговая обманка
Второстепенные	Троилит, макинавит, кубанит, шпинель, ильменит-1, магнетит-2	Серпентин, тальк, актинолит	Борнит, миллерит, марказит, магнетит-3, виоларит	Реликты ромбического пироксена и оливина, хлориты, карбонаты, флогопит, моноклинный пироксен
Примеси	Валлерит, хромит, рутил, графит	Апатит, карбонаты, хлорит, флогопит	Ильменит-2, арсенопирит, сфалерит, галенит, молибденит, теллуриды, сульфовисмутиды никеля и меди, золото самородное и др.	Сфен, рутил, эпидот, ильваит, турмалин и др.

рудных минералов характерны структуры распада твердых растворов. Среди рудных минералов типоморфными являются троилит, макинавит, титаномагнетит, шпинель. Сравнительно меньше развиты вторичные нерудные минералы.

Эпигенетические руды отличаются более разнообразным составом, главным образом за счет второстепенных минералов и минералов-примесей. Среди них отмечаются арсенопирит, молибденит, галенит, сфалерит и др. Постоянно присутствует виоларит и часто — борнит и миллерит. Главные рудные минералы представлены более поздними генерациями сульфидов, а нерудные — амфиболами, слюдами, минералами вмещающих и экзоконтактовых пород.

Помимо общих признаков различия минерального состава сингенетических и эпигенетических руд, существуют и более тонкие, свойственные отдельным минералам и их генерациям. Так, пирротин в сингенетических рудах представлен первой генерацией, имеет мелкозернистое строение, иногда сдвойникован (двойники простые), содержат пластинчатые вроски пентландита, реликты пироксена и оливина, слабо магнитен, обладает отчетливым коричневатым (иногда оливковым) оттенком, двуотражение и анизотропия сравнительно слабые.

В некоторых ультраосновных массивах ведущим сульфидом является троилит. От пирротина он отличается более светлым оттенком, отчетливой отдельностью и наличием тонких просечек магнетита вдоль ее плоскостей. В процессе метаморфизма пирротин-1 и троилит интенсивно замещаются магнетитом-2 и нерудными минералами, реже — марказитом, мельниковитом и др.

Пирротин эпигенетических руд принадлежит ко второй генерации; он крупнозернистый, почти всегда сдвойникован, двойники часто сложные. Пластинчатые вроски пентландита встречаются в них чаще, неруд-

ные включения представлены амфиболами, биотитом, иногда кварцем, плагиоклазом, гранатом. Сильно магнитен, двуотражение и анизотропия отчетливые. Пирротин-2 замещается халькопиритом, пиритом, а также сложными марказит-мельниковитовыми агрегатами.

Пирротин-1 обладает меньшей твердостью ( $256.4-292.6$  кГ/мм<sup>2</sup>), чем пирротин-2 ( $276.9-382.5$  кГ/мм<sup>2</sup>), а по величине отражательной способности и ее дисперсии отдельные генерации и разновидности пирротина существенно не отличаются. Рентгеноструктурные исследования показывают, что пирротин-1 представлен гексагональной модификацией, а пирротин-2 главным образом моноклинной; в ряде случаев пирротин эпигенетических руд состоит из смеси гексагональной и моноклинной фаз, а в оруденелых экзоконтактовых породах сложен одной гексагональной фазой.

Пентландит-1 сингенетических руд образует изометрические и неправильные включения в сидеронитовой вкрапленности, гнездах, шпихах и жилах сплошных сульфидов; таблитчатые и округлые выделения в эмульсионных и каплевидных обособлениях, а также пластинчатые образования в халькопирите, последние ассоциируют с кубанитом и являются продуктами распада сложных твердых растворов. Пентландит-1 почти постоянно содержит примесь макинавита (от 10—20 до 50—70 объемных %), который образует в нем жгуты- и дендритовидные, неправильно-полосчатые и решетчатые выделения, часть из них относится к продуктам распада твердых растворов.

Пентландит-2 эпигенетических руд представлен крупнозернистыми порфиroidными выделениями и их агрегатами, каемками шестоватых индивидов около нерудных включений в сплошных рудах, среднезернистыми выделениями в метасоматической вкрапленности. В центральных частях крупных порфиroidных вкрапленников и их агрегатов встречаются идиоморфные кристаллы магнетита-3. При вторичных изменениях пентландит-1 замещается магнетитом-2 (нередко сильнее, чем пирротин-1), а пентландит-2 — главным образом виоларитом и пиритом.

Помимо пентландита-1 и 2 в сингенетических и эпигенетических рудах развит пентландит-3: мелкие пластинчатые и пламенивидные вроски в пирротине, тяготеющие к границам отдельных зерен и двойниковых субиндивидов пирротина или к трещинкам и прожилкам нерудных минералов в нем.

Диапазон изменения твердости пентландита-2 более широкий, а в целом он несколько тверже ( $199.5-301.7$  кГ/мм<sup>2</sup>), чем пентландит-1 ( $199.2-246.8$  кГ/мм<sup>2</sup>). Отражательная способность пентландита-2 также выше, чем пентландита-1, а параметр элементарной ячейки значительно меньше  $10.019-10.069$  Å, чем пентландита-1 ( $10.078-10.117$  Å); в целом устанавливается закономерное уменьшение размера элементарной ячейки в направлении от пентландита-1 сидеронитовой вкрапленности до пентландита-2 оруденелых боковых пород на величину  $0.098$  Å.

Халькопирит-1 образует: неправильные и овальные выделения в сидеронитовой вкрапленности, которые иногда содержат пластинчатые вроски пентландита-1 и кубанита; жгутовидные обособления в макинавит-пентландитовых агрегатах, таблитчатые и серповидные — в эмульсионной и каплевидной вкрапленности. Имеет соломенно-желтый цвет со слабым зеленоватым оттенком, анизотропия и двуотражение большей частью не заметны, двойники редки.

Халькопирит-2 эпигенетических руд развивается в виде крупнозернистых масс в сплошных рудах, неправильных выделений с острозазубренными контурами в метасоматической вкрапленности, субграфических сростаний с вторичными силикатами. Отличается густым зеленовато-

желтым цветом, всегда отчетливо анизотропен, часто ( и нередко сложно) сдвойникован.

В процессе метаморфизма халькопирит-1 замещается магнетитом-2 и поздними силикатами, а халькопирит-2 — главным образом пиритом, иногда халькозином и ковеллином. Твердость халькопирита-1 изменяется в узких пределах (221.0—235.2 кГ/мм<sup>2</sup>), а халькопирита-2 в более широких (192.9—242.6 кГ/мм<sup>2</sup>), причем наиболее мягким оказывается халькопирит-2 из оруденелых экзоконтактовых пород. Отражательная способность халькопирита-2 выше, чем халькопирита-1.

Магнетит в сингенетических рудах представлен двумя генерациями. К первой из них относится титаномагнетит, образующий мелкую вкрапленность округлой или таблитчатой формы среди силикатов и обладающий закономерным или неправильным расположением телец ильменита и шпинели. Магнетит-1 образуется почти одновременно с первичными силикатами, до кристаллизации сульфидов сингенетического оруденения.

Магнетит-2 возникает в процессе автометаморфизма ультраосновных пород и образует мелкую вкрапленность и просечки в прожилках серпентина, каемки около сидеронитовых вкрапленников сульфидов, прожилки и неправильные обособления в них; пластинчатые и клиновидные выделения в хлорите, флогопите.

В эпигенетических рудах (главным образом сплошных) развит магнетит-3 — крупные (до 5—10 мм в поперечнике) идиоморфные вкрапленники или их агрегаты. Часто присутствуют реликты первых генераций магнетита (преимущественно во вкрапленных рудах).

В процессе метаморфизма наиболее сильным изменениям подвергается магнетит-1: он замещается сульфидами, поздними силикатами; кроме того, происходит дальнейшее обособление составляющих его фаз (магнетита, ильменита, шпинели). Магнетит-2 практически не изменяется, а магнетит-3 иногда замещается халькопиритом-2 и пентландитом-2. Магнетит-1 обладает наибольшей твердостью (690—750 кГ/мм<sup>2</sup>), магнетит-2 — средней (около 590 кГ/мм<sup>2</sup>), а магнетит-3 оказывается наиболее «мягким» среди них (500—580 кГ/мм<sup>2</sup>). По величине отражательной способности различные генерации магнетита отличаются незначительно (на 1—2%), но магнетит-1 в отраженном свете имеет коричневатый оттенок, магнетит-2 — голубоватый, а магнетит-3 — нейтрально-серый.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД

Химический состав руд детально освещен в опубликованной литературе. Средний состав руд Аллареченского района показан в табл. 3, где к сингенетическим рудам отнесены сравнительно слабо измененные ультраосновные породы с бедным сульфидным оруденением, а к эпигенетическим — богатые вкрапленные в сильно измененных ультраосновных породах и сплошные руды. Оруденение во вмещающих породах не рассматривается из-за малой роли в общих запасах и своеобразия состава. Среднее содержание металлов в рудах отдельных месторождений дается по результатам опробования (около 1800 проб для никеля и меди и примерно 200 проб для кобальта), а селена и серы — по результатам анализов штучных образцов (около 180 обр.).

Данные, приведенные в табл. 3, показывают, что сингенетические руды обладают более высоким отношением никеля к меди и значительно меньшим отношением никеля к кобальту, чем эпигенетические; отношение селена к сере в них в 3—4 раза ниже, чем в эпигенетических. По отношениям металлов к сере те и другие руды практически не различаются.

Таблица 3

Содержание (в %) и соотношение основных полезных компонентов в сингенетических и эпигенетических рудах Аллареченского района (Яковлев, 1970)

Руды	Ni	Cu	Co	Se	S
Сингенетические	0.14—0.40	0.06—0.22	0.008—0.021	0.0000—0.0008	0.37—2.01
Эпигенетические	0.80—10.82	0.40—4.17	0.024—0.160	0.0070—0.0136	3.25—34.62

Таблица 3 (продолжение)

Руды	Ni : Cu	Ni : Co	Ni : S	Cu : S	Se : S
Сингенетические	2.4—3.5	7.6—21.2	0.18—0.46	0.05—0.20	$(8-14) \cdot 10^{-5}$
Эпигенетические	1.6—2.7	29.3—100.9	0.16—0.35	0.10—0.19	$(22-31) \cdot 10^{-5}$

Для Мончегорских месторождений имеется сравнение количественно-минералогического состава сингенетических (вкрапленных) и эпигенетических (жильных) руд (Козлов, 1957, и др.). Судя по этим данным, прожилково-вкрапленные руды донных залежей массива Ниттис-Кумужья-Травяная отличаются более высоким содержанием меди, а все остальные руды обладают примерно одинаковым химизмом.

## Глава 3

### КЛАССИФИКАЦИЯ РУД

Как известно, классификация руд может быть основана на различных принципах: генетических, морфологических, минералогических или промышленных. Но во всех случаях она должна возможно более полно отражать все многообразие руд, быть последовательной в применении избранных классификационных признаков, обладать достаточной простотой и легкостью применения.

Для сульфидных медно-никелевых месторождений созданию генетической классификации руд препятствует трудность разделения сингенетического и эпигенетического оруденения. Такое разделение лишь с трудом достигается при детальном микроскопическом исследовании. Поэтому при разработке классификации руд используется совокупность различных признаков.

Для печенгских руд в настоящее время общепринятой является морфолого-минералогическая классификация Г. И. Горбунова (1961, 1968), в которой все руды разделены на четыре главных типа: 1) вкрапленные руды в серпентинитах (измененных перидотитах), 2) брекчиевидные руды, 3) сплошные сульфидные руды, 4) прожилково-вкрапленные руды в сланцах. Выделенные четыре главных типа руд одновременно являются и промышленными.

Указанная классификация, несколько расширенная с учетом разнообразия сульфидного оруденения в ультраосновных, экзоконтактовых и вмещающих породах, принята за основу и для руд Аллареченского района. Здесь выделяются три основные группы руд: 1) сплошные руды, объединяющие массивные и брекчиевидные, 2) оруденелые ультраосновные породы, 3) оруденелые породы иного состава. В каждой группе по особенностям текстуры и минерального состава различаются типы и разновидности руд.

Изучению и классификации руд отдельных месторождений Мончегорского плутона посвящены работы В. К. Котульского, Д. Ф. Мурашова, Д. А. Шильникова, Е. К. Козлова, Н. А. Елисеева, И. В. Рипинского, С. М. Рутштейна. Несмотря на то что все сульфидное оруденение плутона локализовано непосредственно в ультраосновных-основных породах, при выделении типов руд и их разновидностей исследователи учитывали такие признаки, как состав вмещающих пород, морфологические особенности выделений сульфидного вещества и роль структурных элементов в его локализации. Общепризнанными здесь являются следующие типы: 1) вкрапленные, 2) прожилково-вкрапленные и 3) жильные.

Таким образом, в своих главных чертах классификации сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова являются сходными — они

Классификация медно-никелевых руд сульфидных месторождений Кольского полуострова

Группы руд		Типы руд		Разновидности		Характерные текстуры		
индекс	название	индекс	название	индекс	название			
А	Оруденелые основные и ультраосновные породы	I	Рассеянно-вкрапленные (рядовые вкрапленные)	1	Халькопирит-пентландитовые	Вкрапленная, пятнистая, гнездовая, пегматоидная, сланцеватая, гнейсовидная, полосчатая		
				2	Пентландит-халькопиритовые			
		II	Густо-вкрапленные (богатые вкрапленные)	1	Халькопирит-пентландитовые		Густо-вкрапленная, пятнистая, гнездовая, пегматоидная, прожилково-вкрапленная, сетчатая, сланцеватая, гнейсовидная, полосчатая	
				2	Пентландит-халькопиритовые			
Б	Руды в тектонических зонах	III	Брекчиевидные	1	Халькопирит-пентландитовые	Брекчиевидная, брекчиевая, полосчатая, пятнистая		
				2	Пентландит-халькопиритовые			
		IV	Сплошные	1	Халькопирит-пентландитовые	Массивная, пятнистая, полосчатая, пестельчатая, гнейсовидная		
				2	Пентландит-халькопиритовые			
				3	Пиритизированные			
				4	Сульфидно-магнетитовые			
		V	Оруденелые экзо-контактные метасоматиты	V	Оруденелые экзо-контактные метасоматиты	1	Халькопирит-пентландитовые	Вкрапленная, пятнистая, прожилково-вкрапленная, сланцеватая, полосчатая, плейчатая
						2	Пентландит-халькопиритовые	
VI	Оруденелые вмещающие породы			1	Пентландит-халькопиритовые			
				2	Халькопирит-миллерит-борнитовые			

учитывают состав оруденелых пород, морфологические особенности оруденения и роль структурных элементов в его локализации. Поэтому мы считаем возможным для всех месторождений Кольского полуострова принять за основу классификацию Г. И. Горбунова, как наиболее отвечающую указанным выше требованиям, лишь несколько уточнив и расширив ее с учетом разнообразия медно-никелевого оруденения и рекомендуемых классификационных единиц: групп, типов и разновидностей руд (Иванов, 1963).

В качестве основных классификационных признаков нами принимаются:

а) Для группы руд — состав оруденелых пород и степень контроля оруденения основными структурными элементами.

б) Для типов руд — общее содержание главных рудных минералов, определяемое визуально (в объемных %) и текстурные особенности.

в) Для разновидностей руд — соотношение главных рудных минералов.

Всего выделяется три группы руд: оруденелые основные и ультраосновные породы, руды в тектонических зонах и оруденелые вмещающие породы. Каждая группа характеризуется своими условиями локализации, которые были рассмотрены выше.

В группе оруденелых основных и ультраосновных пород выделяются два типа: рассеянно-вкрапленные и густо-вкрапленные руды. Содержание сульфидов в первом составляет 5—30%, во втором — 30—60%. Руды в тектонических зонах подразделяются на сплошные и брекчиевидные. Содержание главных рудных минералов в первых составляет до 100%, а во вторых — 50—80%. В рудах третьей группы можно выделить также два типа: оруденелые экзоконтактовые метасоматиты и оруденелые вмещающие породы. Первые развиты главным образом на месторождениях Аллареченского района, вторые распространены значительно шире. Содержание сульфидов и в тех и в других изменяется от 5 до 50%, но чаще не превышает 25—30%.

По соотношению главных рудных минералов в рудах всех типов выделяются 2—4 разновидности. Наиболее важным является соотношение между пентландитом и халькопиритом. Во всех месторождениях отмечаются как существенно никелевые (или «нормальные», халькопирит-пентландитовые), так и существенно медистые, пентландит-халькопиритовые руды. В сплошных рудах иногда заметную роль играют магнетит и пирит, благодаря чему появляются сульфидно-магнетитовые и пиритизированные (или «матовые») разновидности. Во вмещающих породах оруденение всегда существенно медное, но в отдельных месторождениях наряду с халькопиритом широко развиты миллерит и борнит, поэтому выделяются существенно халькопиритовые и халькопирит-миллерит-борнитовые разновидности.

Классификация сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова приведена в табл. 4. При описании руд и их текстурно-структурных особенностей принята следующая индексация отдельных классификационных единиц: группы обозначены заглавными буквами русского алфавита, типы — римскими и разновидности — арабскими цифрами. Например: А-І<sub>1</sub> — халькопирит-пентландитовая разновидность рассеянно-вкрапленных руд и т. д.

Ниже приводится подробная характеристика типов и разновидностей руд.

**Тип I. Рассеянно-вкрапленные руды  
(рядовые вкрапленные)**

В рассеянно-вкрапленных рудах количество сульфидов не превышает 25—30%. Главным рудным минералом обычно является пирротин, в подчиненном количестве присутствуют пентландит и халькопирит. Постоянными минералами являются магнетит, ильменит, титаномагнетит. В перидотитовом пласте вкрапленных руд Сопчи (Мончегорский плутон) одним из типичных рудных минералов является хромит. В качестве примесей на всех месторождениях отмечаются макинавит, виоларит, кубанит и борнит.

Нерудные минералы представлены породообразующими силикатами ультраосновных и основных пород и продуктами их изменения — тальком, хлоритом, амфиболами, биотитом и др.

Равномерно рассеянные вкрапленники сульфидов обычно имеют размеры от тысячных долей миллиметра до 3 мм. При больших размерах вкрапленников распределение их часто становится неравномерным.

В минеральном составе вкрапленников пирротин составляет 40—70%, пентландит 5—20%, халькопирит 1—15%, магнетит 10—15%. Кроме того, встречаются существенно пирротиновые и существенно халькопиритовые разности рассеянно-вкрапленных руд.

Для руд данного типа наиболее характерна вкрапленная текстура с различным распределением сульфидов. При неравномерном распределении вкрапленников возникают пятнистые или гнездовые текстуры. Для руд, подвергшихся рассланцеванию, характерны гнейсовидные и сланцеватые текстуры, где сульфиды образуют вытянутые ориентированные вкрапленники, а также полосчатые, обусловленные чередованием полос с преобладанием халькопирита или пирротина.

Характерной особенностью оруденелых слабо измененных ультраосновных пород является размещение сульфидов преимущественно в промежутках между первичными минералами и псевдоморфозами по ним, обуславливающее сидеронитовую структуру.

На долю рассеянно-вкрапленных руд на месторождениях Аллареченского района приходится от 10 до 40% всех запасов, в месторождениях Печенги — до 70—90%. Рассеянно-вкрапленные руды Мончегорского плутона составляют значительные запасы, но до последнего времени не вовлекались в промышленную переработку, если не считать месторождения Нюд-II.

**Тип II. Густо-вкрапленные руды (богатые вкрапленные)**

Содержание сульфидов в густо-вкрапленных рудах достигает 60—70%. Руды этого типа по содержанию никеля и меди нередко не уступают сплошным и брекчиевидным. Главными рудными минералами являются пирротин, пентландит, халькопирит и магнетит. Кроме них присутствуют ильменит, виоларит, макинавит, сфалерит, галенит, борнит, арсениды никеля. Из нерудных преобладают хлорит и серпентин, местами амфибол и тальк, в подчиненных количествах присутствуют биотит и карбонат. На некоторых месторождениях сохраняются первичные породообразующие силикаты (оливин, пироксен). Густо-вкрапленные руды Мончегорского плутона обычно представляют собой пегматоидную породу ультраосновного-основного состава, интенсивно пропитанную сульфидной вкрапленностью.

Наиболее характерной для руд данного типа является равномерно-вкрапленная текстура, характеризующаяся равномерным распределением сульфидов, а также прожилково-вкрапленная, обусловленная развитием прожилков рудных и жильных минералов в оруденелых ультраосновных породах. Вблизи зон интенсивной трещиноватости и расщепления возникают сетчатые и сланцеватые текстуры. В рудах, где сульфиды подвергались перераспределению, образуются полосчатые текстуры, обусловленные ориентированными полосами с преобладанием халькопирита или пирротина.

Сульфиды образуют эмульсионную и каплевидную вкрапленность в силикатах, выполняют промежутки между силикатами, обуславливая сидеронитовую структуру, в метаморфизованных рудах находятся в войлокоподобных сростках с хлоритом и антигоритом, образуют рудно-силикатные псевдоморфозы по оливину и пироксену, сульфидно-хризотил-асбестовые, сульфидно-карбонатные и чисто сульфидные прожилки и просечки.

В большинстве месторождений густо-вкрапленные руды по распространенности уступают рассеянно-вкрапленным. Лишь на некоторых месторождениях (Жаула, Каммикиви, Аллареченское) они преобладают. Наиболее распространены халькопирит-пентландитовые разновидности, в то время как пентландит-халькопиритовые развиты только местами, вдоль тектонических зон.

## ГРУППА Б. РУДЫ В ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗОНАХ

### Тип III. Брекчиевидные руды

Брекчиевидные руды, состоящие из обломков силикатных пород и сульфидного цемента, являются одним из основных типов для месторождений Печенгского и Аллареченского районов. В Мончегорском районе руды подобного типа отмечены лишь в рудопроявлениях «Морошковое озеро» и уч. Приозерный. Они всюду приурочены к зонам смятия и дробления, проходящим вдоль подошвы массивов и продолжающимся во вмещающие породы.

Количество сульфидов в брекчиевидных рудах колеблется от 20 до 80%. В сульфидном цементе пирротин составляет 55—90%, пентландит 10—20% и халькопирит 5—10%. В некоторых рудных телах в число главных рудообразующих минералов входят магнетит и пирит. Второстепенные рудные минералы: виоларит, макинавит, сфалерит, арсениды и галенит; нерудные представлены хлоритом, биотитом, амфиболом, тальком, карбонатом, кварцем.

Обломки размером от 1—2 мм до 10—20 см представлены боковыми породами. Помимо обломочного материала, в брекчиевидных рудах нередко встречаются агрегаты жильных минералов (кварца, биотита, хлорита, карбонатов, альбита и др.), которые не замещаются сульфидами и являются самыми поздними образованиями.

Сульфидный цемент брекчиевидных руд обычно мелко- и среднезернистый. Зерна пирротина в недеформированных рудах достигают нередко 1—5 мм, а отдельные зерна пентландита 5—7 мм в поперечнике.

Отмечается изменение состава сульфидного цемента и нерудной составляющей в центральных частях и на периферии рудных тел. Так, в Печенгском рудном поле на флангах рудных тел, при выходе тектонических зон в филлиты, сульфидный цемент постепенно становится пирит-пирротинным, увеличивается количество обломков и жильных минералов — вплоть до преобладания их над сульфидами. В Аллареченском

районе на флангах рудных тел развиты брекчиевидные руды, в которых халькопирит составляет 50—70% сульфидной массы, а количество обломков и жильных минералов возрастает до 60—90% общего объема оруденелой зоны.

Текстура руд главным образом брекчиевидная. Обломки пород имеют эллипсоидальную, чечевицеобразную и неправильную форму. Изредка встречаются руды с брекчиевой текстурой, когда сульфиды цементируют угловатые обломки, выведенные из первоначального положения. Иногда образуются гигантские брекчии, в которых крупные глыбы измененных ультраосновных пород сцементированы сульфидами (Аллареченское месторождение). Параллельное расположение сплюснутых обломков обуславливает полосчатую текстуру брекчиевидных руд. Преобладающими структурами мелкозернистой сульфидной массы цемента брекчиевидных руд являются аллотриоморфная и порфириовидная.

Количество брекчиевидных руд в рудных телах колеблется от 2 до 50%.

#### Тип IV. Сплошные руды

Главными минералами сплошных руд месторождений Кольского полуострова являются: пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит, пирит. К числу второстепенных рудных минералов относятся: виоларит, макинавит, кубанит, сфалерит, миллерит, борнит, галенит, никелин, ильменит, а также редкие минералы платины, теллура и висмута. В небольших количествах (до 5—10%) в сплошных рудах встречаются также нерудные минералы: биотит, ильваит, амфиболы, карбонаты, апатит, хлорит, кварц и др. Обычно они равномерно рассеяны в массе руды, но иногда образуют довольно крупные скопления — гнезда, жеоды и т. п. Так, в крупнозернистых сплошных рудах Аллареченского месторождения отмечались крупные выделения апатита и гнезда идиоморфного кварца.

В зависимости от преобладающего развития одного из главных рудных минералов выделяются халькопирит-пентландитовые, существенно халькопиритовые, пиритизированные и сульфидно-магнетитовые разновидности руд; в отдельных случаях наблюдаются почти мономинеральные пирротиновые или пентландитовые разности, но они пользуются весьма ограниченным распространением.

Наиболее распространены халькопирит-пентландит-пирротиновые руды. Развитие пиритизированных руд обычно связано с послерудными нарушениями. В этом случае образуются так называемые матовые руды (Маслеников, 1953). Сульфидно-магнетитовые руды отмечаются в жилах Мончегорского плутона, где содержание магнетита достигает 70%.

Существенно халькопиритовые руды слагают секущие прожилки и окончания рудных жил.

Наиболее распространенной является массивная текстура, отмечаются также пятнистая, полосчатая и петельчатая текстуры. Первая из них обусловлена скоплениями зерен какого-либо рудного минерала, чаще всего пентландита, среди общей равномернозернистой массы. Полосчатая текстура обусловлена чередованием отдельных полос, сложенных различными сульфидами. Петельчатая текстура характерна для руд, в которых пирит, магнетит и пентландит огибают другие рудные минералы. Большим распространением пользуются коррозионные микротекстуры: каемочная, графическая, нитеобразная и др.

Сплошные руды являются наиболее ценными по содержанию полезных компонентов, но количество их в общем балансе запасов, как правило, не превышает 15—20%.

**Тип V. Оруденелые экзоконтактовые метасоматиты**

Руды этого типа распространены преимущественно в Аллареченском районе. Оруденению подверглись экзоконтактовые амфибол-биотитовые и гранат-кварцевые породы. Количество сульфидов в них колеблется от 1 до 40%. Вкрапленность имеет отчетливо метасоматический характер. Главным минералом экзоконтактовых руд является халькопирит; другие рудные минералы (пирротин, пентландит, пирит, ильменит, борнит, миллерит), как правило, образуют включения в нем. Выделяются халькопирит-пентландитовые и существенно халькопиритовые разновидности, но последние здесь резко преобладают.

Основными текстурами оруденелых метасоматитов являются: вкрапленная, пятнистая, прожилково-вкрапленная, сланцеватая, полосчатая и плейчатая. Оруденелые метасоматиты встречаются довольно часто, но их доля в общих запасах руд невелика.

**Тип VI. Оруденелые вмещающие породы**

Содержание сульфидов в оруденелых вмещающих породах колеблется от первых процентов до 50—60%, но в большинстве случаев составляет 5—20%. Главными рудными минералами являются халькопирит, пирротин, борнит; в небольших количествах присутствуют пентландит, пирит, миллерит, в качестве примесей — сфалерит, галенит, рутил, арсениды никеля, графит, самородная медь и др. В зависимости от преобладания того или иного рудного минерала можно выделить две разновидности: 1) халькопирит-пирротиновые руды (Печенгское рудное поле) и 2) халькопирит-миллерит-борнитовые руды (Аллареченское рудное поле).

На месторождениях Печенги сульфидному оруденению подвержены преимущественно филлиты и песчаники. Руды характеризуются большим разнообразием текстур: здесь отмечаются полосчатые, линзовидно-полосчатые, плейчатые, вкрапленные, прожилковые, брекчиевые и сетчатые текстуры. Преобладают полосчатые текстуры, обусловленные скоплениями сульфидов в прослоях определенного состава; широко развиты прожилково-вкрапленные руды, в которых отдельные прослои, содержащие сульфидную вкрапленность, пересечены пирротиновыми и халькопиритовыми просечками и прожилками; примечательны плейчатые текстуры мелко складчатых оруденелых туфогенно-осадочных пород.

На участках спокойного залегания сланцев сульфиды образуют изометричную, относительно равномерно распределенную вкрапленность. Там, где породы деформированы, сульфидные вкрапленники, выполняя трещины кливажа, образуют удлиненные выделения, располагающиеся перпендикулярно слоистости. Отдельные участки характеризуются неравномерным распределением сульфидов: даже в пределах одного прослоя можно выделить рассеянную и густую сульфидную вкрапленность, иногда переходящую в прожилки на границах отдельных прослоев. Вблизи тектонических нарушений, где вмещающие сланцы интенсивно деформированы, образуются брекчиевые, прожилково-вкрапленные и сетчатые текстуры. На месторождениях Аллареченского района оруденению подвержены все вмещающие породы гнейсового комплекса. Наиболее распространенными текстурами оруденелых гнейсов, амфиболитов и гранито-гнейсов являются вкрапленные, прожилково-вкрапленные и полосчатые, реже образуются пятнистые, брекчиевые и сланцеватые.

Оруденелые вмещающие породы ограничиваются узкой зоной экзоконтакта рудоносных массивов и распространяются на некоторое расстояние вдоль оруденелых тектонических зон за пределами массивов.

## Глава 4

### ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Характеристике структур и текстур руд посвящена обширная литература как отечественная, так и зарубежная. Количество публикаций на эту тему особенно возросло в последние 10—15 лет, что, несомненно, связано с резким увеличением добычи полезных ископаемых.

Однако в мировой литературе существуют значительные расхождения не только в интерпретации текстурно-структурных узоров, но и в трактовке самих понятий «текстура» и «структура», вследствие чего для одних и тех же минеральных сростаний принимаются различные названия. Среди зарубежных исследователей все больше проявляется тенденция к слиянию этих понятий и замене их одним термином «строение» (Edwards, 1954; Рамдор, 1962, и др.). При этом основное внимание уделяется микроскопическим исследованиям, а роль макроскопических наблюдений, в процессе которых устанавливается основная масса текстур, явно пренебрегается.

Иное положение сложилось в нашей отечественной литературе, где изучение текстурно-структурных особенностей руд проводится параллельно с микроскопическими исследованиями. Отличительной особенностью советской минераграфии является постоянное стремление дать не только морфологическую характеристику минеральных сростаний, но и выяснить возрастные соотношения минералов и минеральных ассоциаций, т. е. использовать полученные данные для решения генетических вопросов.

Начало такому направлению в изучении текстур и структур руд было положено работами И. Ф. Григорьева (1928) и особенно А. Г. Бетехтина (1934, 1937). А. Г. Бетехтин показал принципиальное отличие понятий «текстура» и «структура»: под структурой он предложил понимать способ сочетания в минеральном агрегате кристаллических зерен, характеризующихся определенными формами и размерами, а под текстурой — сочетание минеральных агрегатов, отличающихся по составу и структуре. При этом безразлично, как наблюдаются текстуры и структуры: макроскопически или под микроскопом, в связи с чем можно различать макро- и микротекстуры и структуры. Опубликованная им генетическая классификация текстур и структур с небольшими дополнениями и изменениями вошла во все позднейшие отечественные руководства по минераграфии и используется до настоящего времени.

А. Г. Бетехтин особо указывал, что один и тот же текстурно-структурный узор может возникать при различных геологических процессах.

Так, например, массивная, полосчатая, вкрапленная, петельчатая и другие морфологические типы текстур характерны как для эндогенных, так и для экзогенных месторождений и т. д., не говоря уже о структурах, где сходство формальных признаков (конвергентность) проявляется гораздо сильнее.

Разработке приемов распознавания сходных текстурно-структурных узоров было посвящено много работ, особенно в послевоенные годы. Решение этих вопросов было бы невозможно без успехов общей теории учения о рудных месторождениях (Бетехтин и др., 1953, 1958, 1964; Смирнов и др., 1968, и др.) и в особенности без развития и применения парагенетического анализа минеральных ассоциаций (Бетехтин, 1949, 1951; Бетехтин и др., 1953; Григорьев, 1961; Коржинский, 1953, 1957; Петровская, 1965, 1967; Смирнов, 1948; Шадлун, 1966; Юшко, 1947, 1966, и мн. др.).

В результате для руд многих месторождений, особенно гидротермальных, были выявлены такие морфологические особенности минеральных зерен и агрегатов, которые характеризуют условия их образования, т. е. являются морфогенетическими (Бетехтин и др., 1958, 1964; Вахромеев, 1956; Григорьев, 1961; Калугин, 1970; Юшко, 1947, 1966, и др.). Это позволило значительно уточнить и расширить классификацию текстур и структур А. Г. Бетехтина, что наиболее полно отражено в обобщающих работах М. П. Исаенко (1964), Ф. Н. Шахова (1961), С. А. Юшко (1966).

Терминология и классификационные подразделения текстур и структур, разработанные в этих трудах, применяются большинством советских исследователей. Используются они и нами при характеристике текстурно-структурных особенностей медно-никелевых руд Кольского полуострова с учетом отмеченных выше трудностей в их генетической интерпретации.

#### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ \*

Текстура — это строение руды, обусловленное формой, размерами и характером срастания минеральных агрегатов.

Морфологическая единица текстуры — минеральный агрегат, т. е. характерные сростки зерен минералов определенной парагенетической ассоциации. Каждый минеральный агрегат образуется в одну стадию минерализации и характеризуется совокупностью признаков: составом, формой, размером, структурой. По составу агрегаты могут быть моно- и полиминеральными; по форме — изометрическими или округлыми (шпирь, конкреции, нодулы, гальки и др.), удлинненными (прослойки, линзы, прожилки и др.) и неправильными (вкрапленность, пятна, гнезда, каемки, дендриты, петли и др.). Размеры агрегатов изменяются в очень широких пределах — от долей миллиметра до 10–20 см и более; при величине агрегатов менее 2 мм в руде выделяются микротекстуры, при большей величине — макротекстуры.

По распределению (расположению) минеральных агрегатов в рудах все текстуры можно разделить на две категории — однородные и неоднородные. Первые встречаются редко, представлены одним агрегатом или агрегатами неопределенной (в штуфе) формы. Они включают следующие морфологические группы: массивные, равномерно-вкрапленные и порошокватые. Вторые распространены очень широко и по форме минеральных агрегатов разделяются на несколько групп: пятнистые, удлинненные, друзовые, натечные катакластические и кластические, цемент-

\* Даются в основном по М. П. Исаенко (1964).

ные коррозионные, корковые и др. Каждая группа содержит несколько морфологических видов текстур.

В генетической классификации текстур определяющими являются геологические процессы и соответствующие им физико-химические условия, при которых происходит образование и изменение руд. По этим признакам выделяются следующие группы текстур, возникших в результате: 1) магматической дифференциации и кристаллизации расплавов, 2) седиментации и диагенеза осадков, 3) заполнения пустот в породах и рудах, 4) метасоматического замещения пород и руд, 5) диагенеза и метаморфизма руд (дробления, смятия, перекристаллизации и др.), 6) выветривания. При этом первые четыре группы относятся к категории первичных текстур, а последние две — вторичных.

Структура — это строение минерального агрегата, обусловленное формой, размерами и характером срастаний минеральных зерен.

Морфологическая единица структуры — минеральное зерно (или индивид), обладающее определенной формой, размерами и внутренним строением. Различаются следующие важнейшие формы минеральных зерен: идиоморфная (эвгедральная), псевдоидиоморфная, аллотриоморфная, (ангедральная, ксеноморфная), скелетная, реликтовая, осколочная, эмульсионная и др. По размерам минеральные зерна разделяются на несколько групп, обычно на три: крупные (более 2 мм), средние (2—0.2 мм) и мелкие (менее 0.2 мм). Внутреннее строение бывает однородным и неоднородным, последнее может быть обусловлено наличием двойников, зон, твердых включений и т. п.

По форме и внутреннему строению выделяются следующие типы минеральных зерен: кристаллические, коррозионные, метасоматические, кристаллобласты и класты (обломки). В соответствии с формой, характером срастания минеральных зерен среди структур различаются группы: зернистые, коррозионные, кластические и др.

Генетическая классификация структур аналогична таковой для текстур.

## ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД

В медно-никелевых рудах Кольского полуострова преобладают текстуры и структуры четырех генетических групп, возникших в результате: 1) магматической дифференциации и кристаллизации расплава, 2) заполнения пустот в породах, 3) метасоматического замещения пород и руд, 4) метаморфизма пород и руд. Что же касается морфологических групп и видов текстур и структур, то почти все они наблюдаются и в сульфидных медно-никелевых рудах, за исключением органогенных.

Однако по ряду причин мы не смогли применить генетическую классификацию текстур и структур в ее полном объеме. Во-первых, как всякая обобщающая классификация, она не учитывает специфики состава и строения руд отдельных классов конкретных месторождений. Во-вторых, многие сульфидные медно-никелевые месторождения Кольского полуострова интенсивно метаморфизованы. Поэтому было весьма затруднительно провести четкую границу между первичными и вторичными текстурами, так как процессы заполнения пустот и метасоматического замещения пород и руд тесно переплетаются с процессом метаморфизма. В-третьих, для обоснованной генетической классификации текстур и структур необходим детальный парагенетический анализ минеральных ассоциаций с установлением этапов и стадий минерализации, что сделано еще далеко не на всех месторождениях.

Но и в чисто морфологическом отношении существуют определенные трудности в правильной интерпретации тех или иных минеральных сростаний, о чем коротко упоминалось выше.

Особой сложностью отличаются две морфологические группы текстур и структур — коррозионные и метазернистые. Покажем это на примере коррозионной группы.

Исходя из классических определений, к коррозионным текстурам следует относить узоры замещения ранних минеральных агрегатов более поздними, причем эти агрегаты принадлежат к разным минеральным ассоциациям, возникают в разные стадии минерализации. Коррозионные структуры обусловлены замещением ранних минеральных зерен более поздними, но те и другие принадлежат к одной минеральной ассоциации, образуются в течение одной стадии минерализации. При точном исследовании такому пониманию терминов значительную часть узоров, ранее считавшихся структурными, следует относить к текстурным (вернее, микротектурным). К числу таких сложных узоров принадлежат широко распространенные в медно-никелевых рудах примеры замещения сульфидов ликвационной вкрапленности магнетитом, а также дисульфидизации руд. По сложившейся традиции почти во всех работах, посвященных медно-никелевым рудам Кольского полуострова, эти узоры именуются структурными, хотя исследователи довольно единодушны в том, что развитие магнетита по сингенетическим сульфидам и шпирита по сингенетическим и эпигенетическим — процессы более поздние, палоченные.

Например, большинством исследователей замещение первых генераций сульфидов магнетитом связывается с серпентинизацией, которая рассматривается как автометаморфический процесс, непосредственно следующий за кристаллизацией сульфидов и являющийся заключительным в истории формирования массивов и сингенетического оруденения. Процесс дисульфидизации сплошных руд развит локально в связи с послерудными тектоническими подвижками и проявлением позднего гидротермального метаморфизма, заключающего этап отложения эпигенетических руд.

Таким образом, принадлежность всех этих минеральных ассоциаций к различным стадиям минерализации достаточно четко фиксируется всеми исследователями, но в анализе текстурно-структурных узоров необходимых выводов из этого не делается. В нашей работе подобные узоры трактуются как текстуры (микротекстуры), если речь идет о рудном выделении (скоплении) в целом (сульфидно-магнетитовом или сульфидно-дисульфидном), а в пределах каждого агрегата при необходимости указываются структурные особенности.

Что же касается метасоматических, так называемых серых руд, то узоры сростаний в них сульфидов и силикатов в большинстве случаев рассматриваются нами как структурные, так как и основная масса вторичных силикатов и переотложенных сульфидов образовались здесь в течение одной стадии минерализации (массовой серпентинизации в Печенгском рудном поле, массовой амфиболитизации в Аллареченском районе).

Остальные морфологические группы и виды текстур и структур достаточно просты и не требуют дополнительных объяснений.

В самом атласе материал расположен следующим образом: в первой части помещены иллюстрации текстур, во второй — структур руд и в третьей — внутреннего строения минеральных зерен. Иллюстрации текстур сгруппированы в таблицах по типам руд в соответствии с принятой классификацией (гл. III). Таблицы имеют порядковые номера (I—VI), отвечающие нумерации типов руд. Иллюстрации внутри таблиц имеют

сквозную нумерацию, при этом по возможности соблюдается возрастной принцип: сначала рассматриваются текстуры сингенетических руд, затем эпигенетических и сложных или неясных в генетическом отношении.

Материалы по структурам сгруппированы в четырех таблицах (VII—X), каждая из которых характеризует структуры определенных периодов формирования руд: кристаллизации, распада твердых растворов, замещения и динамометаморфизма руд. В каждой таблице рисунки располагаются, где это возможно, с соблюдением возрастной последовательности, как и в таблицах текстур. Внутреннее строение минеральных зерен показано в последней, XI таблице.

Таким образом, систематика текстур, принятая в настоящей работе, лишь косвенно отвечает генетической классификации, тогда как систематика структур в значительной мере является генетической.

Предлагаемая систематика текстур и структур не исчерпывает всего разнообразия текстурно-структурных узоров медно-никелевых руд Кольского полуострова. Работа по ее дальнейшему совершенствованию должна быть продолжена. В сферу исследований необходимо включить как ряд новых объектов в основных горнопромышленных районах, так и слабо изученные месторождения и рудопроявления новых районов — Ловноозерского, Сальных, Колвицких, Федоровой и Панских тундр и др. Для успешного проведения этих исследований обязательным является сочетание изучения геологии месторождений с исследованием текстурно-структурных особенностей и минерального состава руд с анализом парагенетических ассоциаций рудообразующих минералов.

Несомненно, новые материалы значительно расширят наши представления о текстурах и структурах руд, а их обоснованная интерпретация внесет существенный вклад в решение генетических вопросов.

## ПРИНЯТАЯ В РАБОТЕ ТЕРМИНОЛОГИЯ ТЕКСТУР И СТРУКТУР

### Текстуры

**Брекчиевая текстура** характеризуется наличием сцементированных угловатых обломков. Обломки и цемент являются разновозрастными образованиями. Имеет незначительное распространение и представлена преимущественно двумя типами: а) обломки вмещающих пород сцементированы сульфидами; б) сульфидные обломки сцементированы поздними рудными и жильными агрегатами.

**Брекчиевидная текстура** характеризуется наличием сцементированных обломков округлой формы. Обломки и цемент являются разновозрастными минеральными агрегатами (Бетехтин, 1937). Особенно большое распространение имеет в рудах печенгских месторождений.

**Блоковая текстура** характеризуется развитием трещин, разбивающих породу или руду на блоки и выполненных рудными и жильными минералами.

**Вкрапленная текстура** обусловлена распределением рудных минералов и их агрегатов в горных породах в виде вкрапленности. Форма вкрапленников может быть самой различной, а размеры от долей миллиметра до первых сантиметров.

**Гнездовая текстура** характеризуется расположением минеральных агрегатов в виде крупных пятен в оруденелых интрузивных и вмещающих породах.

**Гнейсовидная текстура** характеризуется наличием линзовидных минеральных агрегатов, вытянутых в определенном направлении. Обычно встречается в сильно метаморфизованных оруденелых породах.

**Густо-вкрапленная текстура** характеризуется относительно равномерным распределением в породе мелких рудных агрегатов, количество которых превышает 30% от общего объема. Наиболее часто наблюдается в оруденелых измененных перидотитах.

**Друзовая текстура** образуется в результате нарастания кристаллов рудных и нерудных минералов на стенки полостей в горных породах.

**Жеодовая текстура** представляет собой выполнение минеральным веществом пустот изометричной формы. Встречается редко и главным образом в оруденелых вмещающих породах.

**Интерстициальная микротекстура** образуется при выполнении рудными минералами интерстий между ранее раскристаллизованными силикатными зернами, относящимися к иной парагенетической ассоциации.

**Интерстициально-коррозионная микротекстура** является разновидностью интерстициальной текстуры с четко выраженными следами замещения силикатов рудными минералами.

**Каемочная микротекстура** (Исаенко, 1964) характеризуется образованием более позднего минерального агрегата в виде каемок по периферии раннего агрегата. Это типичная текстура коррозионного замещения. Примером ее являются каемки магнетита и пирита по периферии сульфидных вкрапленников или вокруг отдельных минералов; каемки виоларита по периферии отдельных зерен пентландита, переходящие иногда в полные псевдоморфозы; каемки мельниковита около пирротина и др. Наблюдается во вкрапленных, массивных и брекчиевидных рудах.

**Концентрически-зональная микротекстура** образуется при избирательном замещении кристаллов более раннего минерала. При этом избирательное замещение часто отражает внутреннюю структуру замещаемого минерала.

**Массивная текстура** обусловлена равномерным расположением плотно примыкающих друг к другу зерен минералов или минеральных агрегатов. Имеет широкое распространение на всех медно-никелевых месторождениях.

**Мирмекитовая (субграфическая) текстура** представляет собой срастание двух разновозрастных минеральных агрегатов, из которых более поздний образует неправильные червеобразные выделения в более раннем агрегате. Наблюдается в массивных рудах, например, при замещении халькопирита или пирротина пиритом.

**Неравномерно-вкрапленная текстура** обусловлена неравномерным распределением рудных минералов и их агрегатов в породе.

**Неравномерно-полосчатая текстура** характеризуется незакономерным чередованием полос, резко различающихся по мощности и минеральному составу.

**Обломочная микротекстура** является разновидностью брекчиевой текстуры и наблюдается в рудах и породах, сложенных двумя минеральными агрегатами, из которых один находится в виде угловатых обломков, а другой — в качестве цемента.

**Ориентированно-вкрапленная текстура** характеризуется линейным расположением удлинённых рудных вкрапленников в породе. Наблюдается обычно в рудах, подвергшихся динамометаморфизму.

**Петельчатая текстура** образуется при развитии прожилков или при коррозионном замещении одного рудного минерала или минерального агрегата другим по трещинкам разных направлений внутри и по границам зерен. Примером являются петли виоларита в зернах пентландита; петли пирита, иногда кружевоподобные, в халькопирите.

**Плойчатая текстура** образуется в результате смятия и гофрировки тонких прослоев в мелкие складки. Является разновидностью полосчатой и слоистой текстур.

**Пойкилитовая текстура** обусловлена незакономерными включениями мелких зерен минералов в крупных и более поздних рудных минералах и агрегатах.

**Полосчатая текстура** обусловлена чередованием полос, образованных отдельными минералами или минеральными агрегатами различающимися по составу, зернистости или другим признакам. Характерна для массивных руд и оруденелых вмещающих пород.

**Порфирокластическая текстура** характеризует руды, сложенные минеральными агрегатами в виде обломков разной величины.

**Почковидная текстура** характеризуется наличием округлых или округло-бугорчатых рудных агрегатов вдоль трещин во вмещающих породах.

**Прожилковая текстура** образуется при развитии прожилков рудных и жильных минералов по трещинкам, пересекающим породу, руду или отдельные минеральные зерна и агрегаты.

**Прожилково-кластическая текстура** возникает в результате дробления и перемещения обломков хрупких минералов с цементировкой их более поздними рудными или жильными агрегатами.

**Псевдоморфно-ячеистая микротекстура** возникает в результате избирательного вторичного замещения одного минерала другим. Реликты первичного минерала, окруженные вторичными образованиями, обуславливают ячеистый рисунок текстуры.

**Пятнистая текстура** возникает, когда один или несколько минеральных агрегатов расположены в форме пятен среди других минеральных агрегатов, представляющих основную массу. Характерна для богатых сплошных руд с порфиридовыми выделениями пентландита и для оруденелых экзоконтактовых пород.

**Равномерно-вкрапленная текстура** является разновидностью вкрапленной текстуры и выделяется в том случае, если рудные зерна равномерно рассеяны в массе нерудных минералов, слагающих горную породу или жильную массу.

**Развальцевания текстура** является разновидностью кластической текстуры и характеризуется растащенными обломками хрупких минеральных агрегатов со сглаженными и округленными контурами.

**Реликтовая текстура** характеризуется почти полным замещением ранее образованного минерального агрегата. Сохранившиеся его остатки (реликты) имеют неправильную форму и зазубренные границы.

**Решетчатая микротекстура** образуется при развитии микропрожилков вторичных минералов вдоль пересекающихся кристаллографических направлений (трещин спайности, двойниковых швов) в первичном минеральном агрегате. Прожилки имеют зазубренные границы и в узлах пересечения обычно увеличены в мощности.

**Сетчатая текстура** характеризуется узором в виде сетки, образованным неправильной системой пересекающихся частых тонких прожилков замещающего минерального агрегата в замещаемом агрегате.

**Сидероофитовая текстура** (Годлевский, 1959) характеризуется идиоморфными пластинками плагиоклаза, сцементированными сульфидной массой. Встречается во вкрапленных рудах «критического» горизонта Мончегорского плутона.

**Симметрично-зональная текстура** является разновидностью крустификационной или крустификационно-полосчатой текстуры, встречающейся в жилах выполнения. Текстура характеризуется симметричным расположением полосок минеральных агрегатов от периферии к центру жил.

**Скелетная микротекстура** возникает при замещении внутренних частей ранее выделившихся минеральных зерен минералами более поздних стадий минерализации; при этом от замещаемых зерен и кристаллов остаются узкие каемки или скелеты.

**Складчатая текстура** характеризуется теми же особенностями, что и плитчатая текстура, отличаясь от нее несколько большими размерами складок, образованных при смятии тонких прослоев.

**Сланцеватая текстура** характеризуется линейным или плоскопараллельным расположением удлиненных минеральных агрегатов. Распространена в динамометаморфизованных рудах.

«Снежного кома» микротекстура обусловлена расположением отдельных составляющих минерального агрегата по спирали.

**Субграфическая текстура** представляет собой срастания разновременных минеральных агрегатов, напоминающие графические. В срастаниях преобладает ранее образованный минеральный агрегат.

**Цементная текстура** возникает в тех случаях, когда рудные минералы цементируют обломки горных пород или отдельных зерен силикатов. Имеет незначительное распространение и встречается главным образом в сплошных рудах и оруденелых экзоконтактовых породах.

**Цепочечная текстура** обусловлена прерывистым расположением отдельных минералов или их агрегатов вдоль микротрещин.

**Ящично-блоковая текстура** характеризуется особым типом каркаса, представляющим собой систему «ящичков» или «блоков» со стенками, сложенными минералами, которые отлагались по трещинам спайности, границам зерен или по трещинкам дробления первичных минералов.

## Структуры

**Аллотриоморфнозернистая структура** характеризует срастание минералов, лишенных свойственных им кристаллографических очертаний, имеющих примерно одинаковые размеры зерен и образовавшихся в одну стадию кристаллизации. Преобладающая форма зерен — изометричная. Характерна для сплошных сульфидных руд.

**Бурундучная структура распада твердого раствора** характеризуется частым чередованием тонких полосок минералов, возникших при распаде твердого раствора, например полосок макинавита в пентландите.

**Гишидиоморфнометазернистая структура** — срастание минеральных зерен с различной степенью идиоморфизма, образовавшихся в процессе метасоматического замещения более ранних минералов.

**Гранобластическая структура** характерна для перекристаллизованных сульфидных агрегатов (чаще пирротина и пентландита) с изометричными аллотриоморфными зернами минералов.

**Двойники давления** (Бетехтин и др., 1958) — двойникование или трансляция в зернах минералов под воздействием внешних сил, связанных со смещениями внутри кристаллического индивида по некоторым кристаллографическим плоскостям.

**Двойники превращения** — это редкие пересекающиеся индивиды пластинчатой или веретенообразной формы в монокристаллах пирротина, халькопирита или кубанита.

**Зональная структура** — структура кристаллических индивидов, обусловленная колебаниями химического состава рудообразующих растворов или характером распределения посторонних включений.

**Интерстициальная структура** — структура выполнения рудными минералами интерстиций между зернами силикатных минералов. Морфологически характеризуется тем, что рудные минералы занимают неравномерно распределенные и сложные по форме промежутки между нерудными минералами.

**Каемочная структура** характеризуется тем, что один минерал образует каймы по периферии другого минерала, возникшего на одной стадии минералообразования.

**Метакристаллы** — метасоматические образования минералов, имеющие собственные кристаллические формы.

**Мирмекитовая форма сростания** характеризуется мелкими червеобразными вростками одного минерала в другом.

**Негативная структура** — структура псевдоморфного замещения зерен оливина сульфидами, а сидеронитовых сульфидных вкрапленников — серпентином. Рассматривается как структура, обратная сидеронитовой. Широко распространена в густо-вкрапленных рудах Печенги.

**Неравномерно-полосчатая структура** характеризуется незакономерным чередованием полос, сложенных различными минералами одной стадии кристаллизации. Наблюдается в динамометаморфизованных массивных рудах.

**Петельчатая структура** — структура, характеризующаяся петельчатым расположением агрегатов одного минерала вокруг зерен и агрегатов другого. Оба минерала кристаллизуются в одну стадию. Подобные структуры возникают при распаде пентландит-пирротинового твердого раствора в условиях медленного остывания.

**Пламенивидная структура распада твердого раствора** характеризуется приуроченностью выделений пентландита, имеющих вид язычков пламени, к трещинкам и границам зерен пирротина.

**Пластинчатая структура распада твердого раствора** характеризуется пластинчатой формой телец распада твердого раствора одного минерала в другом.

**Пойкилитовая структура** характеризуется беспорядочными включениями мелких зерен одного минерала в другом, более крупном. Иногда в качестве «минерала-хозяина» рассматривается сульфидный вкрапленник, а силикатные включения в нем как ксенокристаллы.

**Полисинтетического двойникования структура** — структура кристаллического зерна, характеризующаяся неоднократным параллельным чередованием в нем одновременно угасающих двойниковых индивидов. Часто встречается в пирротине.

**Поперечно-шестоватая структура** (Григорьев, 1954) обусловлена ростом кристаллов перпендикулярно к поверхности нарастания. Отмечается в некоторых сульфидных жилках и характеризуется параллельным расположением удлиненных зерен пирротина, пирита.

**Порфириовидная структура** характерна для сульфидных агрегатов с зернами различной величины. Наиболее часто порфириовидные выделения представлены крупными изометричными зернами пентландита в мелкозернистой массе пирротина.

**Радиально-сетчатая структура** характеризуется клубкообразным сростанием призматических зерен ильменита, ориентированных в нескольких направлениях.

**Решетчатая структура распада твердого раствора** обусловлена расположением пластинчатых зерен одного минерала в другом в двух или более направлениях. Решетка может быть образована как непрерывными, так и прерывистыми пластинками. В отличие от сетчатой структуры имеет более грубый рисунок.

**Сетчатая структура распада твердого раствора** характеризуется частым пересечением тонких пластинчатых вростков одного минерала в другом, ориентированных в нескольких направлениях.

**Сидеронитовая структура** характеризуется резким ксеноморфизмом сульфидов по отношению к идиоморфным зернам оливина и пироксена. Распространенная структура рассеянно-вкрапленных руд в ультраосновных породах.

**Скелетная структура** обусловлена скелетными формами одного какого-либо минерала среди других минералов. В зависимости от усло-

вий образования различаются скелетные метазернистые структуры и скелетные структуры замещения. Скелетные метазернистые структуры характерны для ильменита, реже для титаномагнетита и магнетита. Скелетные структуры замещения часто возникают в кристаллах титаномагнетита, при растворении в них магнетита или ильменита.

**Смятия структура** — вторичная структура, характерная для динамометаморфизованных руд. Выражается в образовании двойников давления в рудных минералах, искривлении трещин спайности, отдельности и других их морфологических элементов, а также в пластических деформациях агрегатов зерен.

**Субграфическая структура** в отличие от графической характеризуется отсутствием четкого закономерного рисунка в минеральных сростках.

**Эмульсионная структура** обусловлена мельчайшими, обычно округлыми рассеянными включениями одного рудного минерала в другом или каплевидными выделениями сульфидов в силикатах.

АТЛАС  
ТЕКСТУР И СТРУКТУР  
МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД

# ТЕКСТУРЫ РУД

## ТАБЛИЦА I

### Рассеянно-вкрапленные руды



Рис. 1. Равномерно-вкрапленная текстура.

Сульфидная вкрапленность (светлое) в порфире (темное). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>).  
Мончегорский район. Полир. штуф, 4/5 nat. вел. Коллекция И. В. Рипинского.



Рис. 2. Неравномерно-вкрапленная текстура.

Выделения сульфидов (светлое) в серпентините. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 4/5 nat. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 3. Неравномерно-вкрапленная текстура.

Сульфидная вкрапленность (светлое) в норите (темное). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартева.



Рис. 4. Равномерно-вкрапленная текстура.

Крупная сульфидная вкрапленность (светлое) в норите (темное). Вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартева.



Рис. 5. Равномерно-вкрапленная текстура.

Сульфидная вкрапленность (светлое) в полевошпатовом пироксените (темное).  
Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Мончегорский район. Полир. штупф, нат. вел.  
Коллекция И. В. Рипинского.



Рис. 6. Гнездово-вкрапленная текстура.

Мелкая вкрапленность и гнезда сульфидов (белое) в среднезернистом норите (темное). Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Мончегорский район. Полир. штупф,  $4/5$  нат. вел. Коллекция И. С. Бартечева.

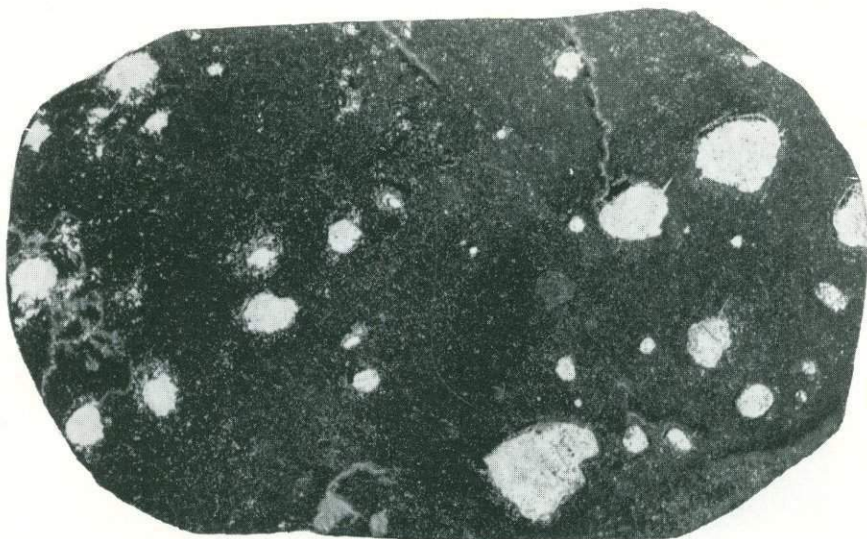


Рис. 7. Гнездовая текстура.

Выделения сульфидов (белое) в приконтактной амфибол-хлоритовой породе. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штүф, нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 8. Ориентированно-пятнистая текстура.

Пятна сульфидов (белое) и серпентина (черное) в приконтактной амфибол-хлоритовой породе. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штүф, нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 9. Прожилково-вкрапленная текстура.

Прожилки и вкрапленность сульфидов (белое) в среднезернистом норите (темное). В нижней части штуфа небольшое гнездо сульфидов. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штуф, нат. вел. Коллекция И. С. Бартенева.

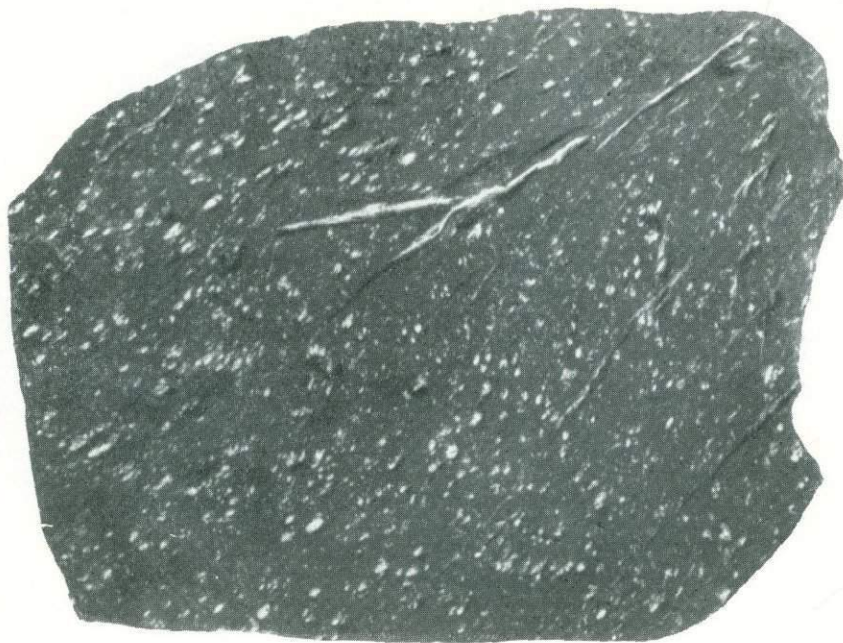


Рис. 10. Прожилково-вкрапленная текстура.

Вкрапленности и прожилки сульфидов (белое) в оталькованном и рассланцованном серпентините (темно-серое). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 1/2 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

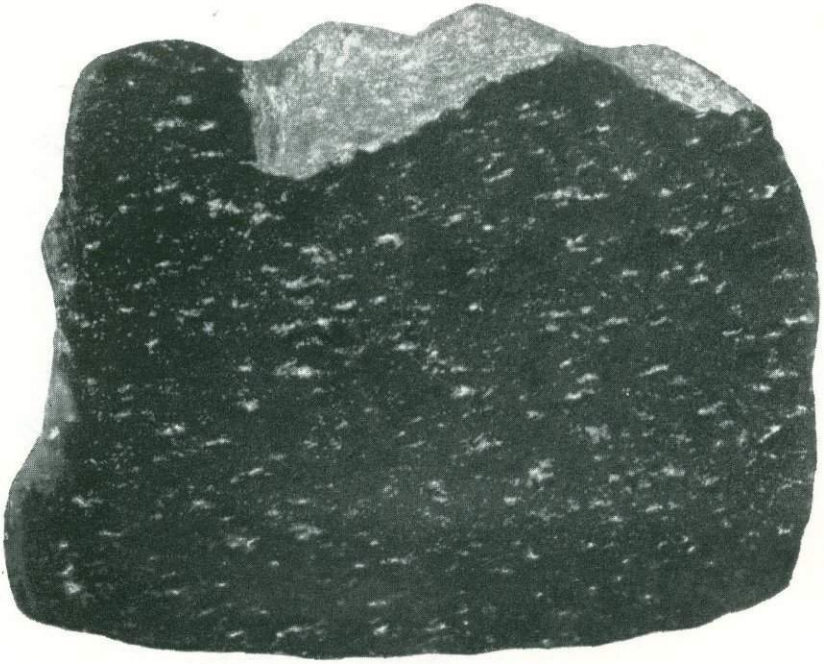


Рис. 11. Ориентированно-вкрапленная текстура.  
Выделения сульфидов (белое) в расланцованном серпентините. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 12. Ориентированно-пятнистая текстура.  
Неправильные выделения сульфидов (светло-серое) расположены ориентированно в измененной ультраосновной породе (темно-серое). Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

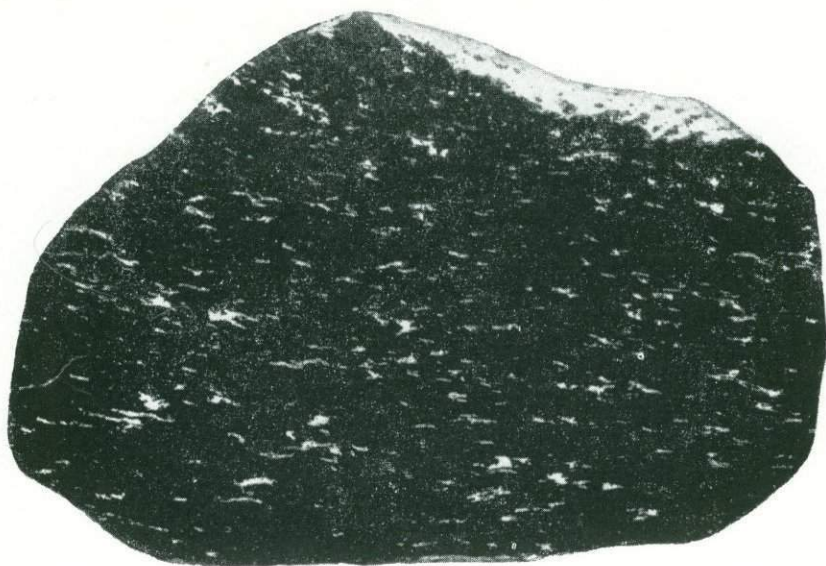


Рис. 13. Гнейсовидная текстура.

Выделения сульфидов (белое) в рассланцованном серпентините. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

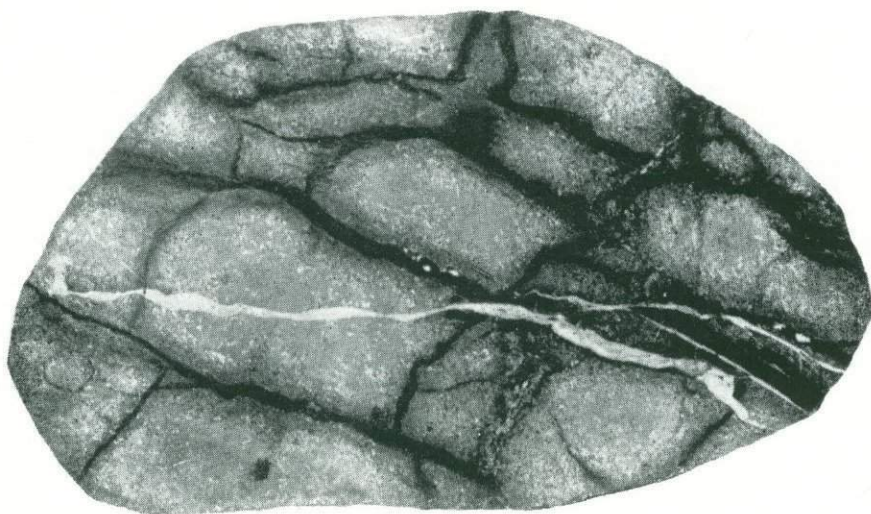


Рис. 14. Блоковая текстура.

Оруденелый серпентинит (серое, с мелкой вкрапленностью сульфидов) разделен на блоки трещинами, выложенными серпентитом (черное), светло-серые прожилки — тальк и карбонат. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

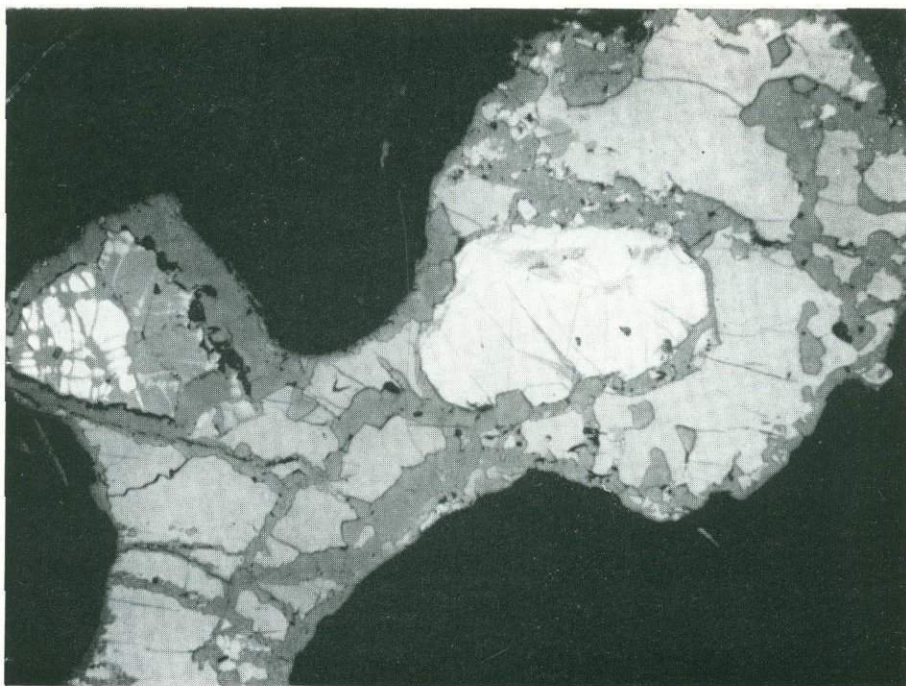


Рис. 15. Прожилково-каемочная микротекстура.

Прожилки и каемки магнетита (серое) в сульфидном вкрапленике. Пентландит (белое) частично замещен виоларитом (светло-серое). Серовато-белое — пирротин, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 120$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

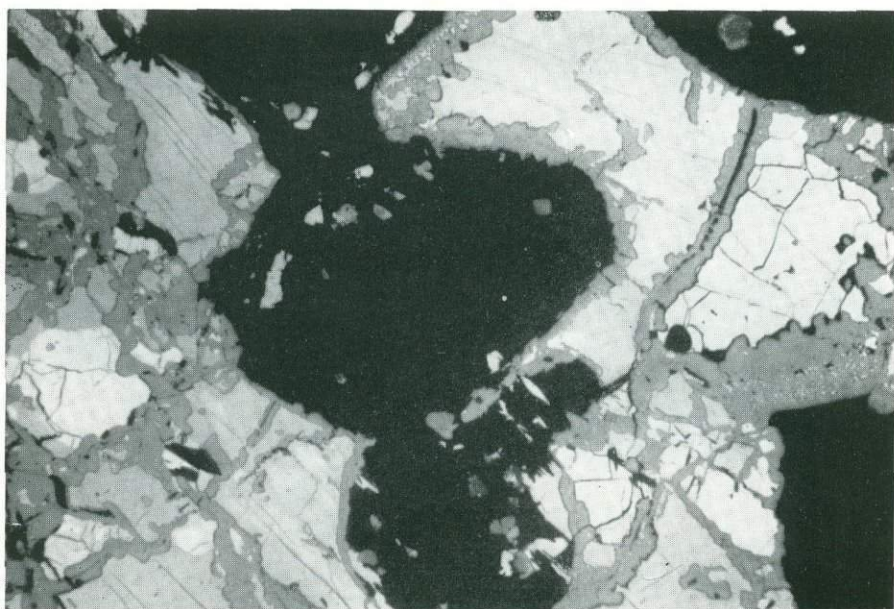


Рис. 16. Прожилково-каемочная микротекстура.

Прожилки и каемки магнетита (серое) в сульфидных вкраплениях, белое — пентландит, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 70$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

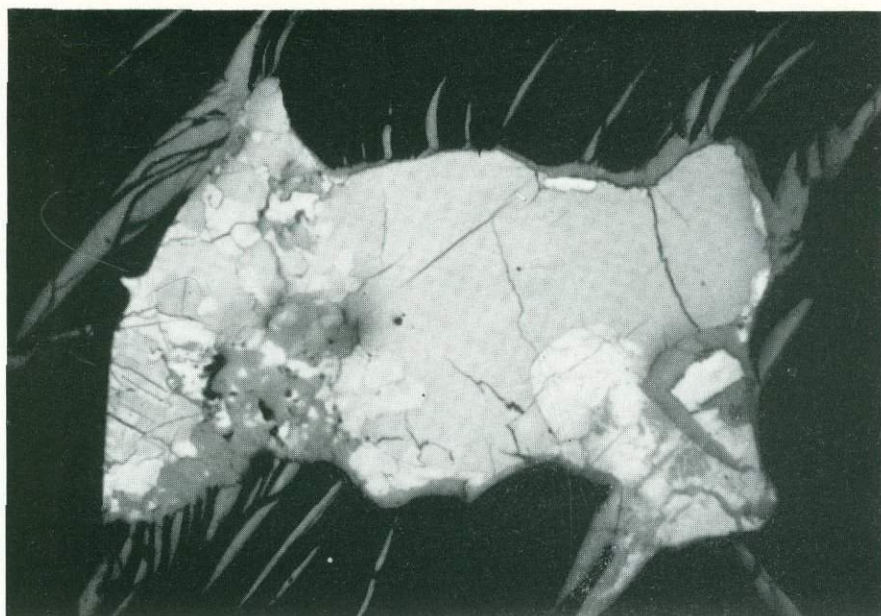


Рис. 17. Пятнисто-каемочная микротекстура.

Сульфиды сидеронитовой вкрапленности (серое и светло-серое) замещены магнетитом (темно-серое, рельефное) в виде пятен и почти непрерывной каемки; окружающий черный фон — силикаты с линзовидными выделениями магнетита. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

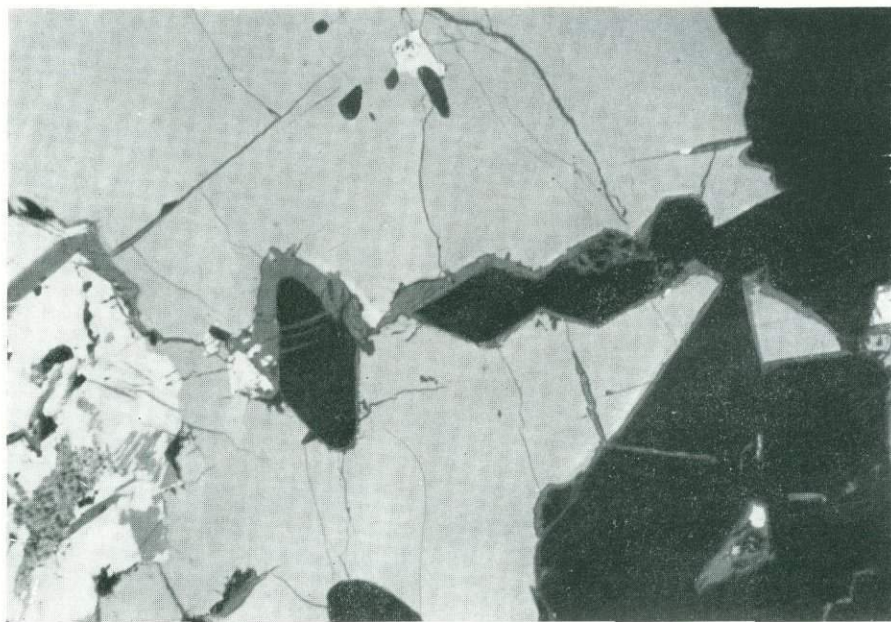


Рис. 18. Каемочная микротекстура.

Каемки магнетита (темно-серое) около идиоморфных выделений актинолита (черное) в пирротине (серое) сидеронитовой вкрапленности, белое — пентландит с вrostками макиавита (светло-серое и серое). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

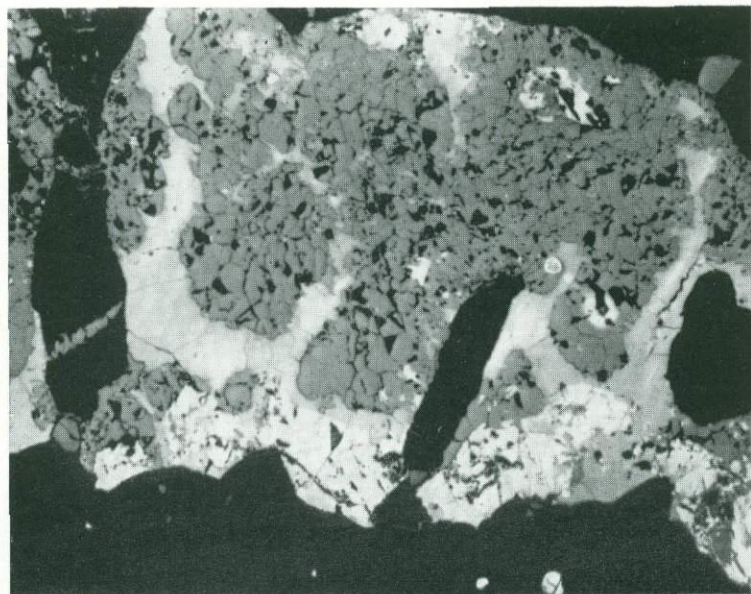


Рис. 19. Пятнистая микротекстура.

Изометрические и неправильные обособления позднего магнетита (темно-серое) в сульфидном вкрапленнике (серое и белое), черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

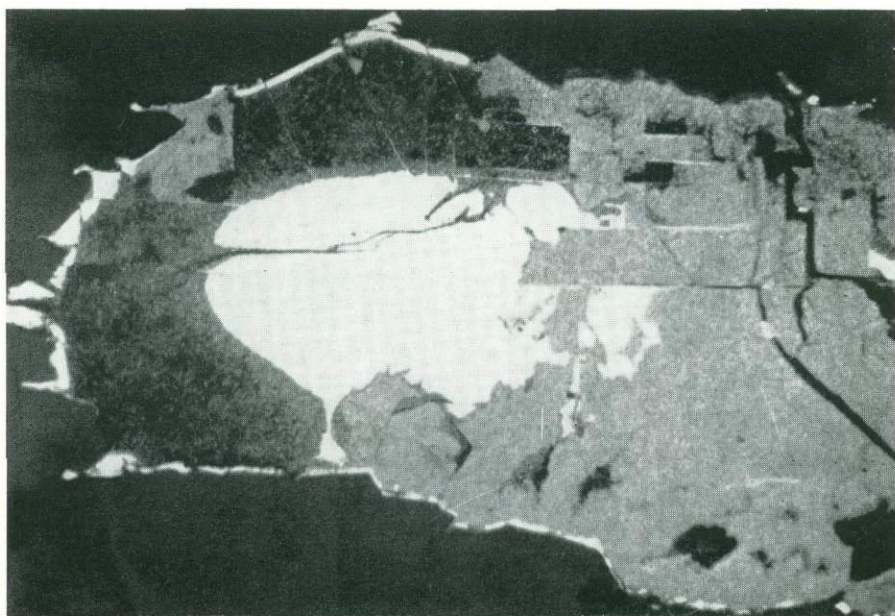


Рис. 20. Скелетная микротекстура.

Вкрапленники титаномagnetита (серое) почти нацело замещены шпинелью (темно-серое), белое — сульфиды, окружающий темный фон — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 430$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

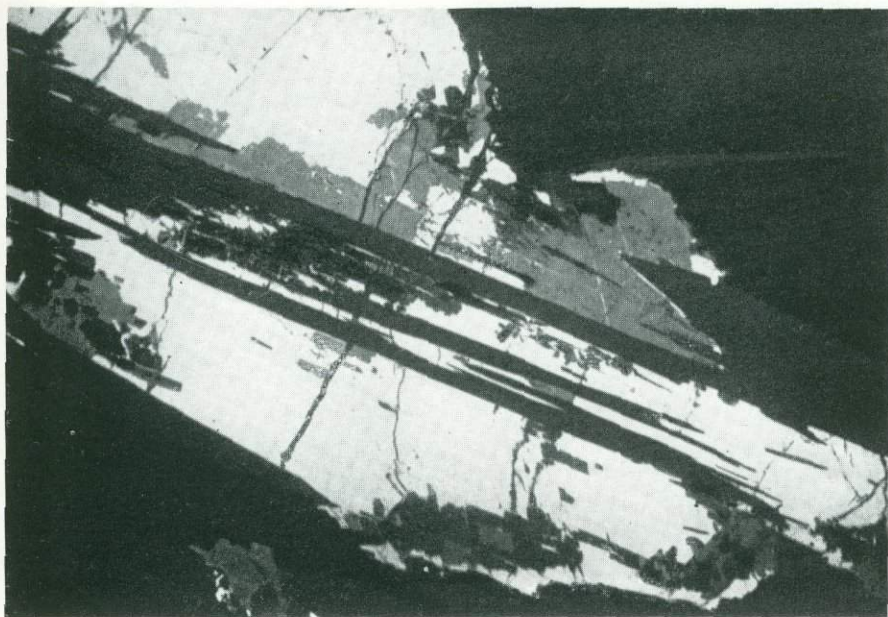


Рис. 21. Пятнисто-пластинчатая микротекстура.

Вкрапленник титаномагнетита (светло-серое) замещен шпинелью (темно-серые неправильные обособления) и амфиболом (черные пластинчатые выделения), окружающий черный фон — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашшлиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

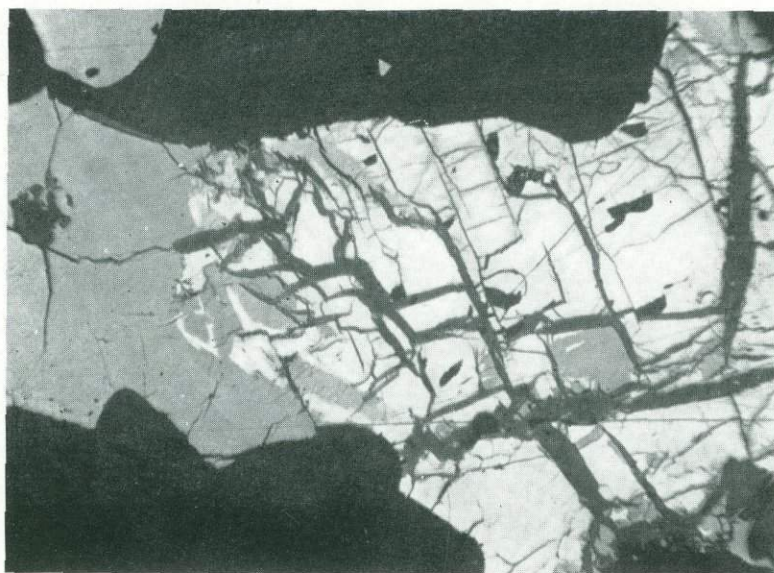


Рис. 22. Решетчатая микротекстура.

Просечки позднего магнетита (темно-серое) в пентландите (белое), серое — пирротин, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашшлиф, при одном никеле,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

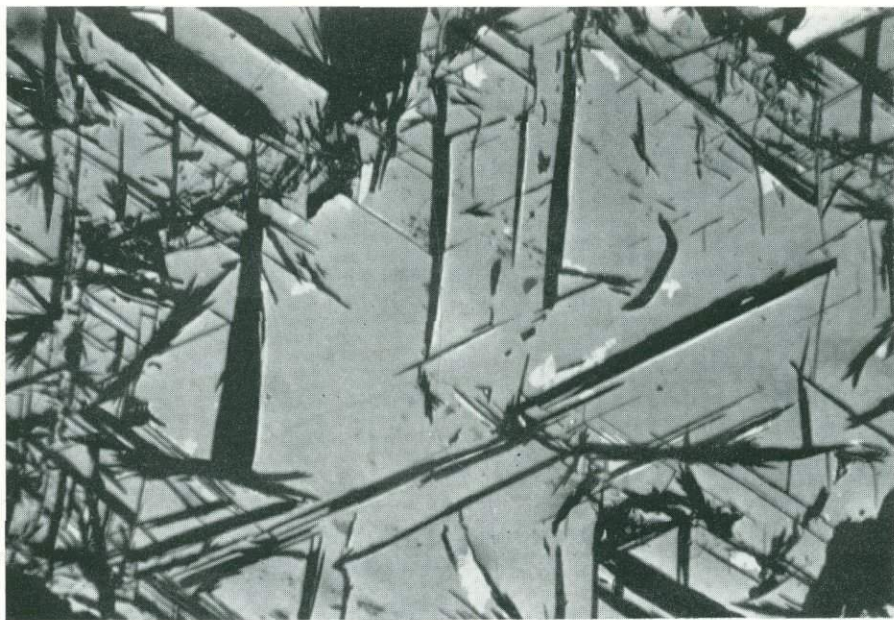


Рис. 23. Сетчатая микротекстура.

Антигорит (черное) в монокристе пирротина (серое), белое — пентландит. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 135$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 24. Сетчатая микротекстура.

Антигорит (черное) в монокристе пирротина (серое), белое — пентландит, темно-серое — магнетит. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

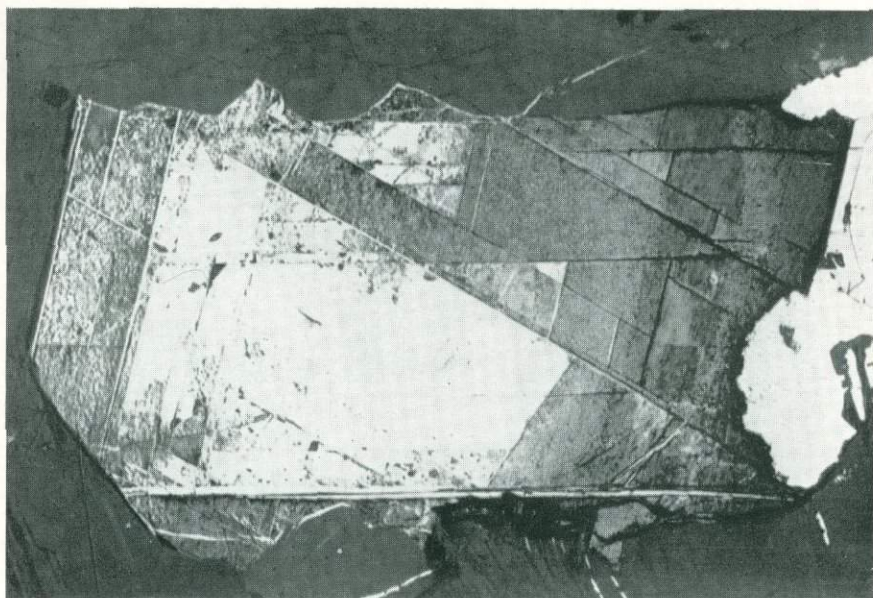


Рис. 25. Ящично-блоковая микротекстура.

Во вкрапленнике титаномагнетита (светло-серое) отдельные блоки, ограниченные пластинками ильменита (белое, рельефное), замещены валлериитом (серое и темно-серое), окружающая темно-серая масса — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашшлиф, при одном никеле,  $\times 230$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

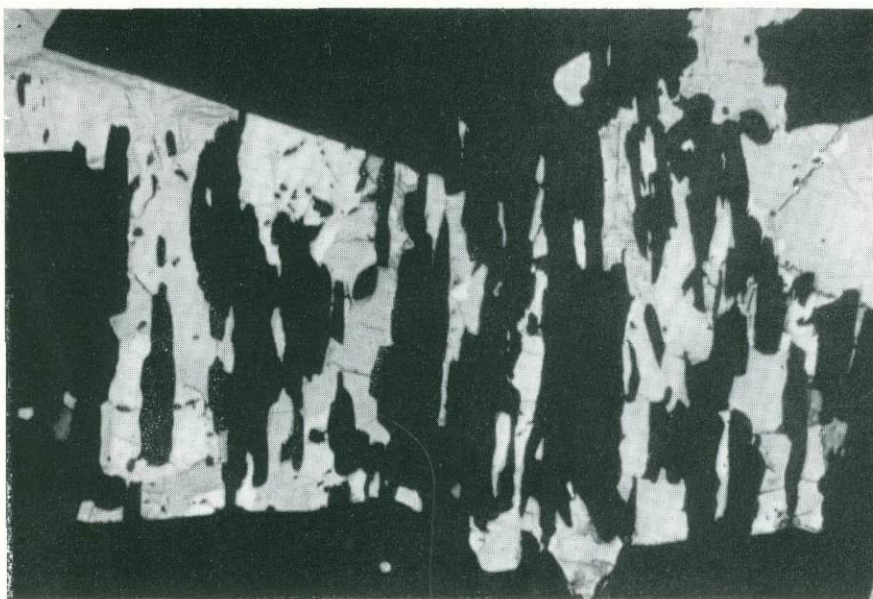


Рис. 26. Мирмекитоподобная микротекстура.

Сульфиды (серое и светло-серое) сидеритовой вкрапленности пронизаны вrostками амфибола (черное), окружающий черный фон — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашшлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА II  
Густо-вкрапленные руды



Рис. 27. Равномерно-вкрапленная текстура.

Сульфиды (белое и светло-серое) в виде равномерной, в основном среднезернистой, вкрапленности в мегакристаллическом (темном). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штупф,  $\frac{4}{5}$  нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.

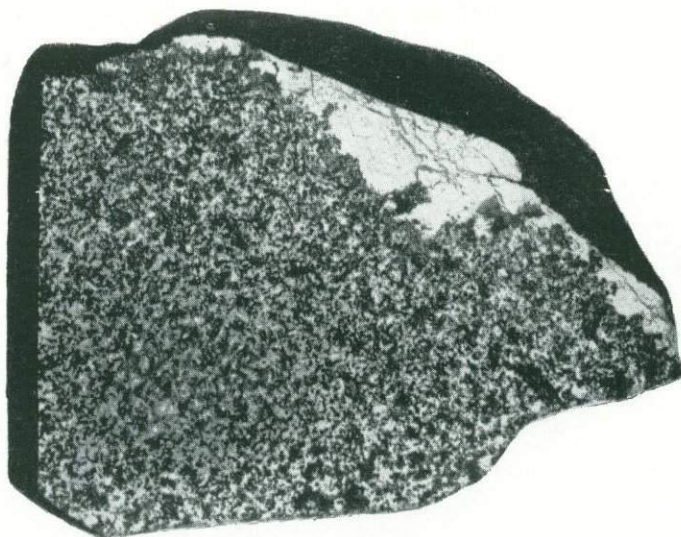


Рис. 28. Густо-вкрапленная текстура.

Сульфиды (белое и светло-серое) значительно преобладают над силикатами (темно-серое). Вверху — контакт с массивной рудой (IV<sub>1</sub>). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

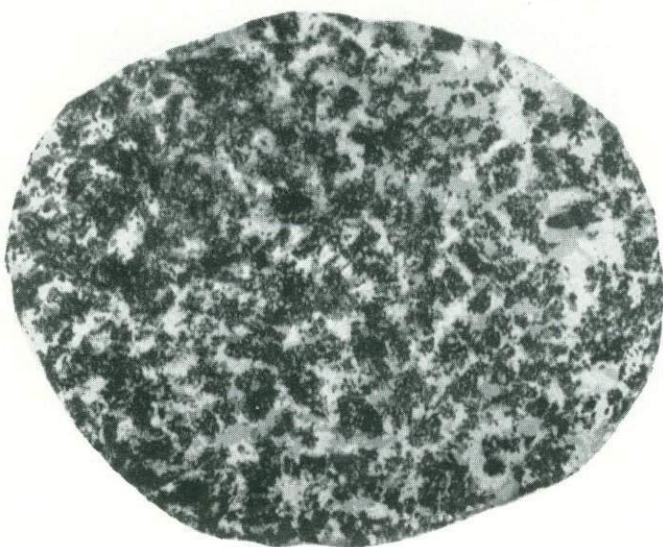


Рис. 29. Густо-вкрапленная текстура.

Сульфидные вкрапленники (серое и светло-серое) преобладают над силикатами (темно-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 4$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 30. Равномерно-вкрапленная текстура.

Вкрапленники сульфидов (светло-серое) в измененной ультраосновной породе (темно-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 31. Сидерофитовая текстура.

Идиоморфные пластинки плагиоклаза (черное и серое) сцементированы сульфидами (белое и светло-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартенева.



Рис. 32. Неравномерно-вкрапленная текстура.

Светлое — сульфиды, темное — вмещающий порит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штупф, 3/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартенева.



Рис. 33. Пятнистая текстура.

Обособления сульфидов неправильной формы (светлое) в норите (темное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартевева.

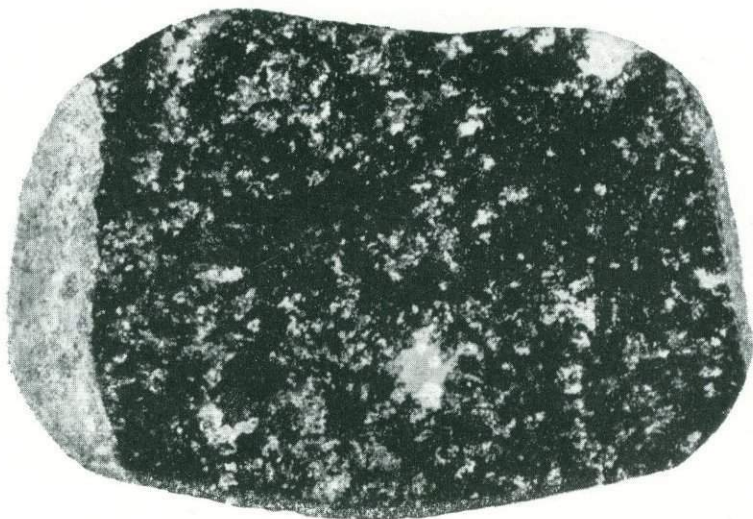


Рис. 34. Пятнистая текстура.

В оруденелом метаперидотите (темное) на фоне равномерной вкрапленности видны более крупные скопления сульфидов (светло-серое и белое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.

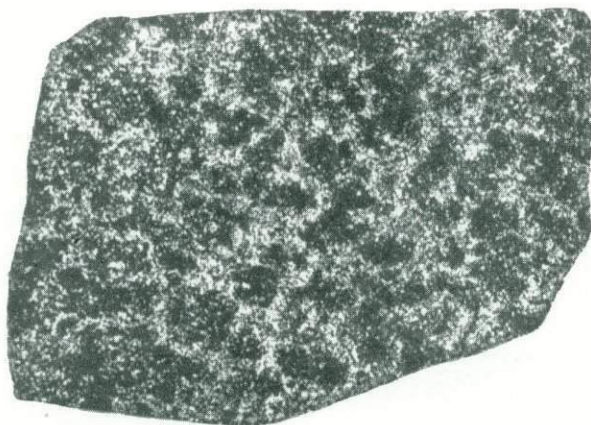


Рис. 35. Мелкопятнистая текстура.

Остатки ультраосновной породы (темно-серое) имеют вид мелких пятен в густой сульфидной вкрапленности (светло-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полизр. штуф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 36. Густо-вкрапленная текстура.

Неправильные обособления сульфидов (серое и светло-серое) в ультраосновной породе (темно-серое). Руда переходного типа — от густо-вкрапленной (II<sub>1</sub>) к сплошной (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Полизр. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 37. Гнездово-вкрапленная текстура.

Мелкая вкрапленность, гнездобразные выделения и тонкие прожилки сульфидов (белое) в измененной ультраосновной породе (темно-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

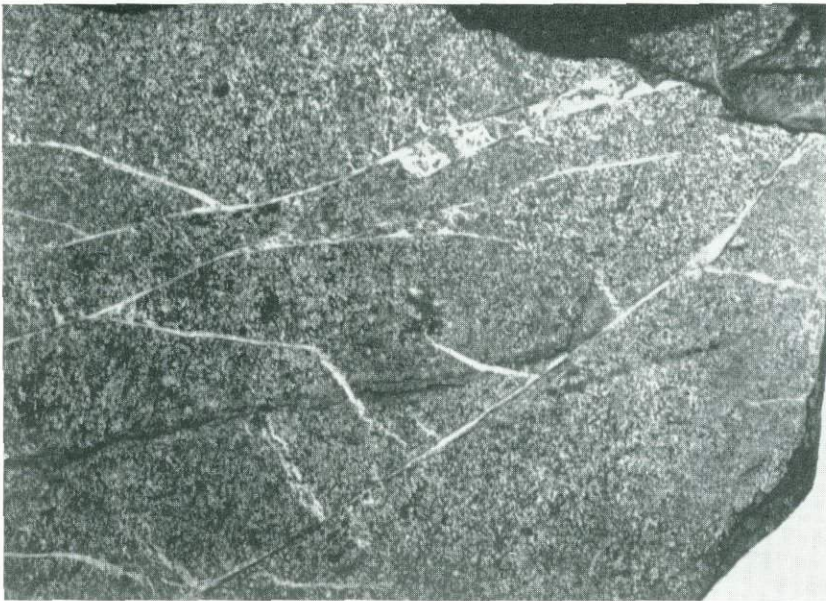


Рис. 38. Прожилково-вкрапленная текстура.

Халькопиритовые (белое) и сульфидно-серпентиновые (темно-серое) прожилки в сильно оруденелом серпентините. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 39. Сетчатая и вкрапленная текстуры.

Прожилки пирротина, пентландита и халькопирита (светло-серое) в серпентините с густой вкрапленностью сульфидов. Густо-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуч, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

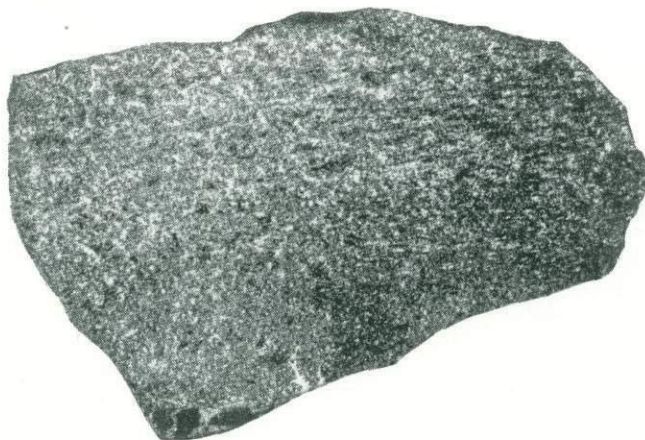


Рис. 40. Полосчато-вкрапленная текстура.

В верхней части штуча сульфидная вкрапленность (светлое) существенно халькопиритовая, в нижней — пирротиновая. Сульфиды вытянуты в виде узких прерывистых полосок. Густо-вкрапленная руда (I<sub>2</sub>). Аллареченский район. Полир. штуч, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 41. Гнейсовидная (волнисто-полосчатая) текстура.

Отдельные полосы и линзовидные участки измененной ультраосновной породы (темно-серое) в различной степени обогащены сульфидами (светло-серое). Густо-вкрапленная руда (II). Аллареченский район. Полир. штуч, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

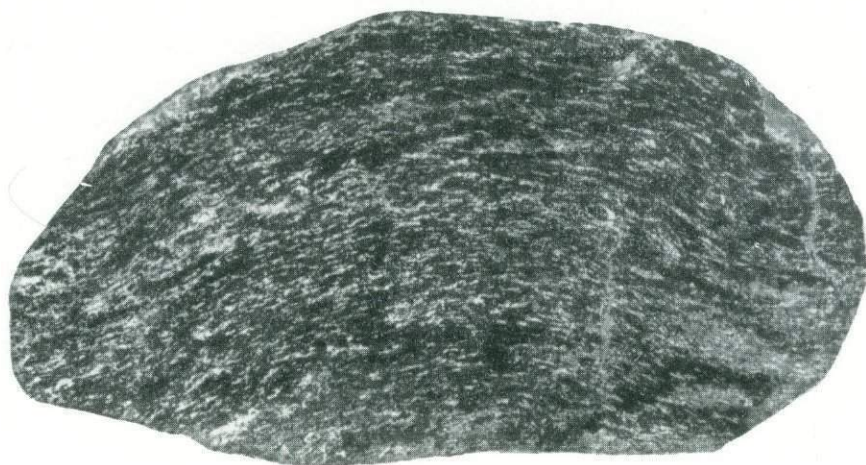


Рис. 42. Сланцеватая текстура.

Сульфиды (светло-серое и серое) в рассланцованной измененной ультраосновной породе (темное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Аллареченский район. Полизр. штучф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 43. Пойкилитовая микротекстура.

Агрегаты измененных сульфидов (серое и светло-серое) содержат грубо ориентированные идиоморфные выделения амфиболов (черное), темно-серое рельефное — зерна магнетита. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×80. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

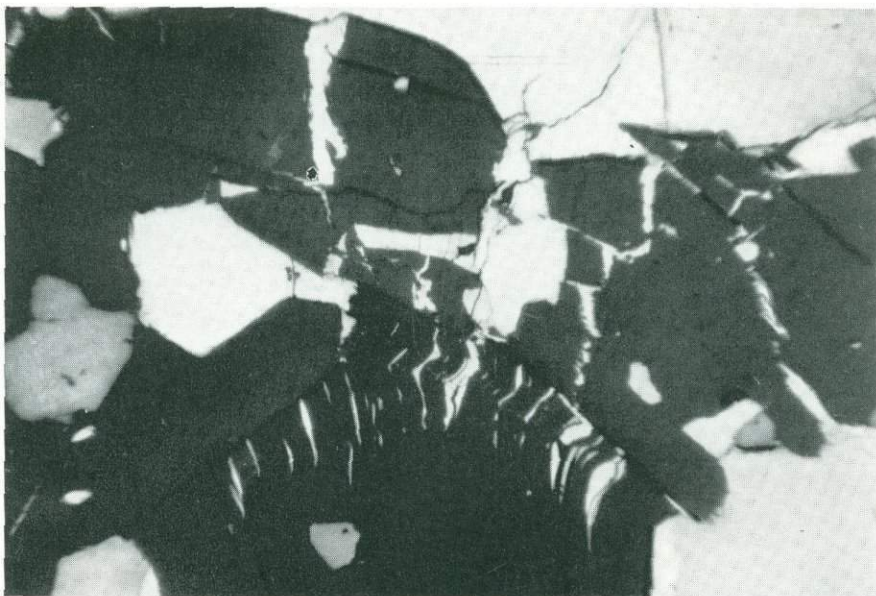


Рис. 44. Интерстициально-коррозионная микротекстура.

Вкрапленники и метасоматические прожилки сульфидов (серое и светло-серое) в биотит-амфиболовом агрегате (темно-серое), серые рельефные зерна — магнетит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 150$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

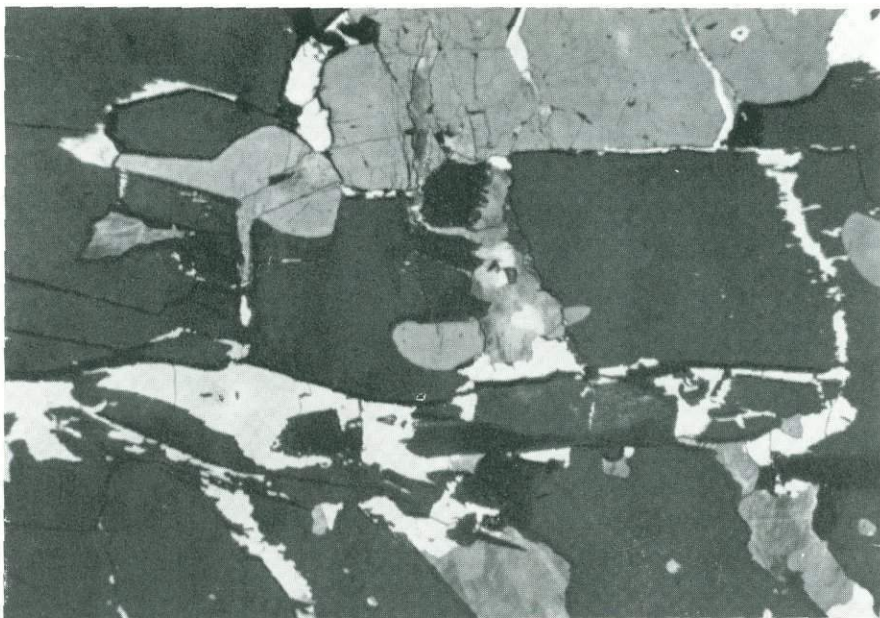


Рис. 45. Прожилково-вкрапленная микротекстура.

Вкрапленность и прожилки сульфидов (белое и серое) в куммингтонитовом агрегате (черное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 240$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

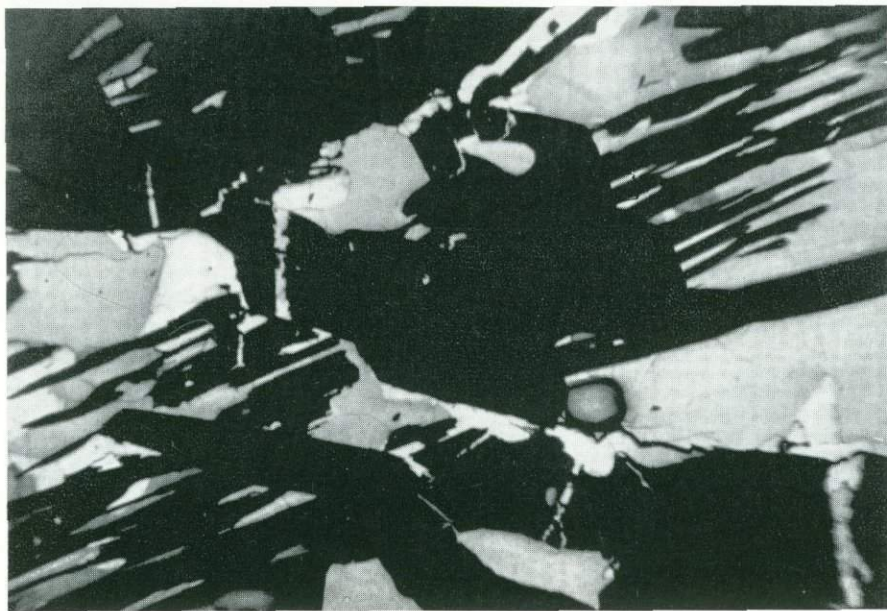


Рис. 46. Интерстициальная микротекстура.

Сульфиды (серое и светло-серое) расположены главным образом в промежутках между зернами амфиболов (почти черное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

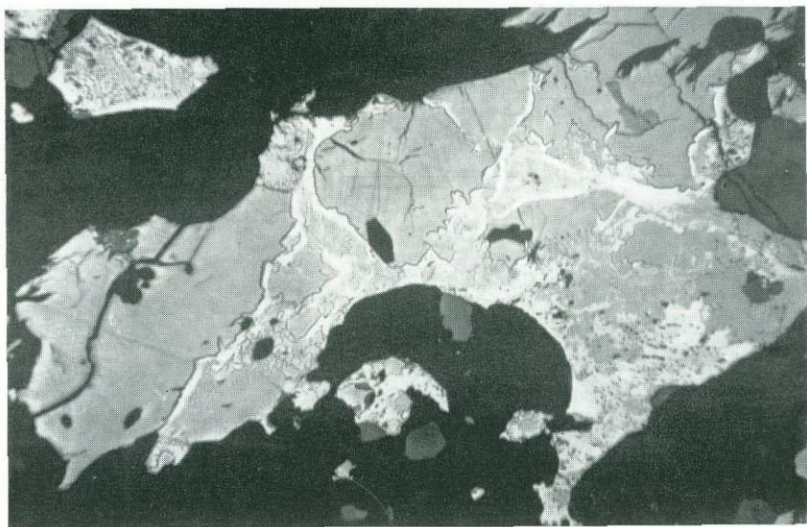


Рис. 47. Петельчато-кружевная микротекстура.

Кружевоподобные выделения пирита (белое, рельефное) в халькопиритовом агрегате (серое), черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 150$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

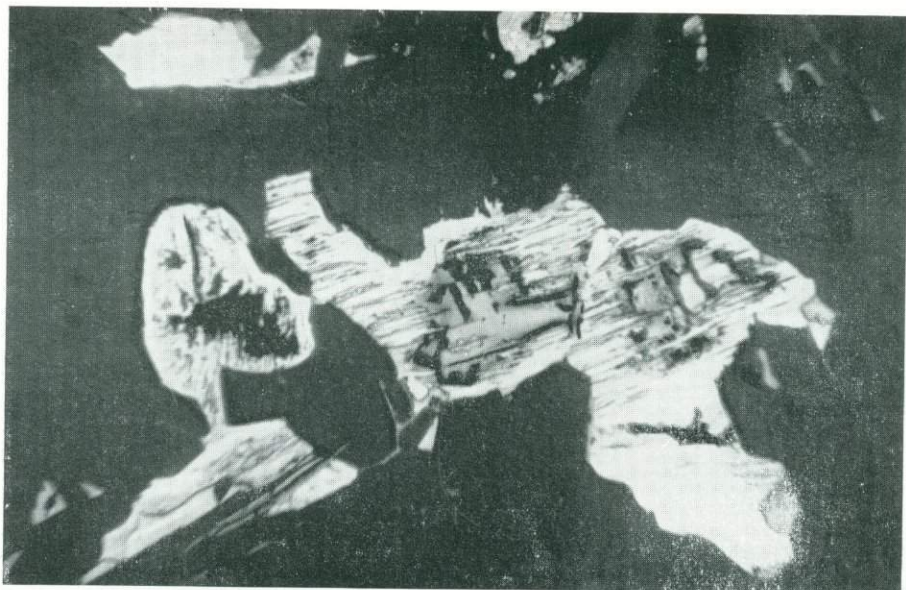


Рис. 48. Бахромчато-зональная и жеодовая (слева) микротекстуры.

Существенно пирротиновые вкрапленники (серое, особенно в центральных частях) с периферии замещены гематит-марказитовыми агрегатами (белое и светло-серое), черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда ( $\Pi_2$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 70$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 49. Прожилковая микротекстура.

Виоларит (светло-серое) в пентландите (белое) по трещинам спайности, серое — пирротин, черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда ( $\Pi_2$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 170$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

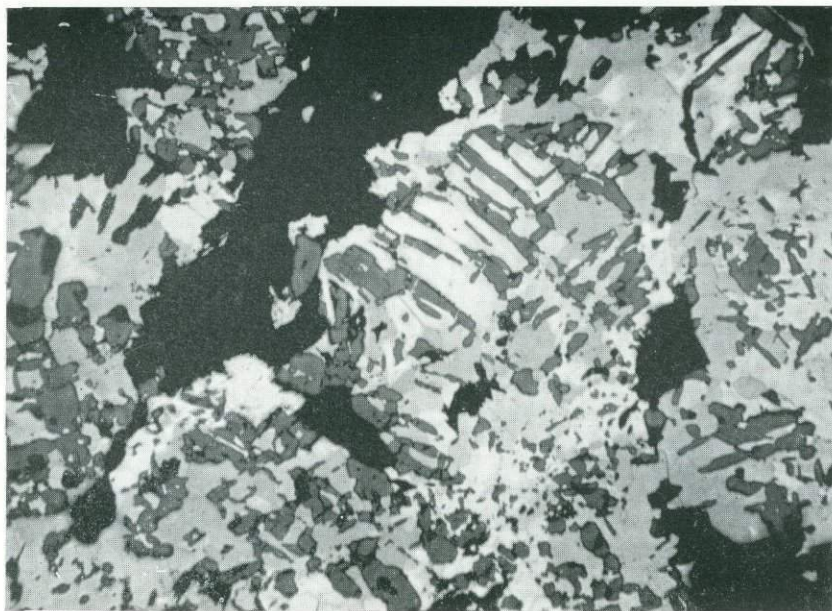


Рис. 50. Субграфическая микротекстура.

Магнетит (серое) в пирротине (светло-серое) и пентландите (белое). Густо-вкрапленная руда (П<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном [никеле, ×100. Коллекция Ю. А. Астафьева.

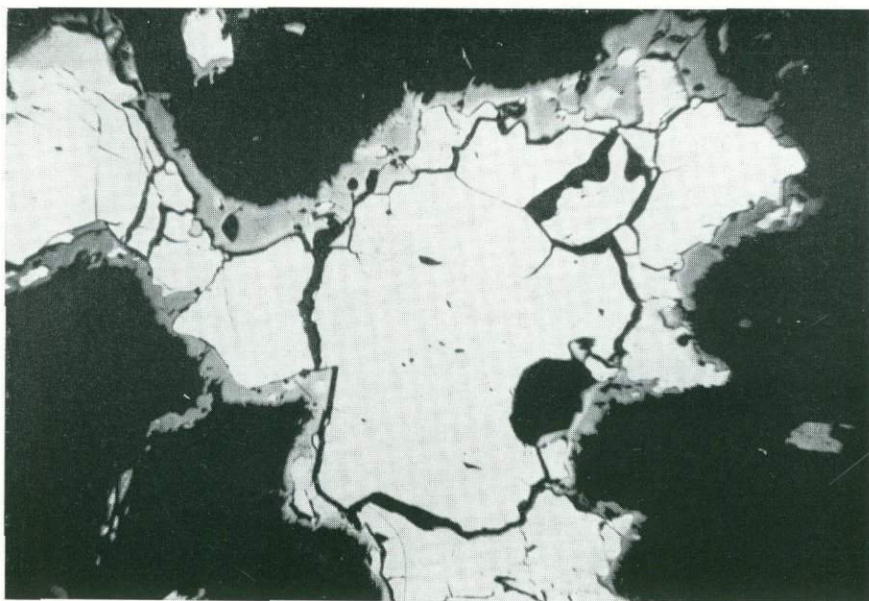


Рис. 51. Клеточная микротекстура.

Сульфиды (светло-серое) с краев замещены магнетитом (серое, рельефное), черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (П<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×50. Коллекция Ю. В. Гончарова.

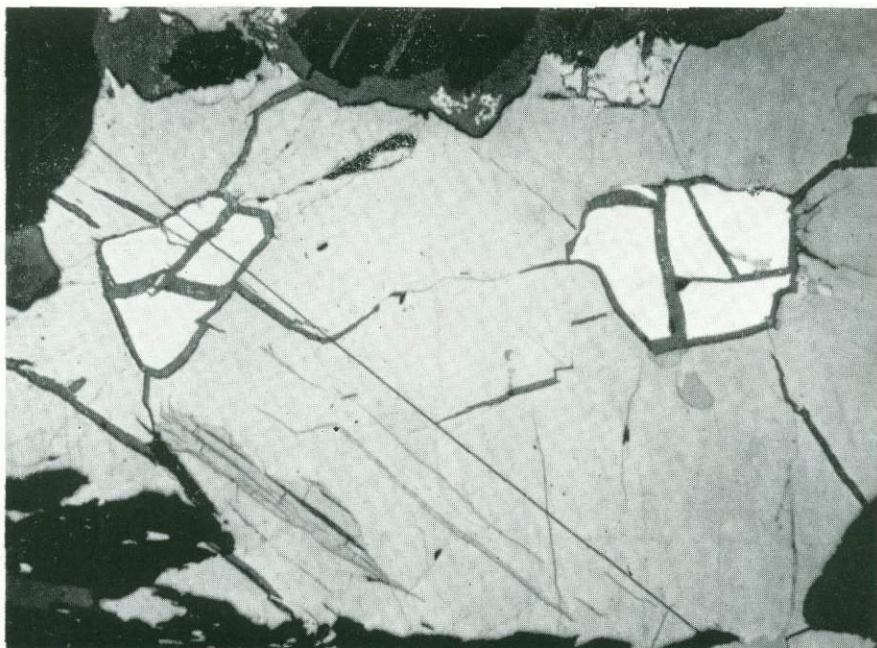


Рис. 52. Прожилково-каемочная микротекстура.

Каемки и прожилки магнетита (темно-серое) вокруг и внутри зерен сульфидов. Белое — пентландит, основная сульфидная масса — халькопирит с просечками пирротина (серое), черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 150$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 53. Плойчатая микротекстура.

Белое — сульфиды, черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 54. Гнейсовидная микротекстура.

Измененная сульфидная вкрапленность (серое) в норите (темное), белые рельефные выделения — пирит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 11$ . Коллекция И. С. Бартенева.

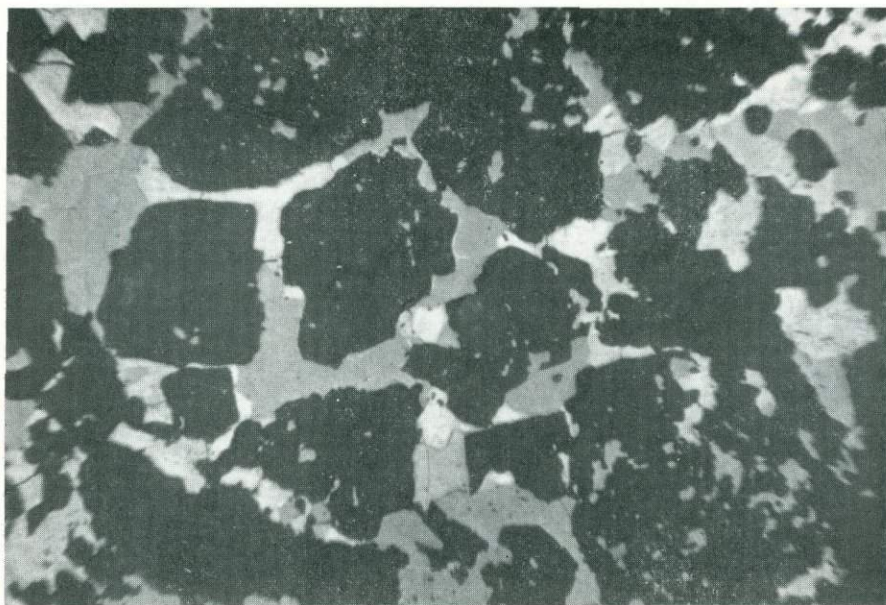


Рис. 55. Брекчиевидная микротекстура.

Обломки карбоната (темно-серое) сцементированы и частично замещены сульфидами (светло-серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.

ТАБЛИЦА III  
Брекчиевидные руды

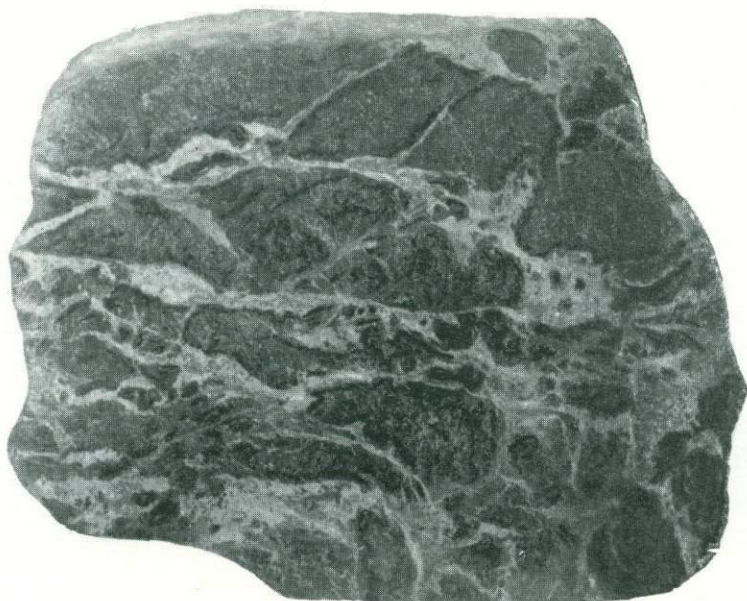


Рис. 56. Брекчиевая текстура.

Обломки серпентинита (темно-серое) с густой вкрапленностью сульфидов сцементированы мелкозернистым сульфидным агрегатом. Руда переходного типа от густо-вкрапленной (II<sub>1</sub>) к брекчиевидной (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Поляр. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

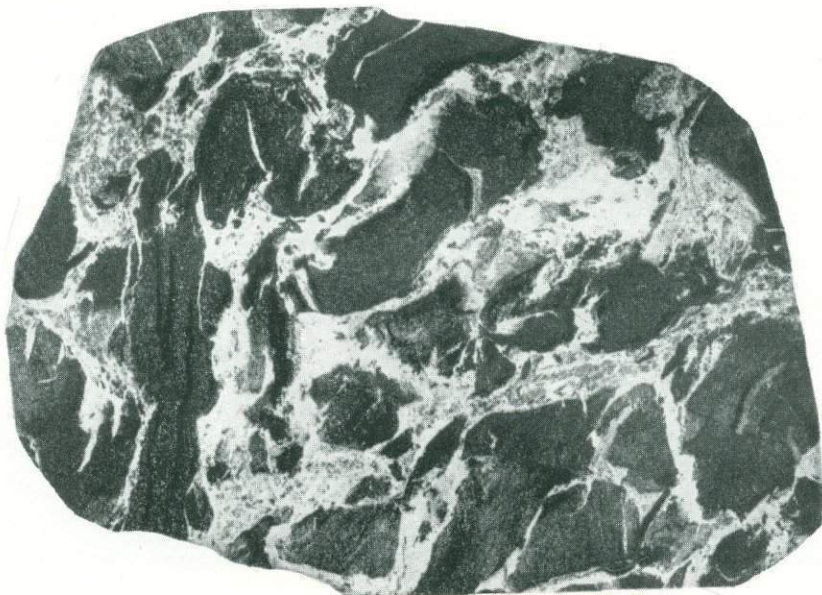


Рис. 57. Брекчиевая текстура.

Угловатые обломки филлита (темно-серое) сцементированы сульфидами (светло-серое). Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Поляр. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 58. Брекчиевая и брекчиевидная текстуры.

Обломки филлита (черное) сцементированы агрегатом халькопирита, пирротина и пентландита (светло-серое). Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 59. Брекчиевидная текстура.

Обломки серпентинита и филлита (темно-серое) сцементированы агрегатом пирротина, пентландита, халькопирита. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

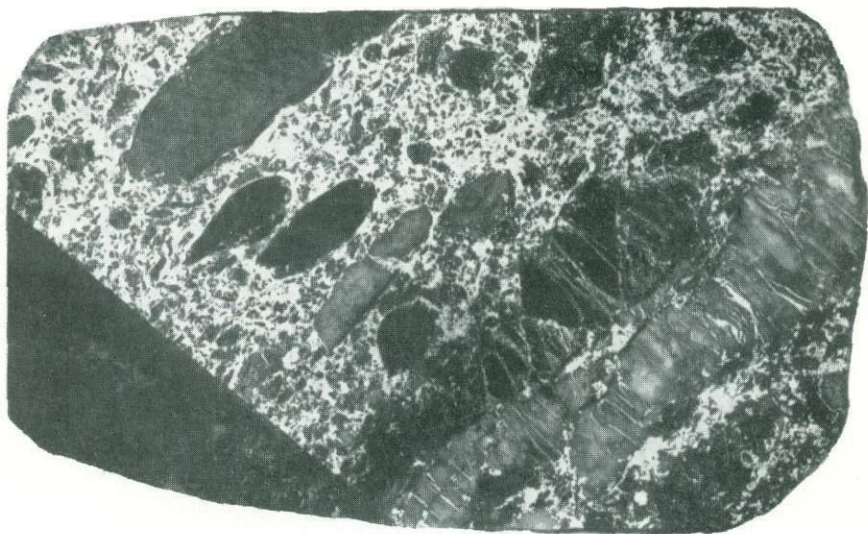


Рис. 60. Брекчиевидная текстура.

Обломки амфиболита (темно-серое) и гранитного пегматита (серое) сцементированы и частично замещены сульфидами (светлое). Брекчиевидная руда ( $\text{III}_2$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

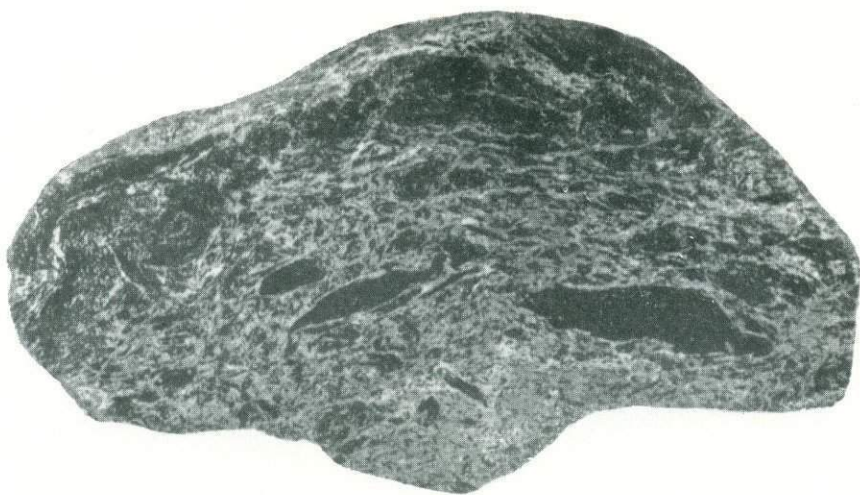


Рис. 61. Брекчиевидная текстура.

Обломки амфиболитов и гнейсов (темное) в сульфидном цементе (светлое). Брекчиевидная руда ( $\text{III}_1$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.

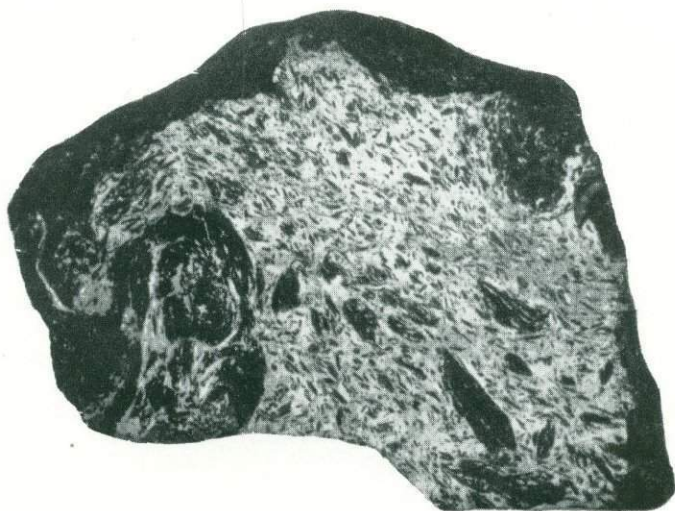


Рис. 62. Брекчиевидная текстура.

Линзовидные и неправильные обособления амфибол-биотитовых пород (темно-серое) сцементированы и частично замещены сульфидами (светло-серое). Брекчиевидная руда ( $\text{III}_1$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 63. Брекчиевидная текстура.

Неправильные обособления биотит-амфиболовых пород (черное) в значительной мере замещены сульфидами (светло-серое и серое). Брекчиевидная руда ( $\text{III}_2$ ). Аллареченский район. Полир. штупф,  $4/5$  нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 64. Грубо-пятнистая текстура.

Округлое включение густо-вкрапленной руды (слева внизу) в крупнозернистом сульфидном агрегате (серое различных оттенков, основная масса). Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

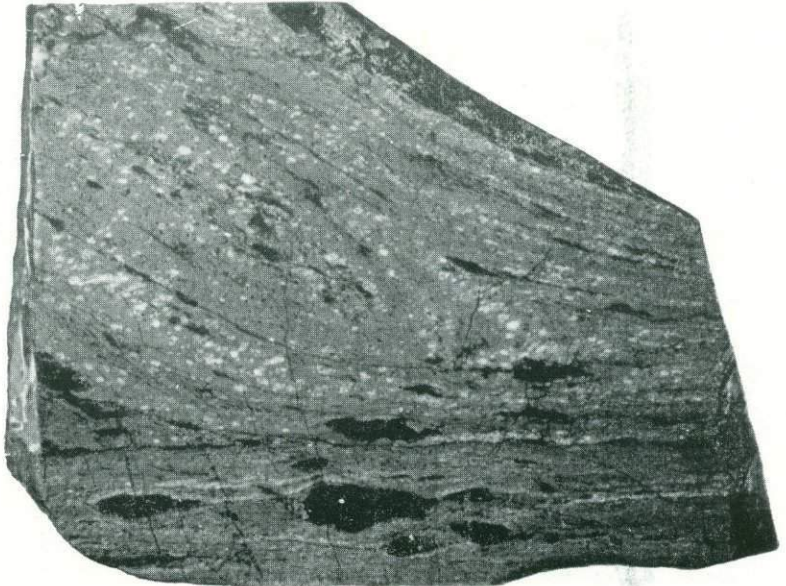


Рис. 65. Гнейсовидно-полосчатая текстура.

Порфирировидные выделения пентландита (светло-серое) и обломки вмещающих пород (черное) расположены ориентированно в пирротиновой массе (серое). Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

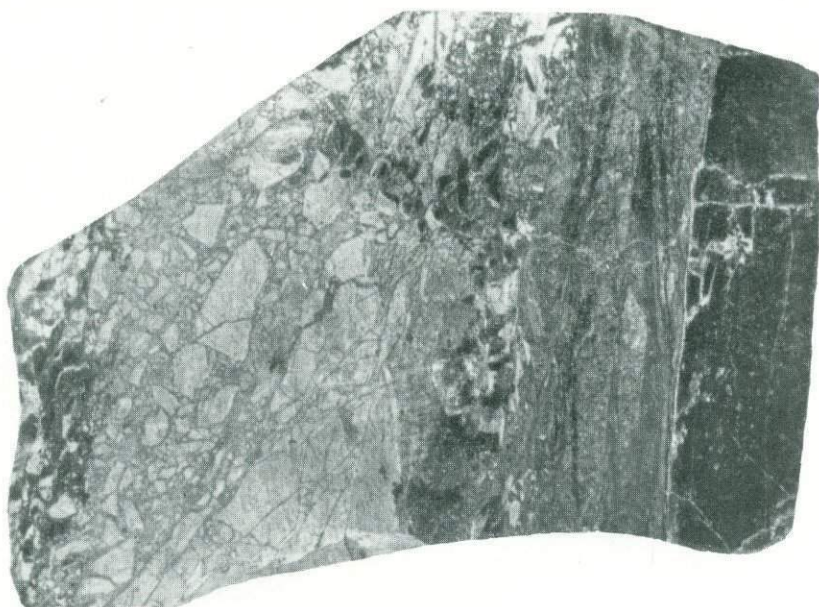


Рис. 66. Брекчиевая текстура.

Обломки руды пирротин-пентландитового состава (светлое) сцементированы карбонатом (серое), темно-серое и черное — вмещающая порода. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартенева.

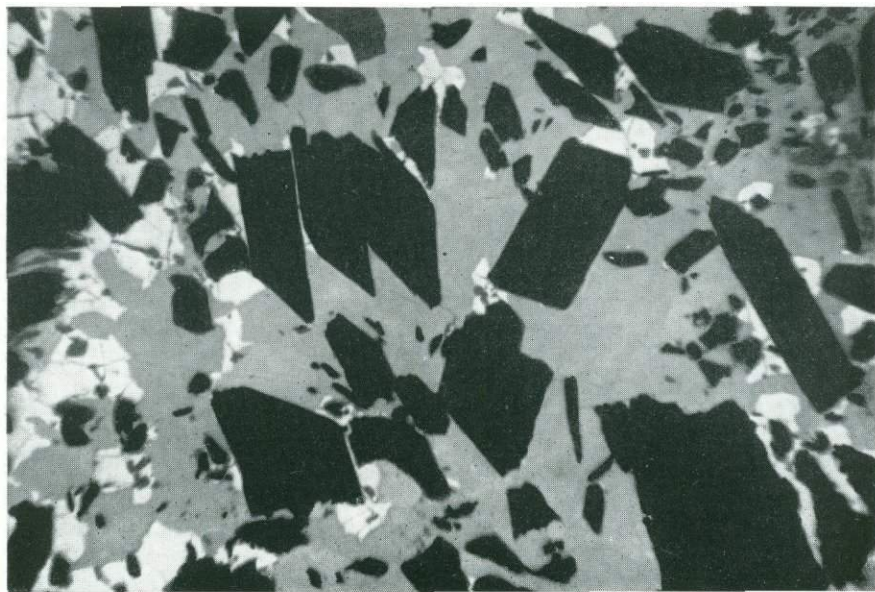


Рис. 67. Брекчиевидная микротекстура.

Обломки амфибола и биотита (черное) в сульфидной массе, серое — пирротин, белое — пентландит и халькопирит. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 68. Брекчиевидная микротекстура.

Обломки зерен амфибола (черное) сцементированы сульфидами (серое — пирротин, белое — центландит), идиоморфные рельефные зерна — пирит. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 60$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

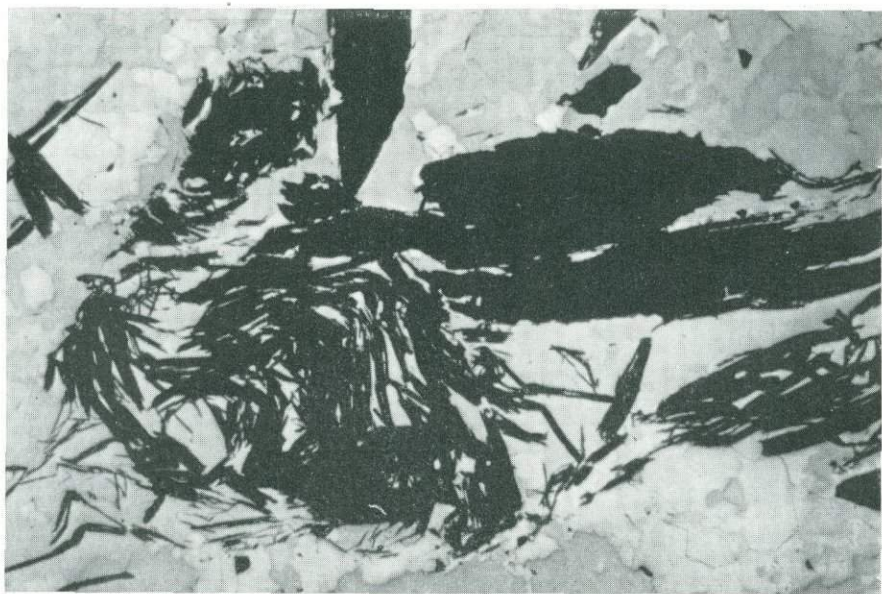


Рис. 69. Микротекстура «снежного кома».

Мелкие пластинчатые выделения биотита (темно-серое) расположены в сульфидах примерно по спирали (левая часть снимка), а крупные индивиды амфибола (темно-серое) — беспорядочно. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

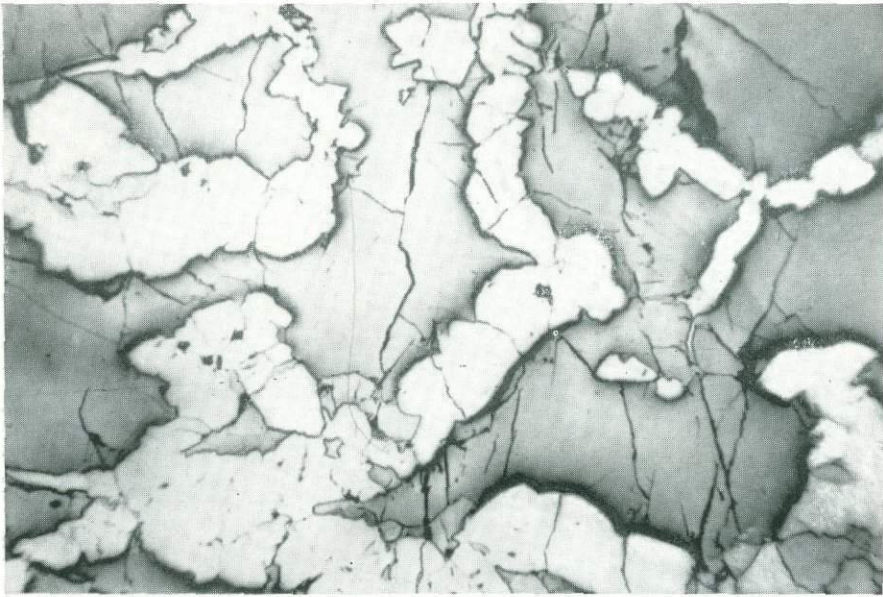


Рис. 70. Петельчатая микротекстура.

Шнуровидные выделения позднего пирита (белое, рельефное) в пирротине (светло-серое). Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

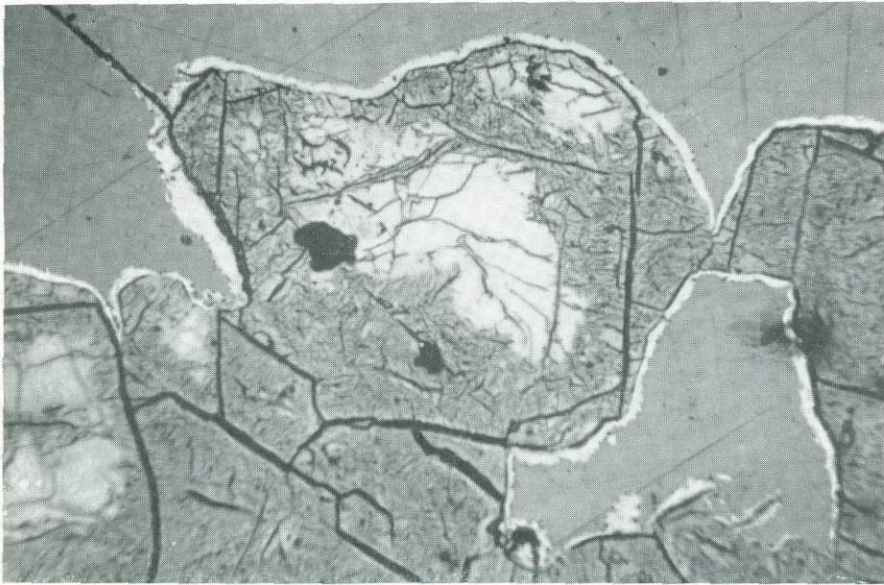


Рис. 71. Псевдоморфно-каемочная микротекстура.

Тонкая каемка миллерита (белое) на почти полной псевдоморфозе вюларита (серое, трещиноватое) по пентландиту (светло-серое), окружающая масса — халькопирит. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА IV  
Сплошные руды



Рис. 72. Массивная текстура.

Сульфиды (серое и светло-серое) представлены равномернозернистым агрегатом, содержащим изометрические (идиоморфные) включения магнетита (почти черное). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

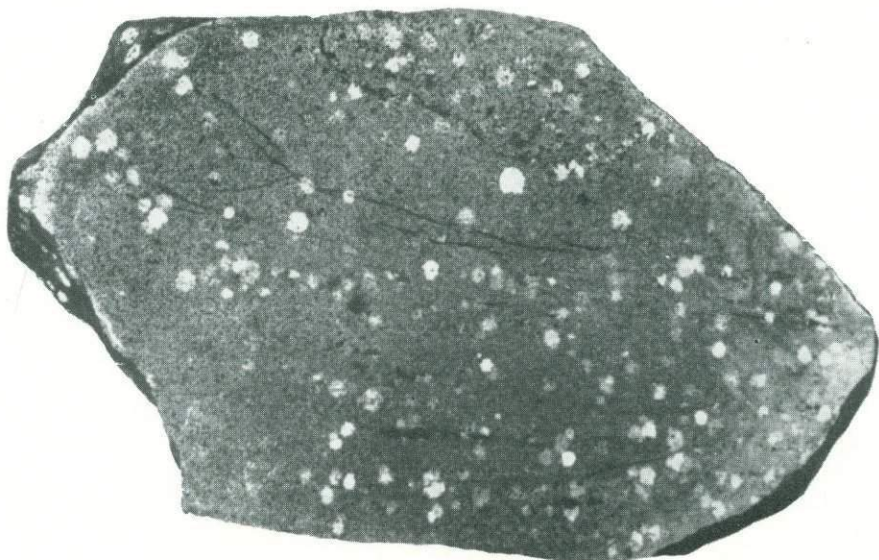


Рис. 73. Массивная текстура.

Порфиroidные зерна пентландита (белое) в тонкозернистой пирротиновой массе. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 74. Пятнисто-полосчатая текстура.

Полоски, цепочки и отдельные зерна пентландита (светлое) в мелкозернистой существенно пирротиновой сульфидной массе (серое). Сплошная руда ( $IV_1$ ). Печенгский район. Полир. штупф, 3/5 нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 75. Пятнистая текстура.

Порфиридные выделения пентландита (светло-серое) в халькопирит-пирротиновой массе (серое). Сплошная руда ( $IV_1$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, 1/2 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

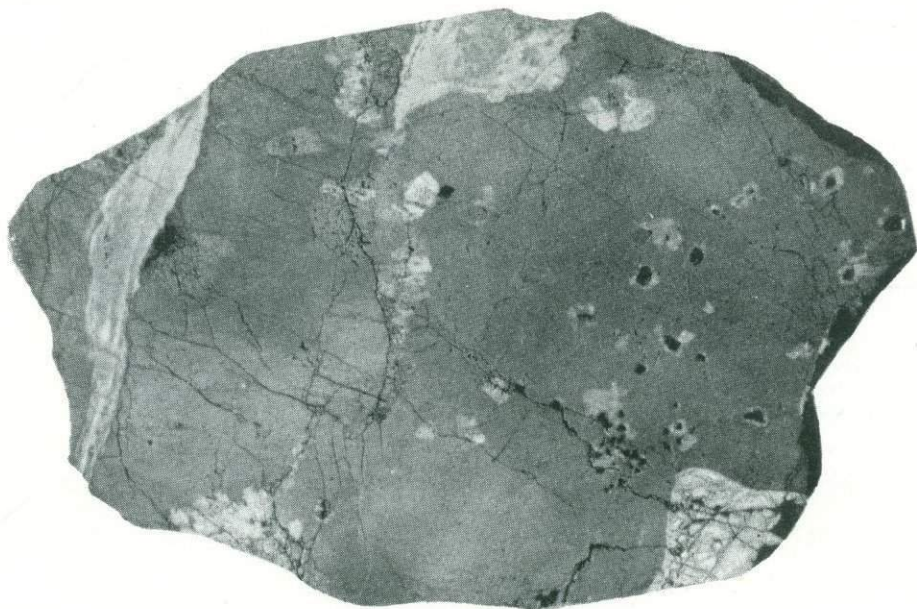


Рис. 76. Линзовидно-пятнистая текстура.

Изометрические и линзовидные обособления «матовой» руды (светло-серое и почти белое) в крупнозернистой пентландит-пирротиновой массе (серое), мелкие темно-серые изометрические выделения — магнетит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

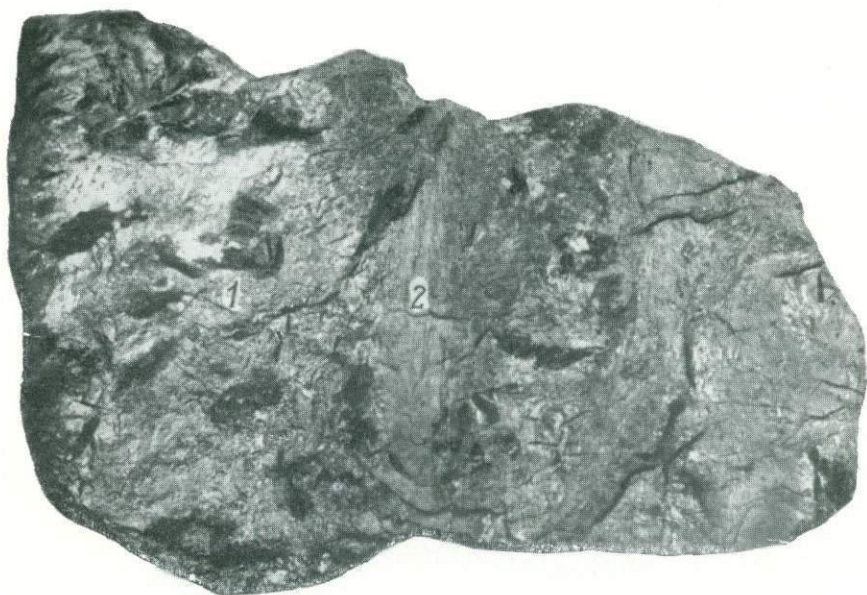


Рис. 77. Грубо-полосчатая текстура.

Участки крупнозернистых руд существенно халькопиритового состава (1) чередуются с участками blastomylonitized («матовых») руд (2). Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Мончегорский район. Штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартечева.

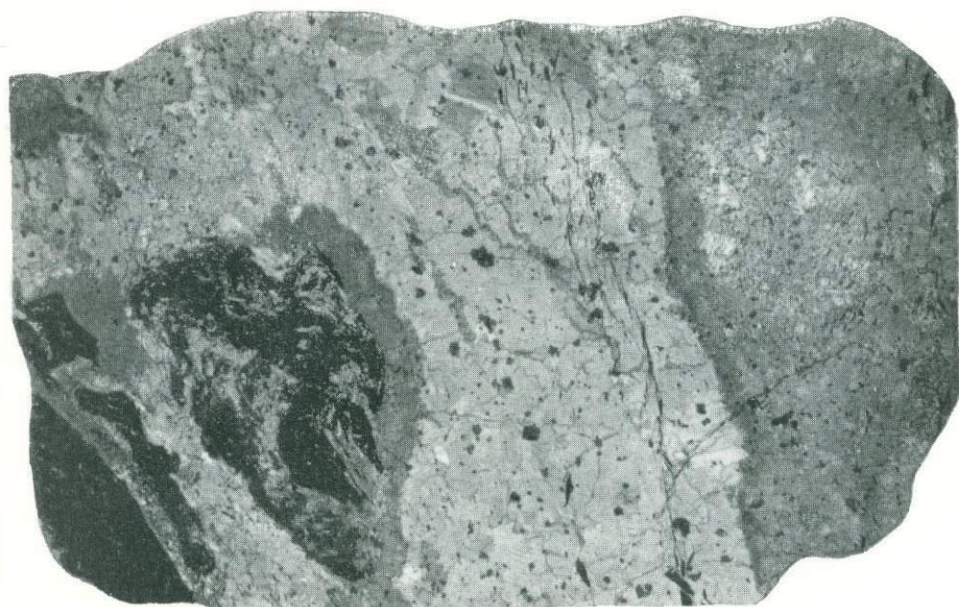


Рис. 78. Грубая пятнисто-полосчатая текстура.

Чередование неправильных полос существенно халькопиритового (светло-серое, центральная часть) и пентландит-пирротинового состава (серое, пентландит трещиноватый). Слева внизу — неправильные включения биотит-амфиболовой породы (черное); около одного из них каемка крупнозернистого пирротина. Мелкие черные пластинчатые выделения — биотит, изометрические — магнетит. Сплошная руда ( $IV_2$ ) из зоны перехода к брекчиевидной. Аллареченский район. Полир. штуп, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 79. Пятнисто-полосчатая текстура.

Светлые зерна — халькопирит и пентландит, темные — пирротин, многочисленные черные включения — магнетит. Сплошная руда ( $IV_1$ ). Аллареченский район. Полир. штуп, нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 80. Линзовидно-полосчатая текстура.

Порфировидные выделения пентландита линзовидной и неправильной формы (светло-серое) ориентированы параллельно контактам жилы, серое и темно-серое — пирротин-халькопиритовая масса. Сплошная руда ( $IV_1$ ). Мончегорский район. Штуф,  $4/5$  nat. вел. Коллекция И. С. Бартенева.



Рис. 81. Линзовидно-полосчатая текстура.

Светлые полосы — халькопирит, серые — пирротин и пентландит, многочисленные черные мелкие вкрапленники — магнетит. Сплошная руда ( $IV_2$ ). Аллареченский район. Полир. штуф,  $4/5$  nat. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 82. Полосчатая текстура.

Чередование полос халькопиритового (светлое) и пентландит-пирротинового (темно-серое) состава. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Печенгский район. Полир. шгуф, 1/2 нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.

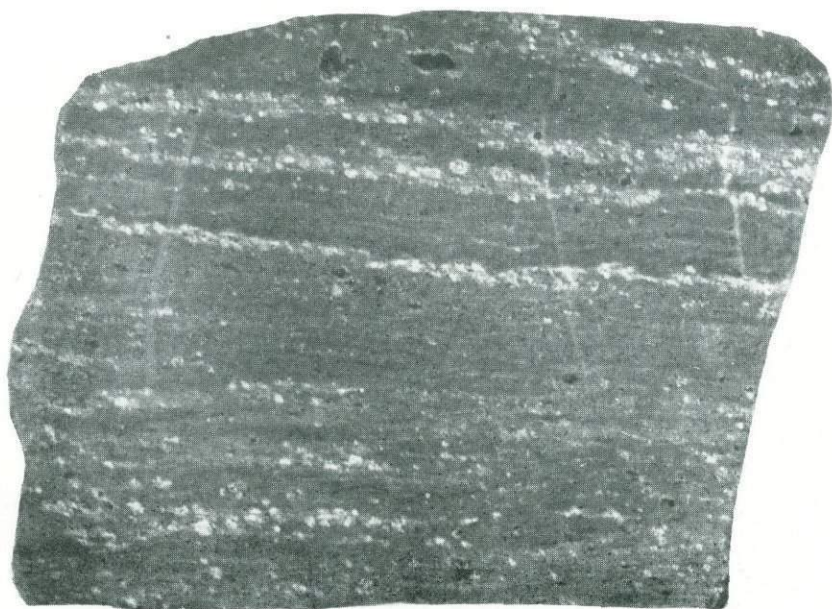


Рис. 83. Полосчатая текстура.

Цепочки и полосы пентландита (белое) в мелкозернистой халькопирит-пирротиновой массе; черное — нерудные. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. шгуф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 84. Неравномерно-полосчатая текстура.

Полосы переотложенного халькопирита (светло-серое) в мелкозернистой массе пирротин-пентландитового состава. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Г. И. Горбунова.

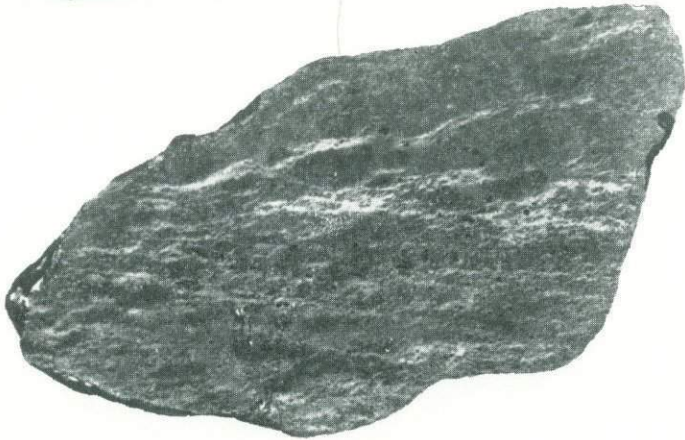


Рис. 85. Прожилково-полосчатая текстура.

Полоски и прожилки пирита (светлое) в пирротин-пентландитовом агрегате. Сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.

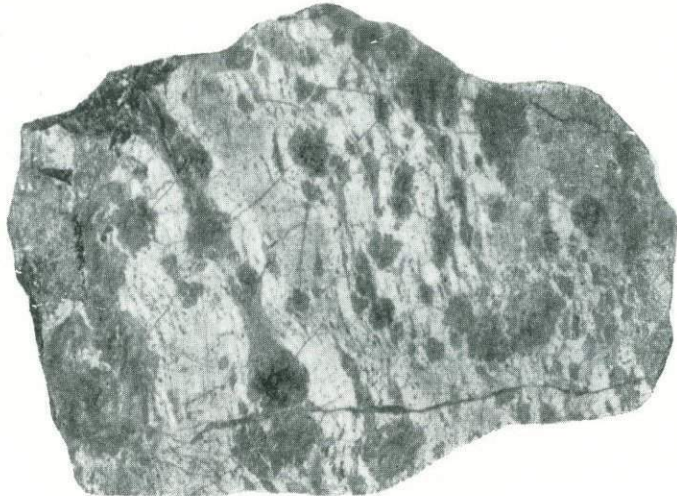


Рис. 86. Текстура развальцевания.

Раздавленные крупные зерна пентландита (темное) со шлейфом более мелких его обломков. Светлое — халькопирит-пиритовый агрегат, серое — халькопирит-пирротинный. Пиритизированная сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 87. Симметрично-зональная текстура.

Крайние части жилы сложены крупнозернистыми сульфидами (серое и светло-серое) и амфиболлизированным ромбическим пироксеном (темно-серое), а центральная часть — тонкозернистым развальцованным агрегатом («рудным blastомилонитом») пирит-пентландит-пирротитового состава (серое различных оттенков), вмещающая порода — пироксенит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Мончегорский район. Полир, штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция И. С. Бартевева.

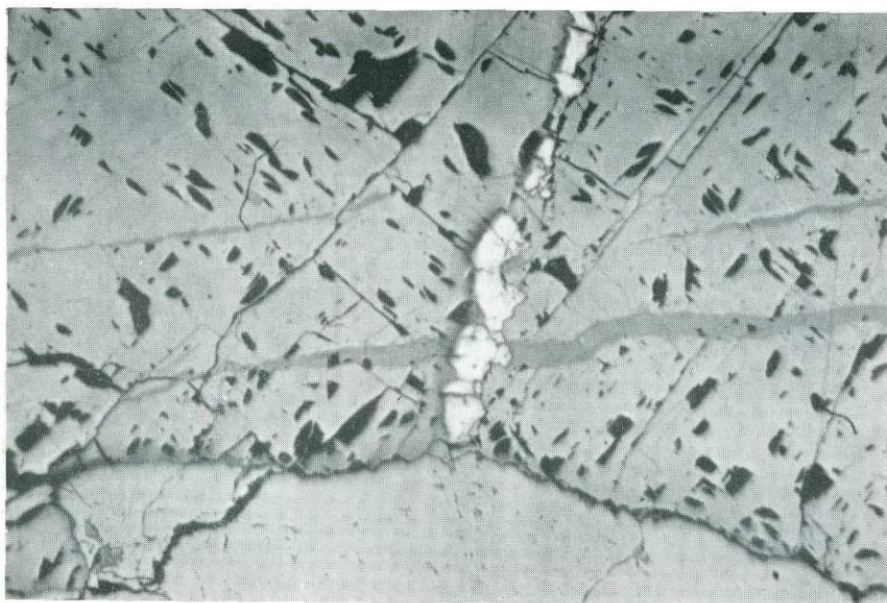


Рис. 88. Микротекстура пересечения.

Ранний пентландит (с характерными треугольниками выкристалливания) пересечен прожилками халькопирита (серое) и пирита (белое). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 40$ . Коллекция И. С. Бартевева.

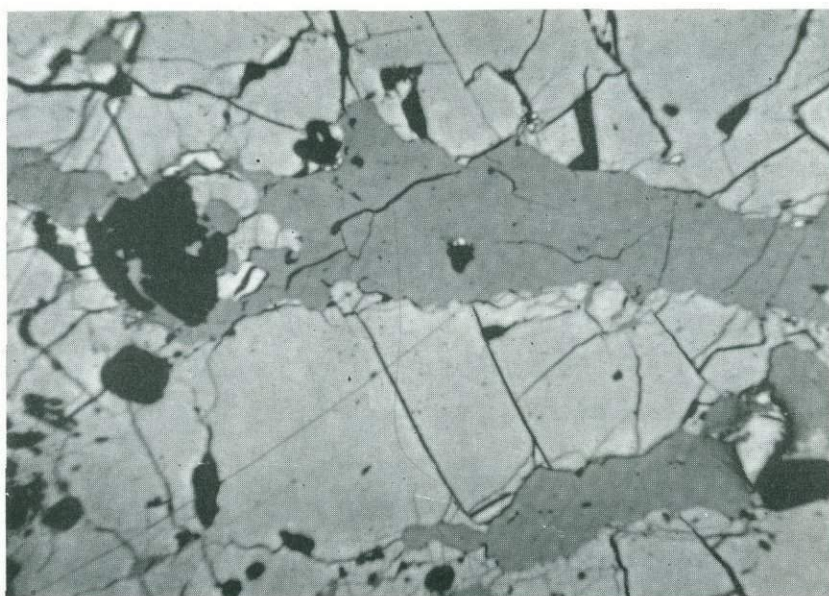


Рис. 89. Микротекстура пересечения.

Прожилки пирротина (серое) в пентландите (основная светло-серая масса), мелкие белые выделения — пирит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 40$ . Коллекция И. С. Бартенева.

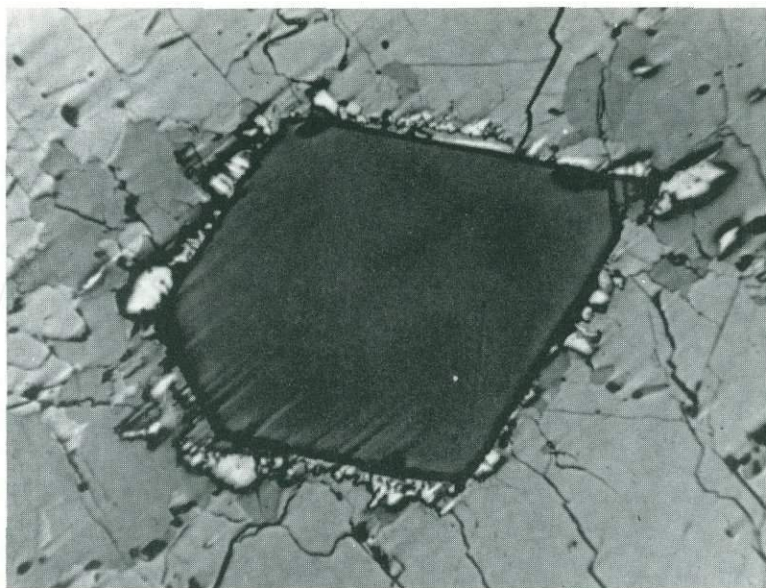


Рис. 90. Цепочечная микротекстура.

Цепочки мелких зерен пирита (белое, рельефное) приурочены к зоне контакта идиоморфного вкрапленника магнетита (темно-серое) в пирротин-пентландитовом агрегате (серое и светло-серое). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Алгареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

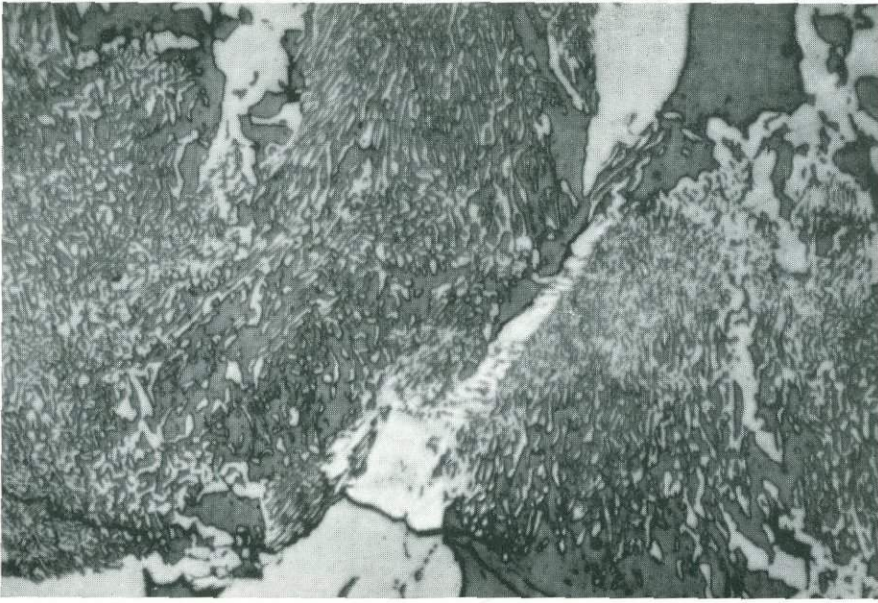


Рис. 91. Субграфическая микротекстура.

Мелкие жгутовидные вроски и неправильные скопления пирита (белое, рельефное) в халькопирите (серое). Сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×500. Коллекция Г. И. Горбунова.

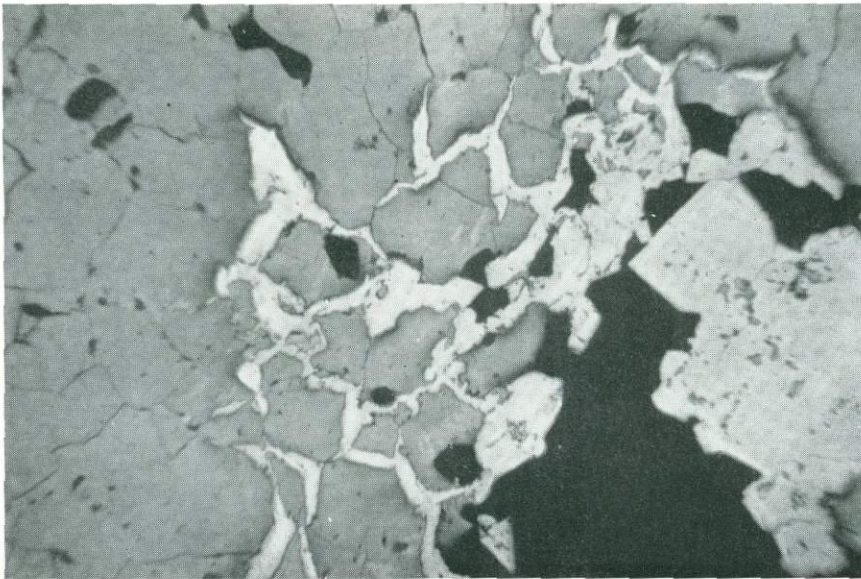


Рис. 92. Петельчатая микротекстура.

Пирит (белое) в промежутках между зернами пирротина (серое), черное — силикаты. Сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле, ×100. Коллекция Ю. А. Астафьева.

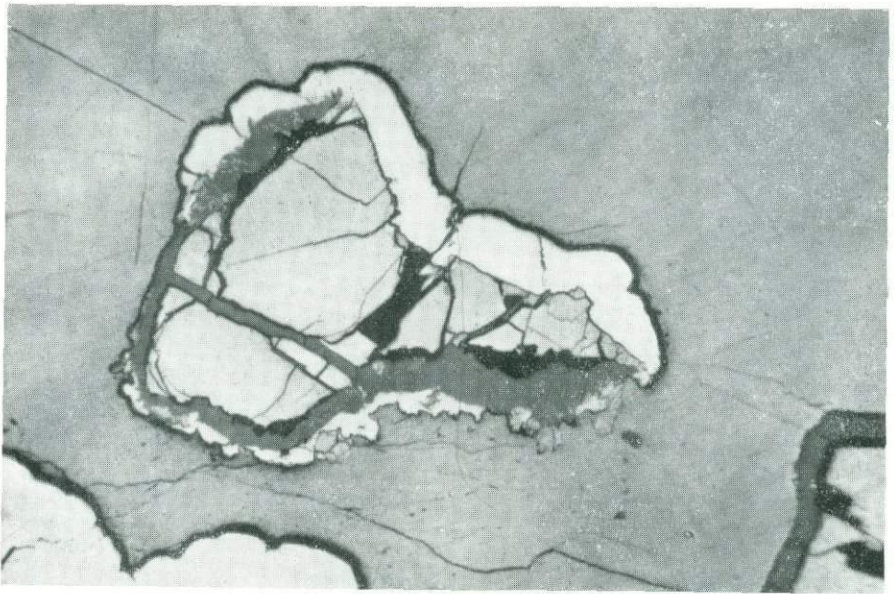


Рис. 93. Каемочная микротекстура.

Пентландит (светло-серое) окаймлен магнетитом (темно-серое) и пиритом (белое), окружающий серый фон — халькопирит, замещаемый пиритом (внизу). Сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×150. Коллекция Ю. В. Гончарова.

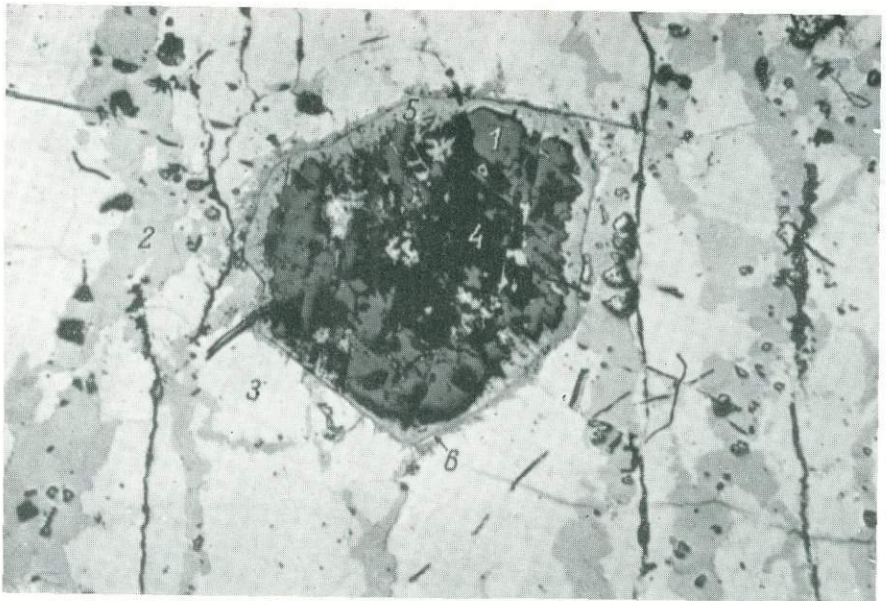


Рис. 94. Каемочная микротекстура.

Кристалл магнетита (1) в пирротин (2)-халькопиритовом (3) агрегате метасоматически замещен мельникситом (4) и пирротин (5). По границе магнетита — макинавит (6). Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле, ×40. Коллекция И. С. Бартечева.

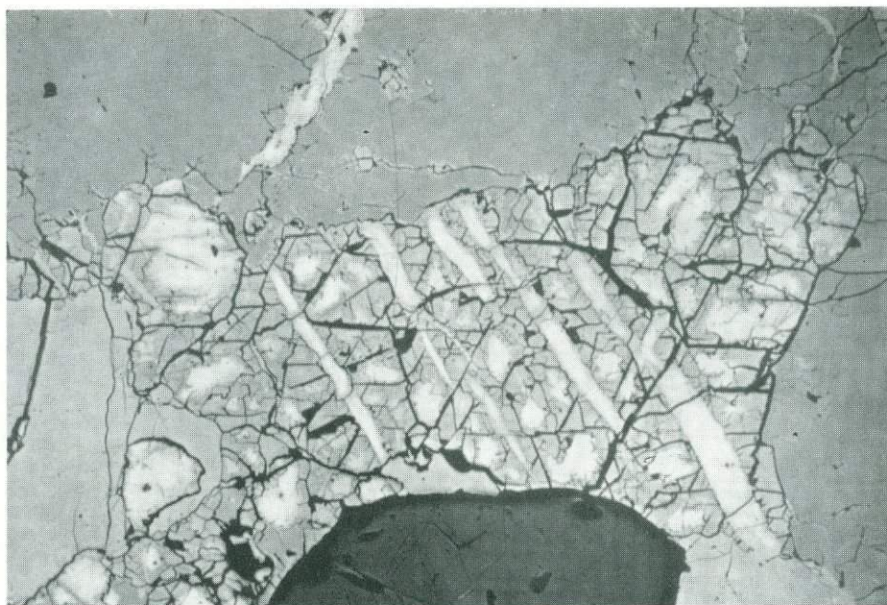


Рис. 95. Коррозионная микротекстура.

Пентландит (белое, реликты), содержащий пластинчатые и линзовидные тельца распада твердого раствора халькопирита (светло-серое), почти нацело замещен виоларитом (чуть темнее халькопирита, сильно трещиноватый), окружающая серая масса — пирротин, темно-серое рельефное зерно внизу — магнетит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 180$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

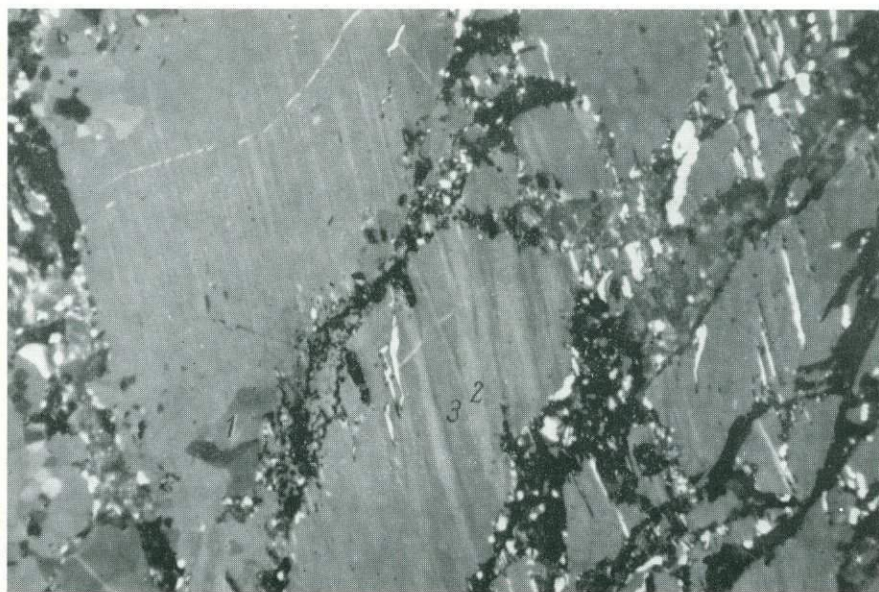


Рис. 96. Прожилково-петельчатая микротекстура.

Выделения пирротина (1), макинавита (ярко-белое) и нерудного минерала (черное) в тонкопластинчатом халькопирит (2)-кубанитовом (3) агрегате. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, никели скрещены,  $\times 60$ . Коллекция И. С. Бартевева.

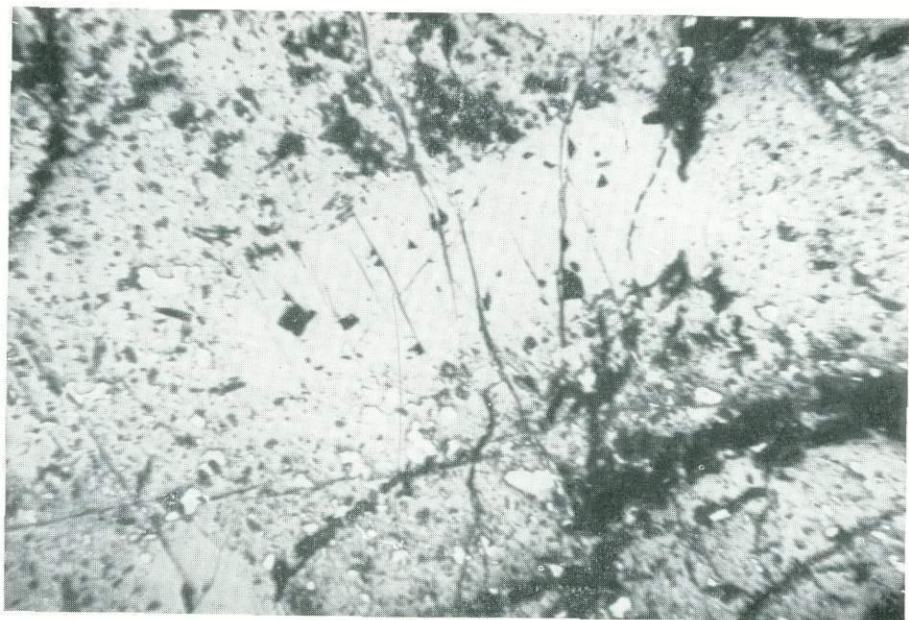


Рис. 97. Порфирокластическая микротекстура.

Катаклазированное зерно раннего магнетита (светло-серое) в тонкозернистом агрегате позднего магнетита (серое), мелкие белые выделения — сульфиды. Сплошная руда (IV<sub>4</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле, ×40. Коллекция И. С. Бартевева.

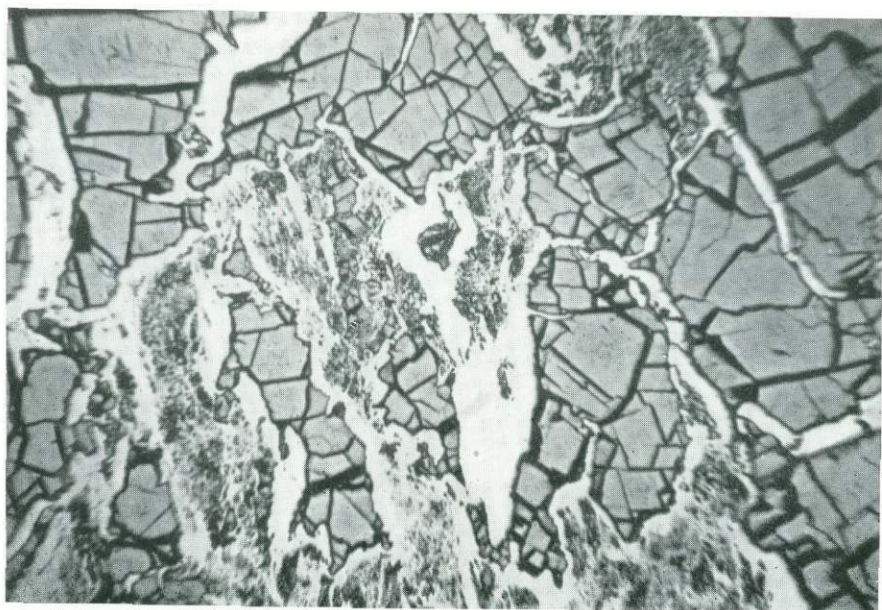


Рис. 98. Прожилково-кластическая микротекстура.

Раздробленный пентландит (серое, с грубыми следами спайности) заменен мелкозернистым пиритом (белые прожилки и неправильные выделения). Сплошная руда (IV<sub>4</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×100. Коллекция Ю. В. Гончарова.

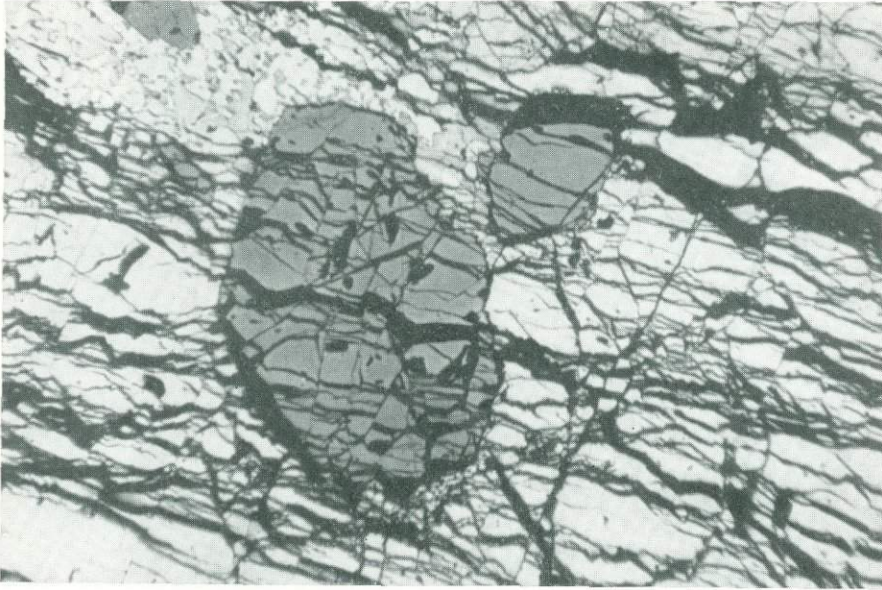


Рис. 99. Брекчиевая микротекстура.

Сульфидная масса (светло-серое и белое) раздроблена и сцементирована карбонатами (черное), темно-серые идиоморфные выделения — магнетит. Сплошная руда (IV). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 70$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

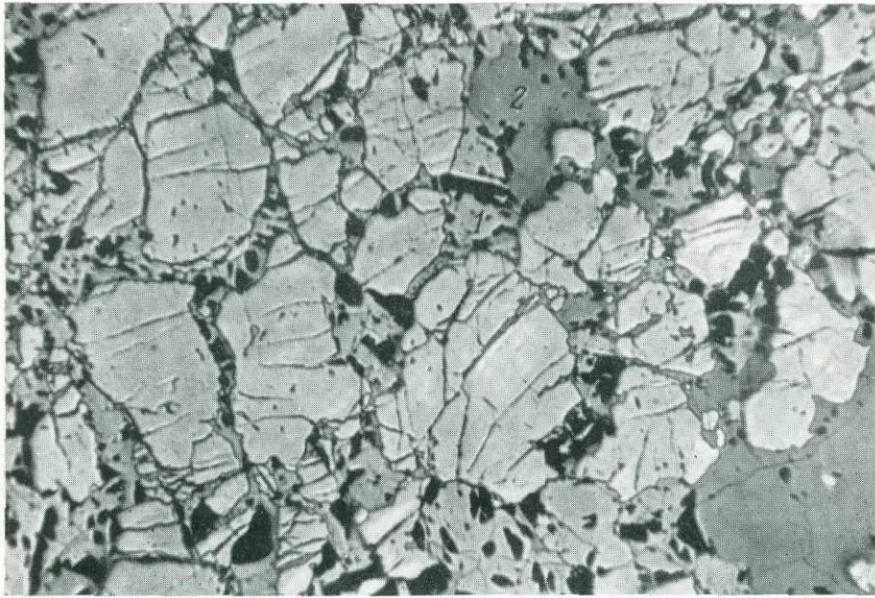


Рис. 100. Обломочная микротекстура.

Раздробленные выделения пирита (белое) сцементированы пентландитом (1) и пирротинном (2). Сплошная руда (IV). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 40$ . Коллекция И. С. Бартева.

ТАБЛИЦА V  
Оруденелые экзоконтактовые метасоматиты

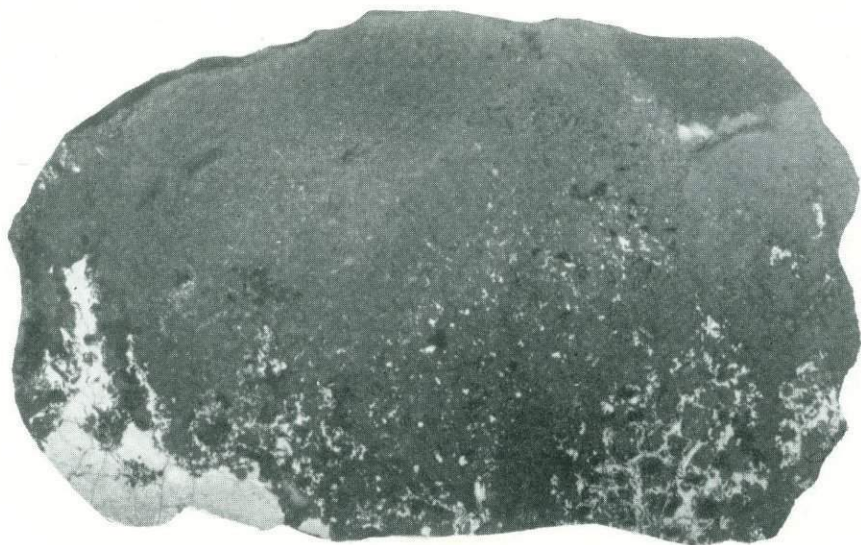


Рис. 101. Пятнисто-вкрапленная текстура.  
Неправильные обособления и вкрапленность сульфидов (светло-серое) в существенно гранатовой породе (темно-серое). Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 102. Гнездово-вкрапленная текстура.  
Гнезда и неправильная вкрапленность сульфидов (светло-серое и серое) в гранат-биотит-амфиболовой породе (темно-серое). Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_1$ ). Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 103. Неравномерно-вкрапленная текстура.

Мелкие ксеноморфные выделения сульфидов (белое) в гранат-кварцевой (левая часть) и биотит-амфиболовой (правая часть) породах. Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район. Полир. штуф,  $4/5$  нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 104. Сгустково-вкрапленная текстура.

Мелкая ксеноморфная вкрапленность сульфидов (белое) в виде скоплений (сгустков) неправильной формы в кварц-гранатовой породе (серое и темно-серое). Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район. Полир. штуф,  $3/5$  нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 105. Полосчато-вкрапленная текстура.

Сульфидная вкрапленность (белое) в амфибол-гранат-кварцевой породе (серое). Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район. Полир. штуф,  $4/5$  нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

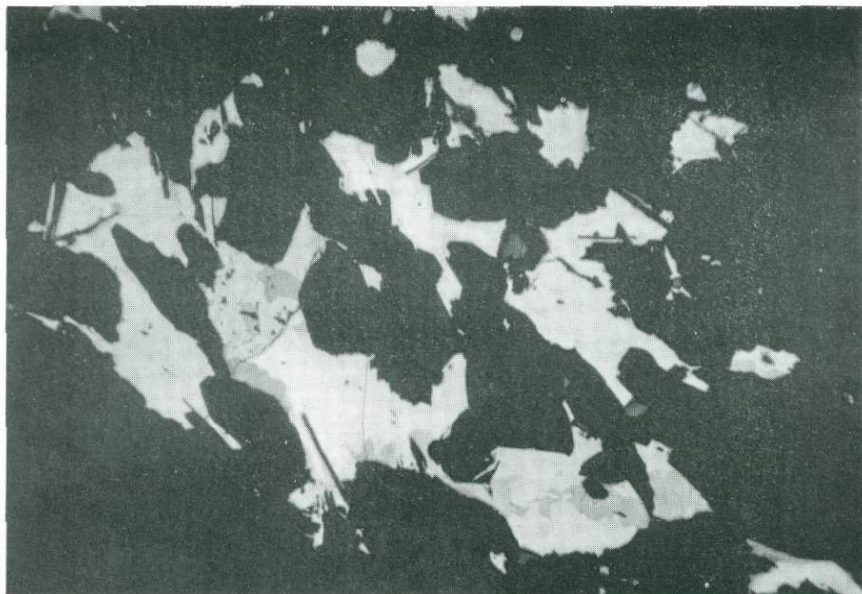


Рис. 106. Интерстициальная микротекстура.

Халькопирит (серое) и борнит (темно-серое) в промежутках между зернами амфибола (черное). Оруденелая биотит-амфиболовая порода (V<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 50$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

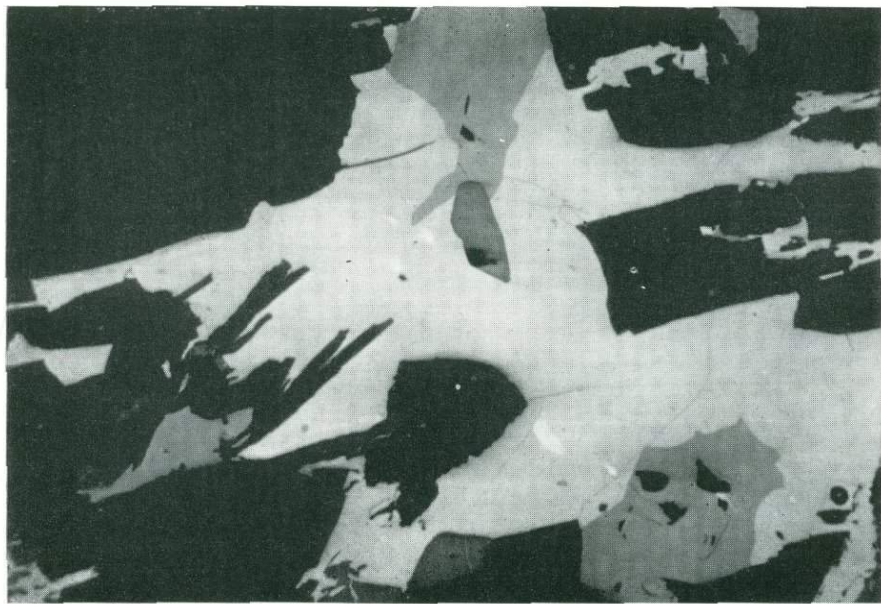


Рис. 107. Интерстициально-коррозионная микротекстура.

Амфибол и биотит (темно-серое, почти черное) корродированы халькопиритом (белое) и борнитом (серое); серые рельефные зерна (в центре и слева внизу) — ильменит. Оруденелая биотит-амфиболовая порода (V<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

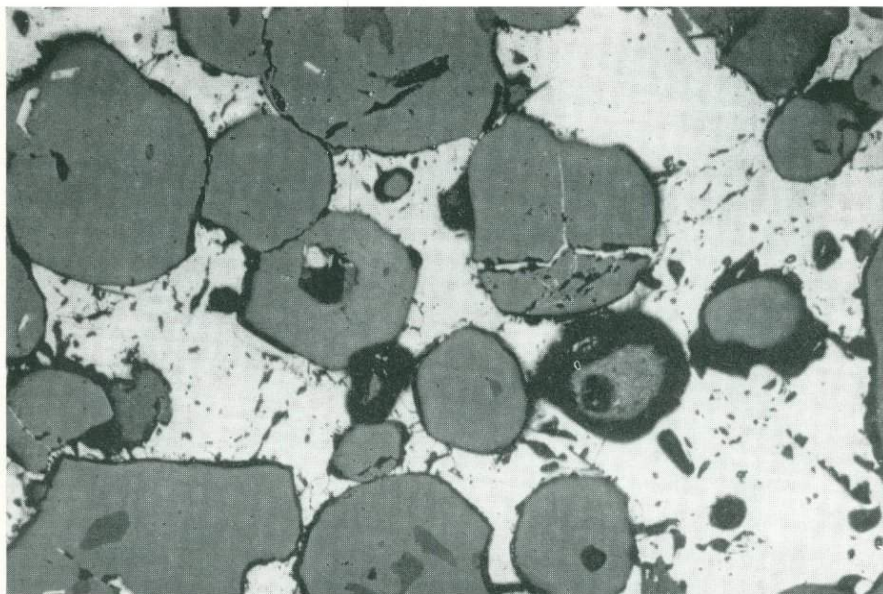


Рис. 108. Цементная микротекстура.

Идиоморфные зерна граната (серое, рельефное) сцементированы и частично замещены халькопиритом (белое), темно-серые вроски в гранате — кварц. Оруденелая кварц-гранатовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район, Аншлиф, при одном никеле,  $\times 70$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

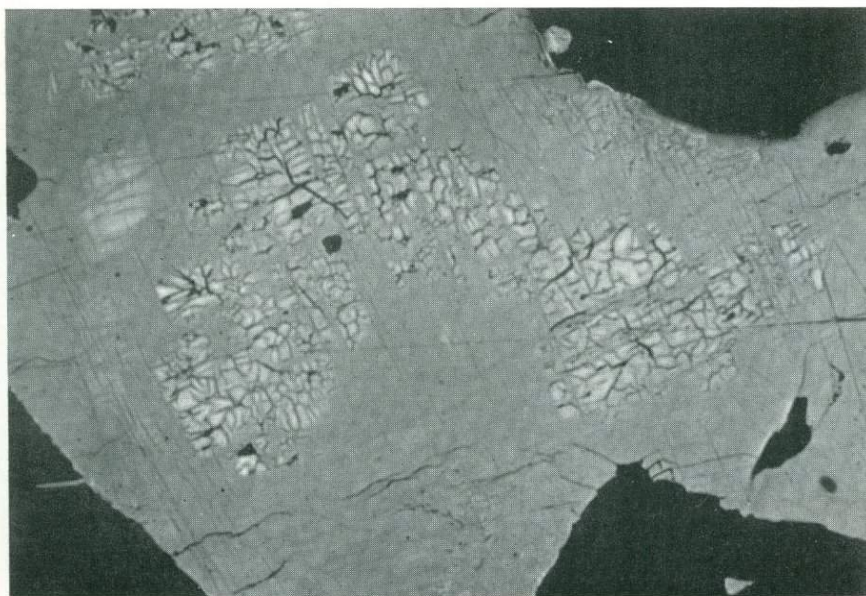


Рис. 109. Реликтовая микротекстура.

Реликты виоларитизированного пентландита (светло-серое, трещиноватое) в халькопирите (серое), черное — силикаты. Оруденелая биотит-амфиболовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район, Аншлиф, при одном никеле,  $\times 150$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА VI  
Оруденелые вмещающие породы



Рис. 110. Вкрапленная текстура.  
Сульфиды (белое) в виде ксеноморфных выделений в среднезернистом гранитном пегматите (серое и темно-серое). Оруденелый пегматит (VI<sub>2</sub>).  
Аллареченский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

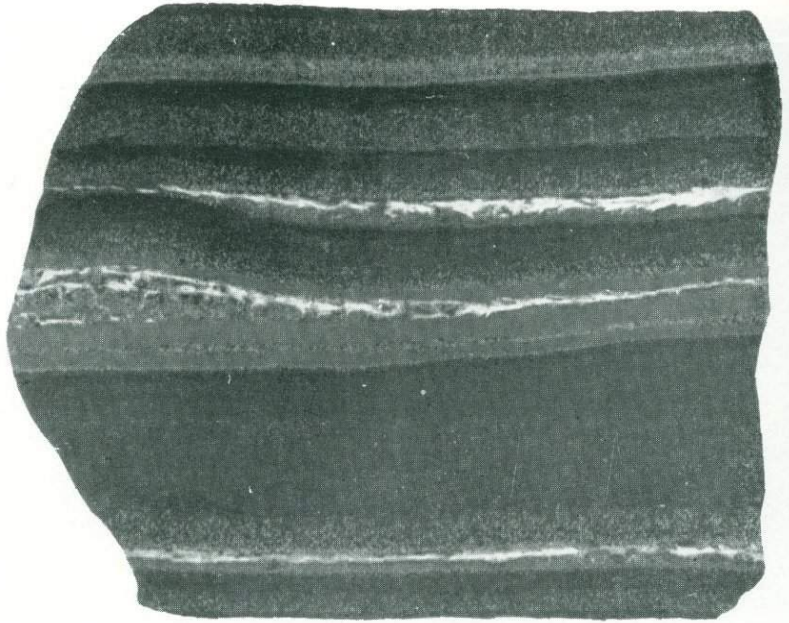


Рис. 111. Полосчатая текстура.  
Чередование оруденелых прослоев филлита (светло-серое) с безрудными (темно-серое). Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 3/5 нат. вел.  
Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 112. Изогнуто-полосчатая текстура.

Белое — сульфиды, темно-серое — прослой филлита. Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 3/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

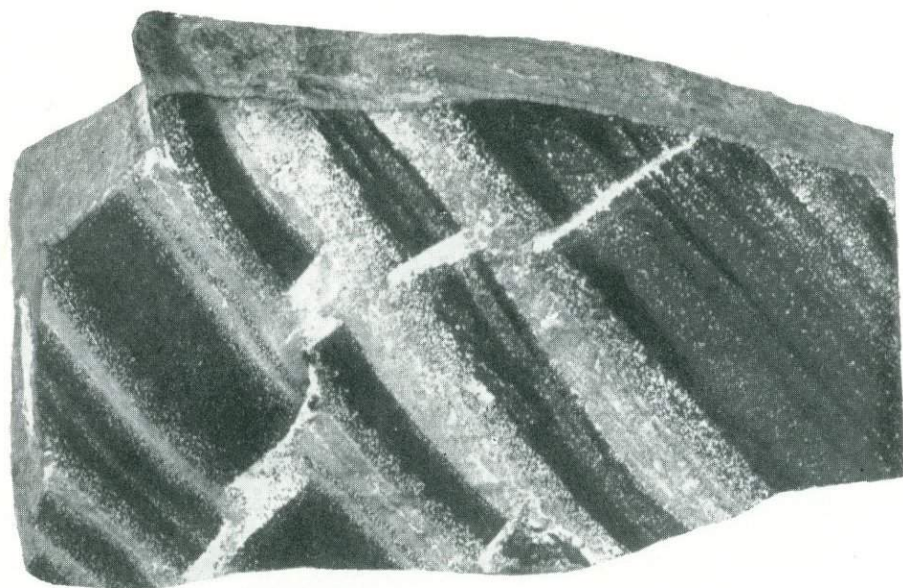


Рис. 113. Прожилково-полосчатая текстура.

Прослой филлита (черное), в разной степени обогащенные халькопиритом и пирротинном (серое), пересечены прожилками халькопирит-пирротин-пентландитового состава (светло-серое). Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 114. Прожилково-полосчатая текстура.

Прослой филлитовидного сланца (серое и темно-серое), безрудные и обогащенные сульфидами, пересечены прожилками и просечками халькопирита и пирротина (белое). Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 1/2 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

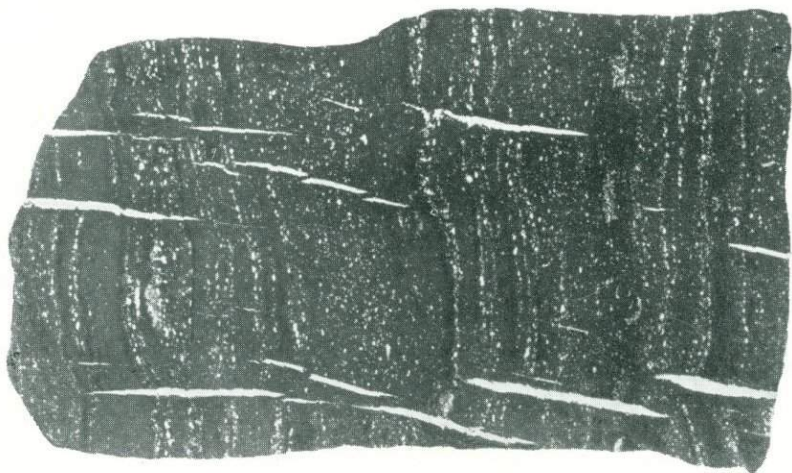


Рис. 115. Прожилково-полосчатая текстура.

Прослой филлита (темно-серое) с мелкой вкрапленностью пирротина и пирита пересечены прожилками пирротина (белое). Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штупф, 4/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 116. Прожилково-полосчатая текстура.

Прослой филлита (темно-серое) с тонкой вкрапленностью сульфидов пересечены жилками халькопирита (светло-серое). Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф, 1/2 нат. вел. Коллекция. Ю. А. Астафьева.



Рис. 117. Прожилковая текстура.

Прожилки и неправильные обособления сульфидов (белое) в среднезернистом гранитном пегматите (серое и темно-серое). Оруденелый пегматит (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Полир. штуф, нат. вел. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 118. Сетчатая текстура.

Сульфиды (белое) выполнили полости отслаивания в филлите (горизонтальные прожилки) и трещины, пересекающие их. Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуп, 1/2 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 119. Плойчато-полосчатая текстура.

Светло-серое — сульфиды, темно-серое и черное — прослой сланца. Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуп, нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 120. Плойчатая текстура.

Серое и светло-серое — сульфиды, черное — перудные. Оруденелый филлит ( $VI_1$ ). Печенгский район. Полир. штупф, нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 121. Складчатая текстура.

Сложно деформированные прослои филлита (темно-серое) в сульфидном агрегате (светло-серое и белое). Оруденелый филлит ( $VI_1$ ). Печенгский район. Полир. штупф, 2/5 нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 123. Друзовая текстура.

Кристаллы кальцита (светло-серое) и пластинки пирротина (темно-серое) на стенках трещин в измененном габбро. Оруденелое габбро (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Штуф,  $\times 1.5$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

← Рис. 122. Плойчатая текстура.

Белое — сульфиды, серое и темное-серое — нерудные. Оруденелый сланец (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Полир. штуф,  $\frac{4}{5}$  нат. вел. Коллекция Ю. А. Астафьева.

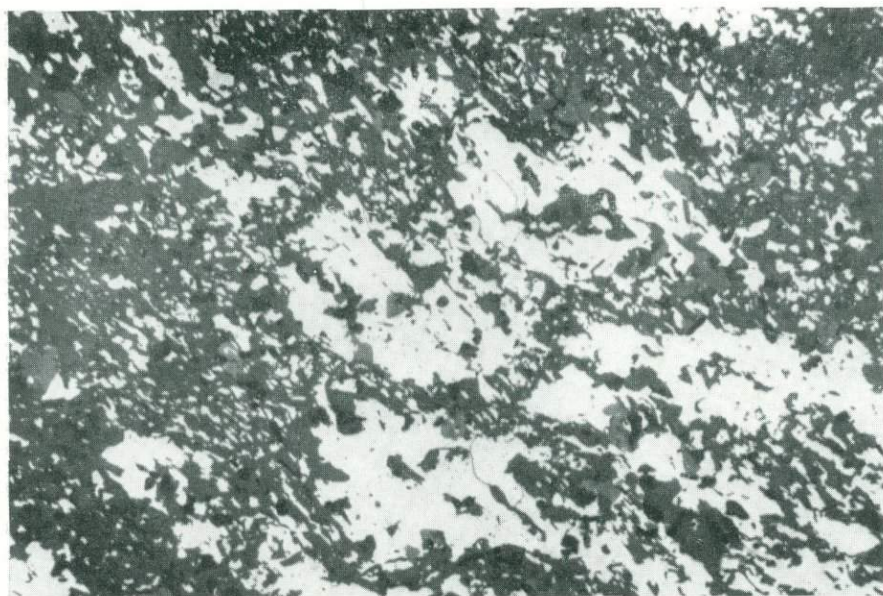


Рис. 124. Пятнистая микротекстура.

Агрегаты пирротина, халькопирита и пентландита (светло-серое) в филлите. Белое рельефное — арсениды. Оруденелый филлит (VI<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе, ×100. Коллекция Ю. А. Астафьева.

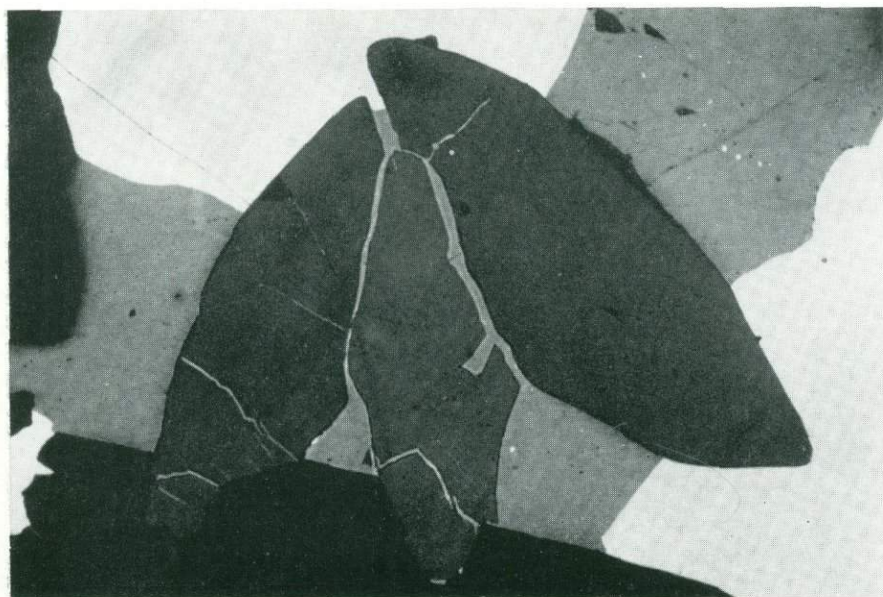


Рис. 125. Цементная микротекстура.

Идиоморфные зерна сфена (темно-серое) цементированы и частично корродированы халькопиритом (белое) и борнитом (серое), черное — амфибол. Оруденелый амфиболит (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе, ×300. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

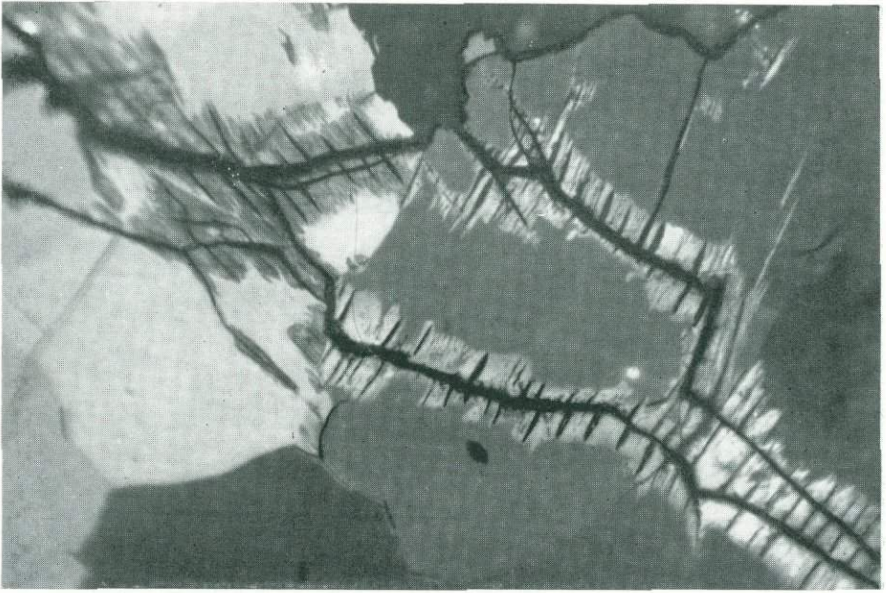


Рис. 126. Прожилково-коррозионная микротекстура.

Пирротин (крупные зерна от светло-серых до темно-серых) вдоль трещин замещен дисульфидами железа. Оруденелый филлит ( $VI_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.

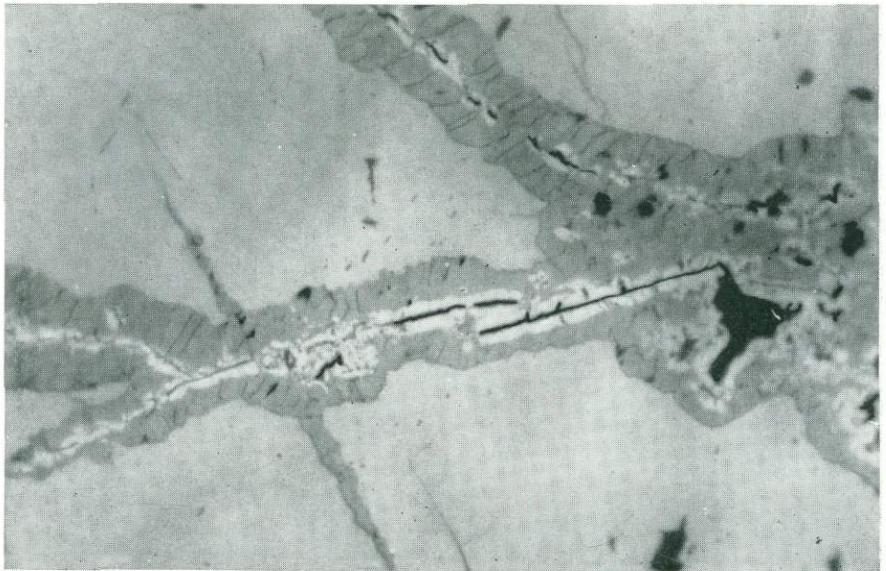


Рис. 127. Зонально-прожилковая микротекстура.

Миллерит (белое)-халькозиновые (темно-серое) зональные прожилки в халькопирите (светло-серое), черное — карбонаты. Оруденелый гранито-гнейс ( $VI_2$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

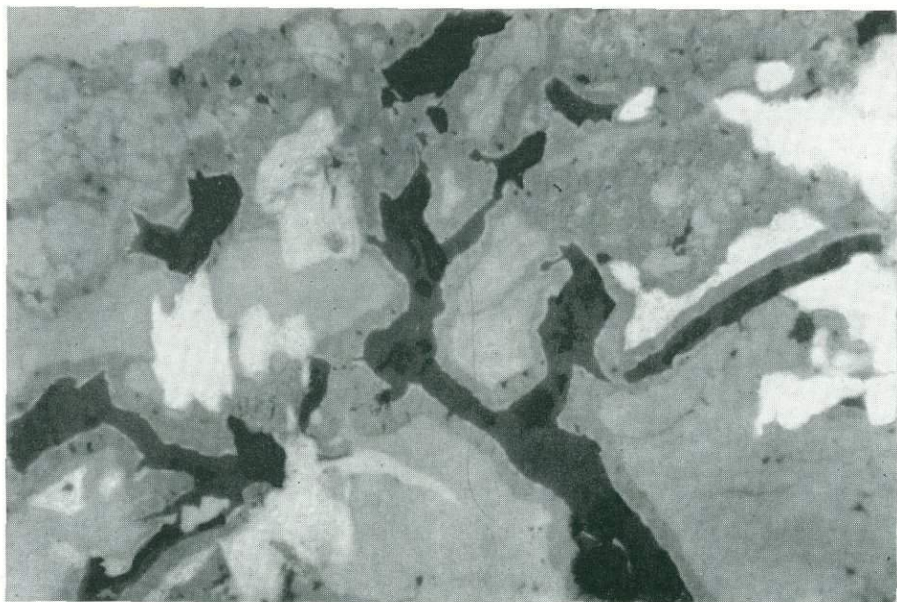


Рис. 128. Пятнисто-каемочная микротекстура.

Неправильные скопления и каемки халькозина (серое) на халькопирите (светло-серое); белое — миллерит (изометричные выделения — ранний, тончайшие каемки — поздний), черное — карбонаты. Оруденелый гранито-гнейс (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×200. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

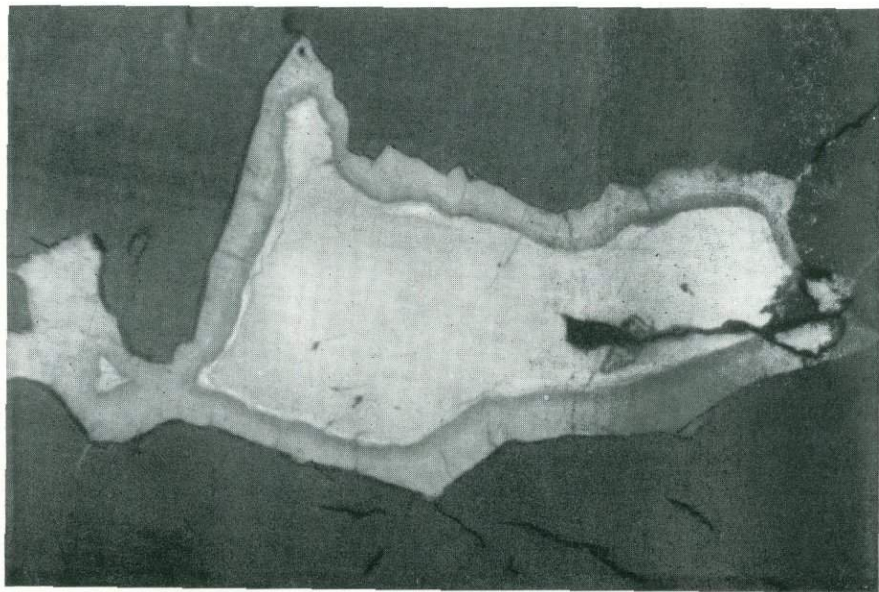


Рис. 129. Зонально-каемочная микротекстура.

Дигенит (темно-серое)-халькозиновая (серое) каемка около вкрапленника халькопирита (светло-серое), черное — силикаты. Оруденелый гранитный пегматит (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×250. Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 130. Псевдоморфно-ячеистая микротекстура.

Почти полная псевдоморфоза виоларита (темно-серая основная масса) и бравоита (серое, тонкие каемки около трещин) по пентландиту (белое, центральная часть), черное — трещины и выбоины. Оруденелый гранитный пегматит (VI<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

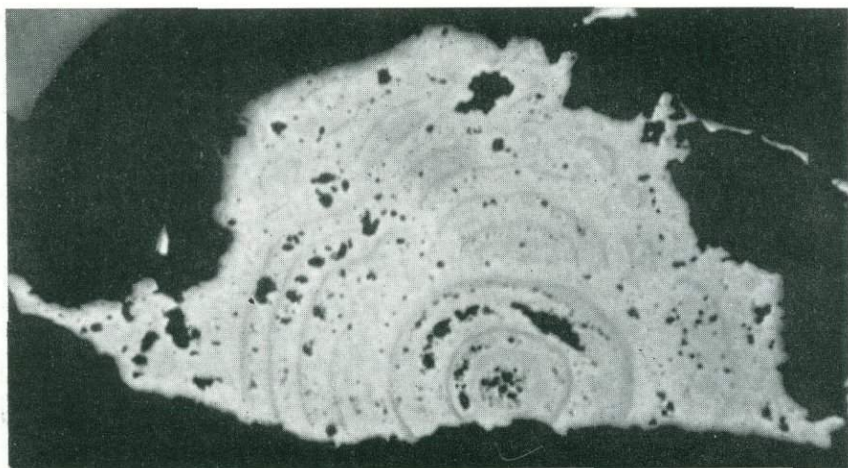


Рис. 131. Концентрически-зональная микротекстура.

Зональный марказит (серое и светло-серое)-мельниковитовый агрегат (черное). Оруденелый биотитовый гнейс (VI<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

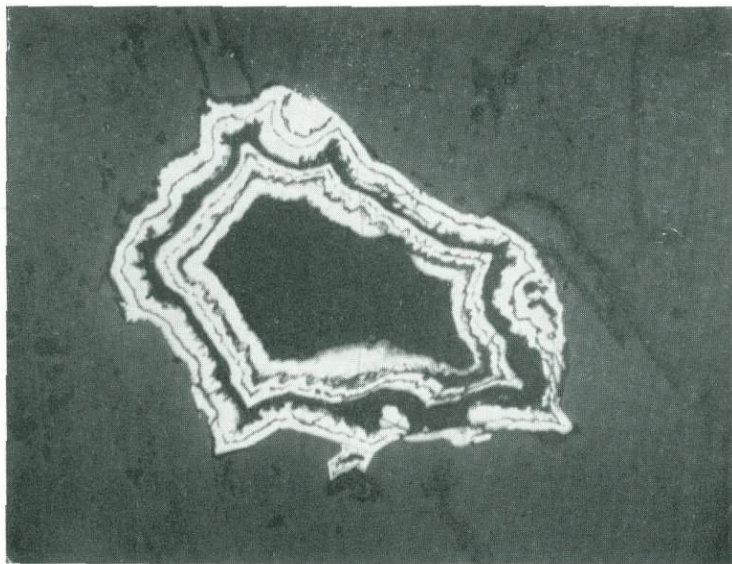


Рис. 132. Жеодовая микротекстура.

Тонкие зоны марказита (белое) и мельниковита (темно-серое), образовавшиеся в результате полного замещения вкрапленника пирротина, темно-серая окружающая масса — амфибол, черное в центре снимка — пустотка выщелачивания. Оруденелый амфиболит (VI<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

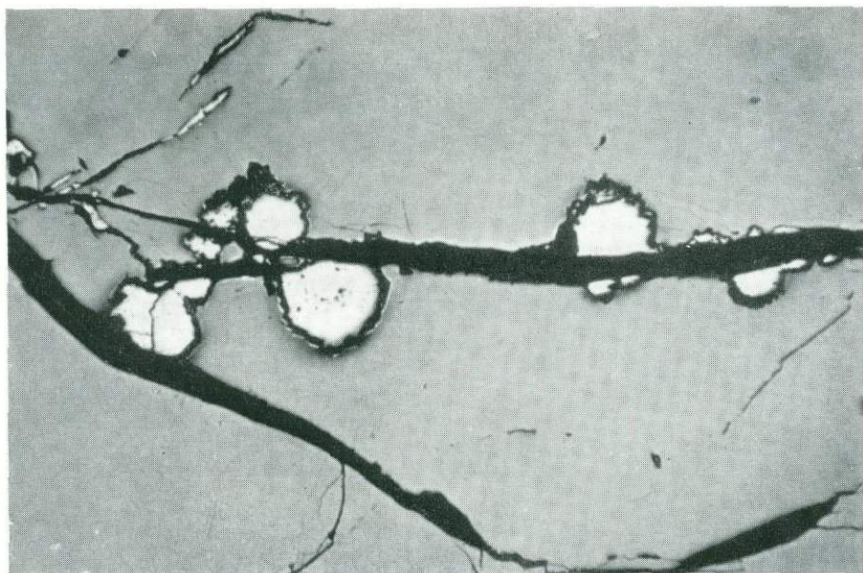


Рис. 133. Почковидная микротекстура.

Округлые агрегаты марказита (светло-серое) в пирротине (темно-серое), черное — жилки карбонатов. Оруденелый биотитовый гнейс (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

## СТРУКТУРЫ РУД

### ТАБЛИЦА VII Структуры кристаллизации

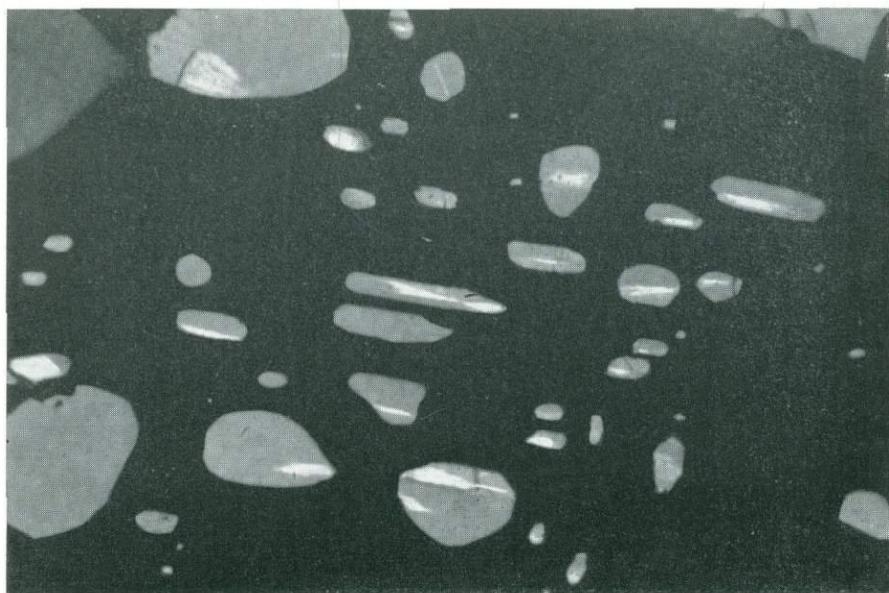


Рис. 134. Эмульсионная структура.

Включения сульфидов (белое — халькопирит, серое — пирротин) в оливине (черное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 300$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

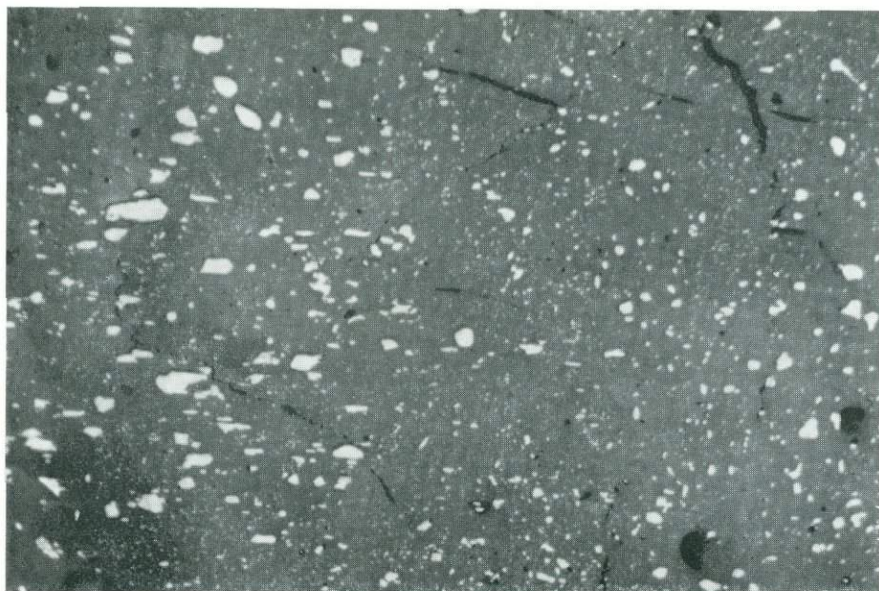


Рис. 135. Эмульсионная структура.

Мелкие включения магнетита (белое) в пироксене (темно-серое). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

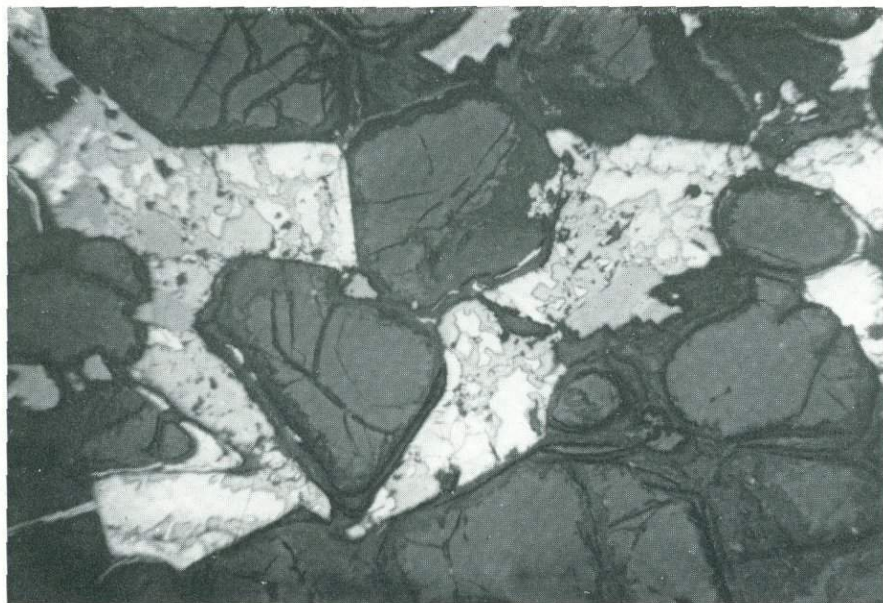


Рис. 136. Сидеронитовая структура.

Агрегат сульфидов (белое) расположен между зернами слабо измененного оливина (серое). Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 80$ . Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 137. Сидеронитовая структура.

Вкрапленность сульфидов (черное) в измененном перидотите (серое и темно-серое). На контакте сульфидов и силикатов тонкая каемка талька (белое). Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Шлиф, при одном никеле,  $\times 30$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

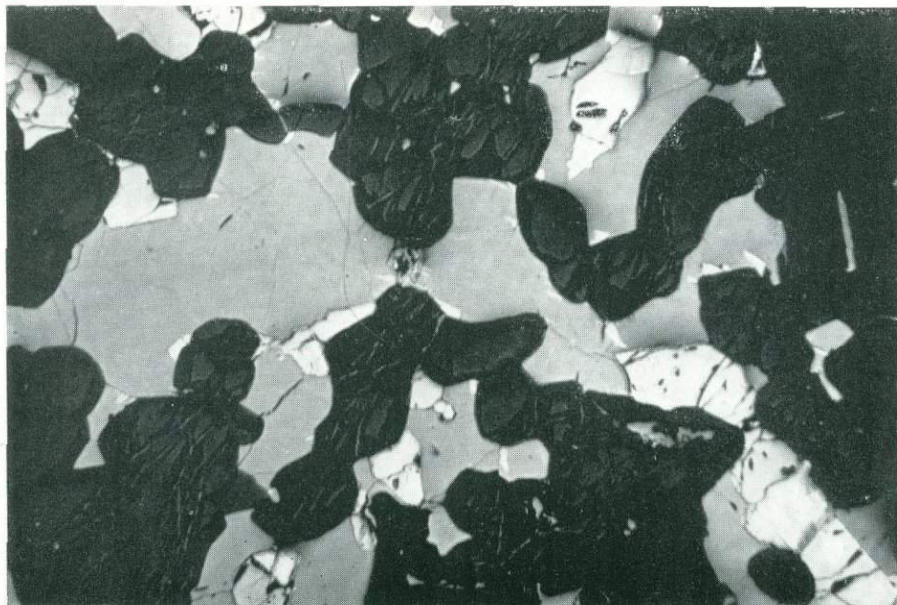


Рис. 138. Сидеронитовая структура.

Сульфиды (светло-серое — пирротин, белое — пентландит и халькопирит) сконцентрированы в промежутках между зернами и агрегатами частично серпентинизированного оливина (темно-серое). Серые просечки в оливине — магнетит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 70$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

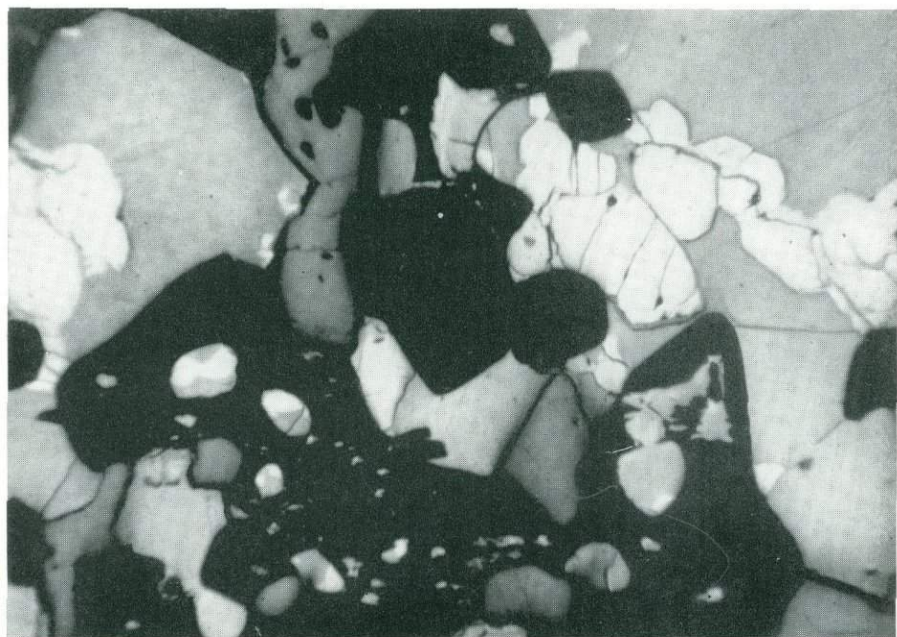


Рис. 139. Эмульсионно-сидеронитовая структура.

Вкрапленность и мелкие каплевидные включения сульфидов (серое и светло-серое) в ультра-основной породе (черное), темно-серые рельефные зерна — титаномagnetит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

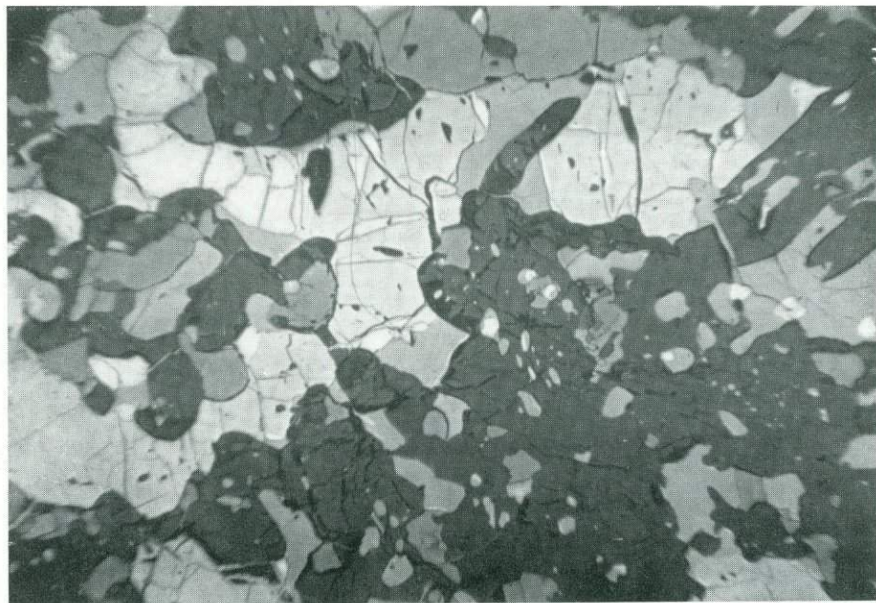


Рис. 140. Сидеронитовая структура.

Густая вкрапленность и частые каплевидные выделения сульфидов (светло-серое и серое) в слабо измененном оливините (почти черное), темно-серые рельефные зерна — титаномагнетит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 50$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

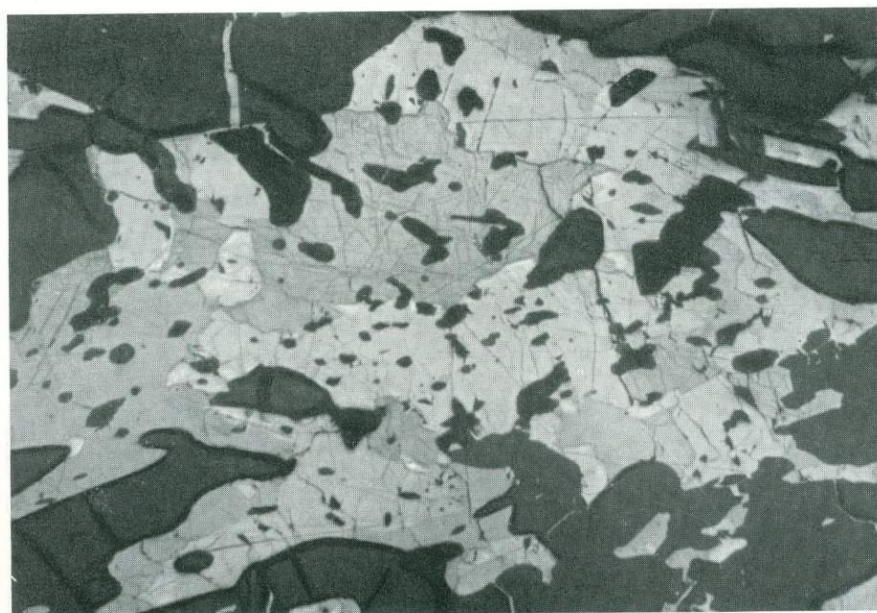


Рис. 141. Пойкилитовая структура.

Мелкие включения силикатов (черное) в сульфидах (серое и светло-серое). Рассеинно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

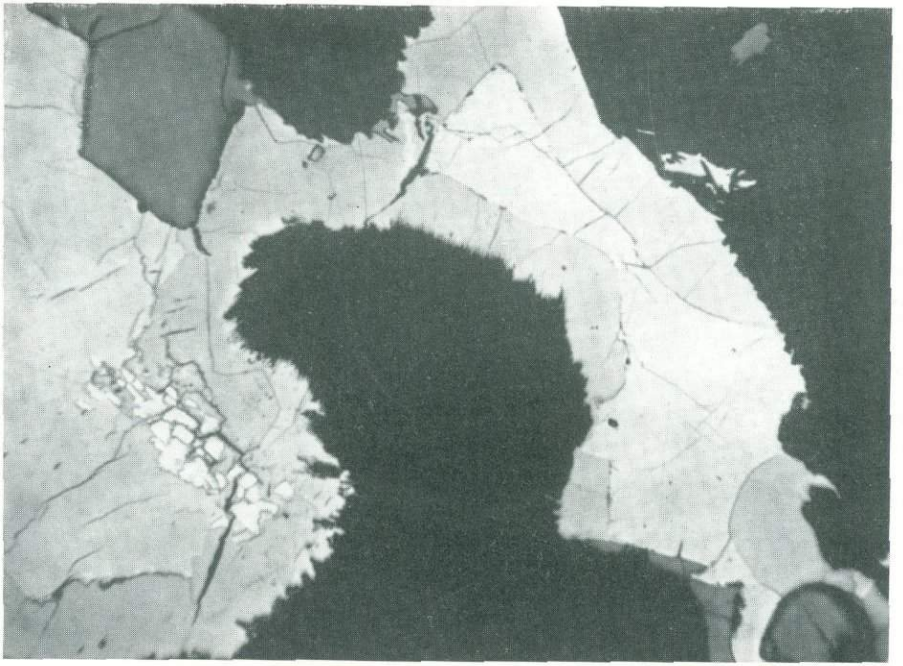


Рис. 142. Каемочная структура.

В сульфидных включениях пирротин (серое) приурочен к краевой части, а халькопирит (светло-серое) — к центральной части, белое — пентландит, темно-серое, рельефное — титаномагнетит, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Алларченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×50. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

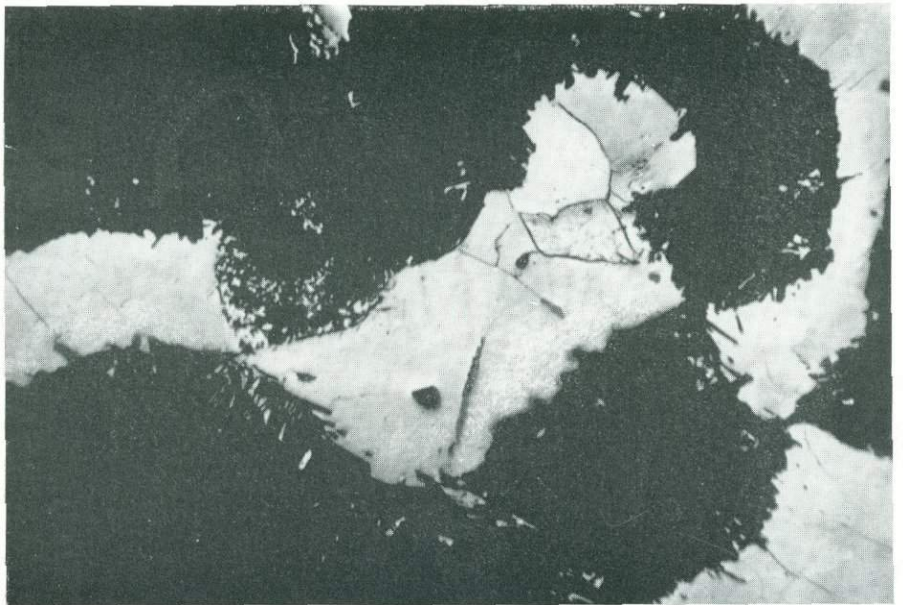


Рис. 143. Сидеритовая структура, несколько измененная.

Выделения рудных минералов (светлое) ксеноморфны по отношению к зернам измененного (оливина (черное)). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле, ×40. Коллекция И. С. Бартенева.



Рис. 144. Сидеронитовая структура.

Вкрапленность сульфидов (черное) в амфиболизированном пироксените (пироксен — серое, трещиноватое; амфибол — светло-серое, почти белое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Шлиф, при одном никеле,  $\times 30$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

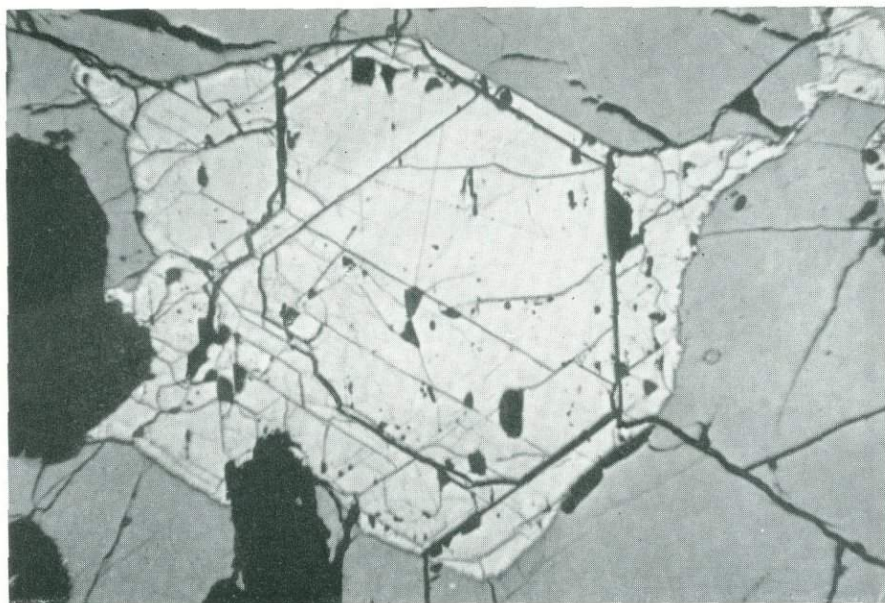


Рис. 145. Порфировидная структура.

Относительно крупное идиоморфное зерно пентландита (светло-серое, трещиноватое) в пирротиновом агрегате (темно-серое). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

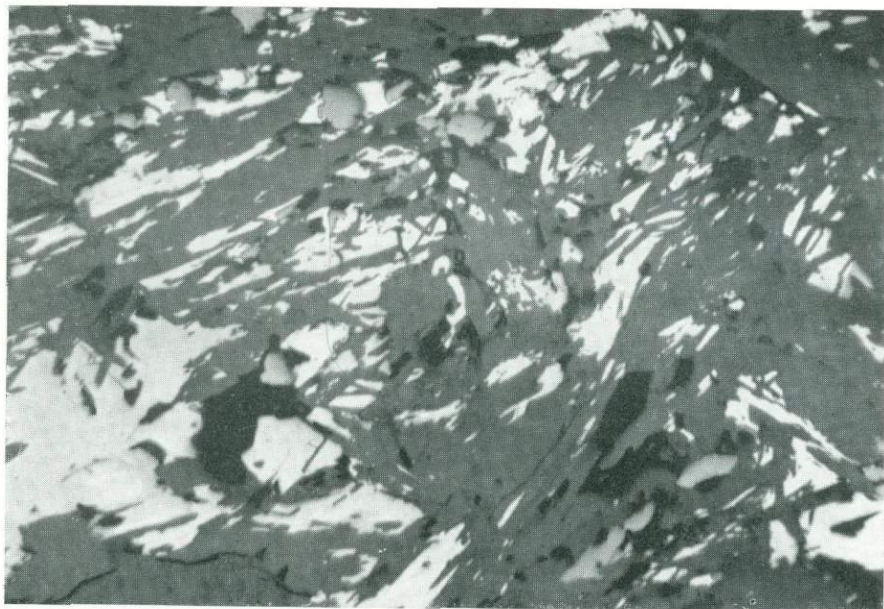


Рис. 146. Субграфическая структура.

Сульфиды, в основном халькопирит (белое), находится в сложном сростании с актинолитом (темно-серое). Светло-серые рельефные зерна — магнетит. Густо-вкрапленная руда (П<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 100$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 147. Субграфическая структура.

Незакономерные сростания амфиболов (черное) и сульфидов (серое и белое). Густо-вкрапленная руда (П<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 150$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

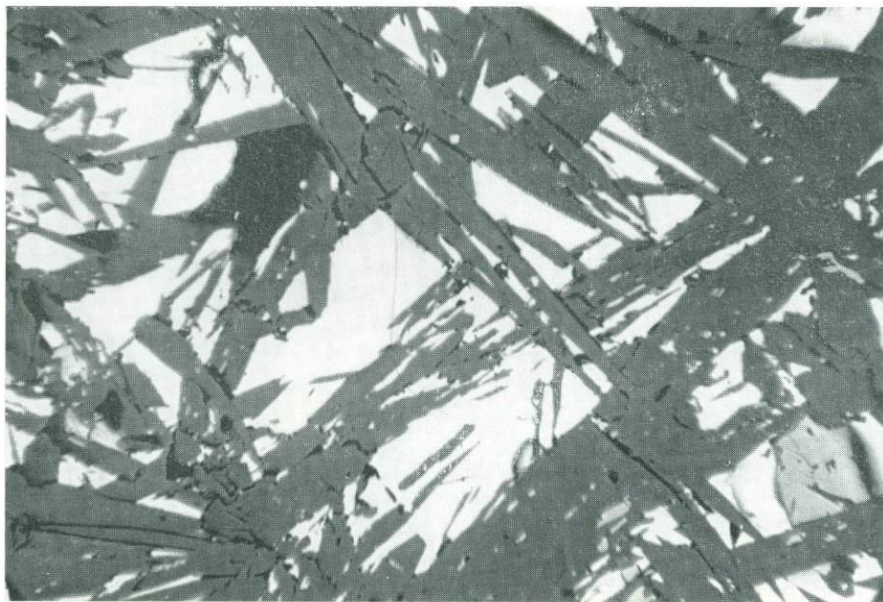


Рис. 148. Решетчатая структура.

Срастания куммингтонита (темно-серое) с сульфидами (светло-серое и серое). Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 50$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

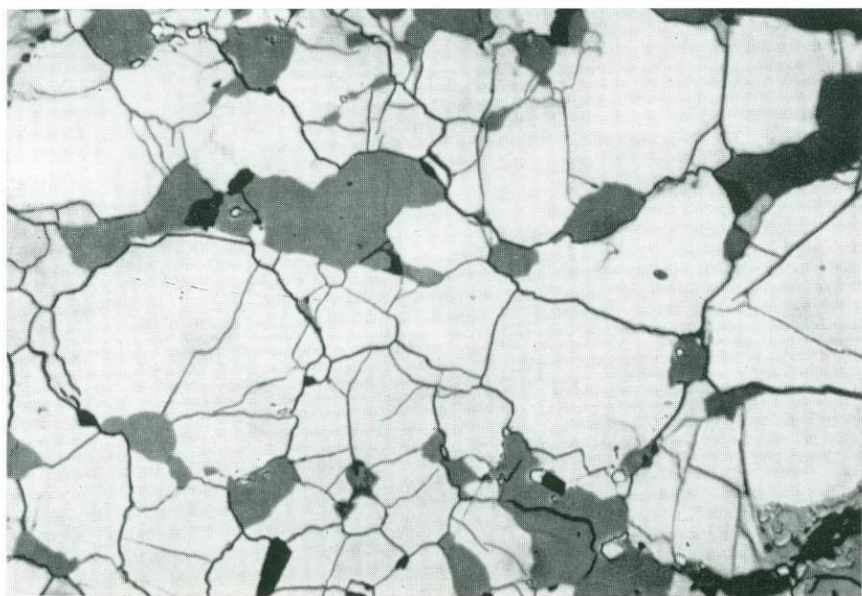


Рис. 149. Аллотриоморфнозернистая структура.

Сульфидный агрегат сложен среднезернистыми выделениями пентландита (белое) и пирротина (серое). Ярко-белая сысь — пирит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 60$ . Коллекция И. С. Бартевева.

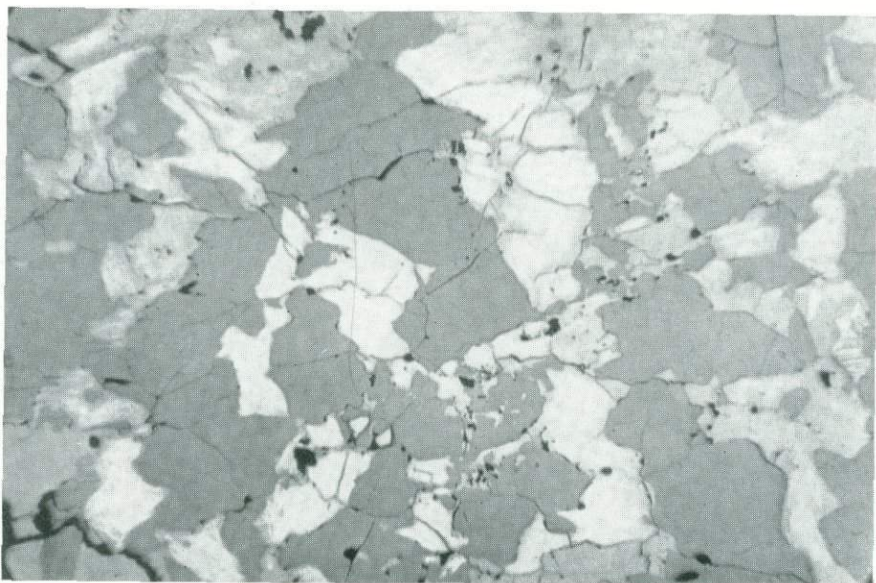


Рис. 150. Аллотриоморфнозернистая структура.

Пирротин (темно-серое), халькопирит (серое) и пентландит (светло-серое) представлены ксеноморфными выделениями. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 70$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

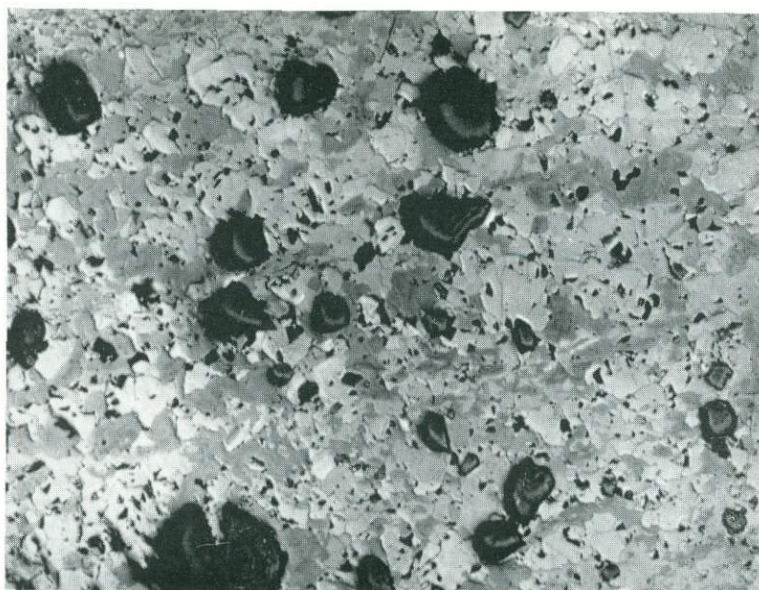


Рис. 151. Аллотриоморфнозернистая структура сростаний пентландита (белое) с пирротинном (серое).

Темно-серые зерна — магнетит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 40$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

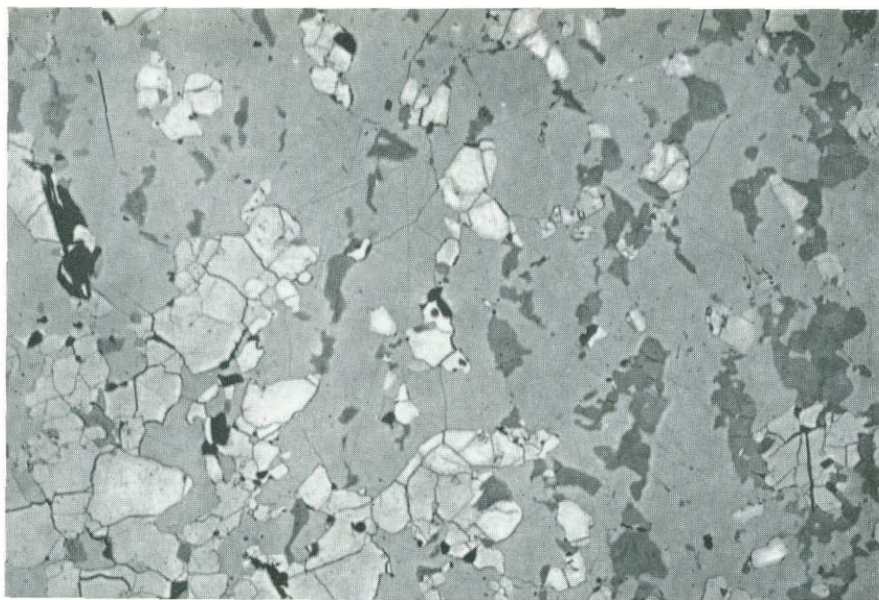


Рис. 152. Гипидиоморфнозернистая структура.

Пентландит (светло-серое) представлен относительно идиоморфными индивидами, а халькопирит (серое) и пирротин (темно-серое) — ксеноморфными; черное — выбоины и включения силикатов. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

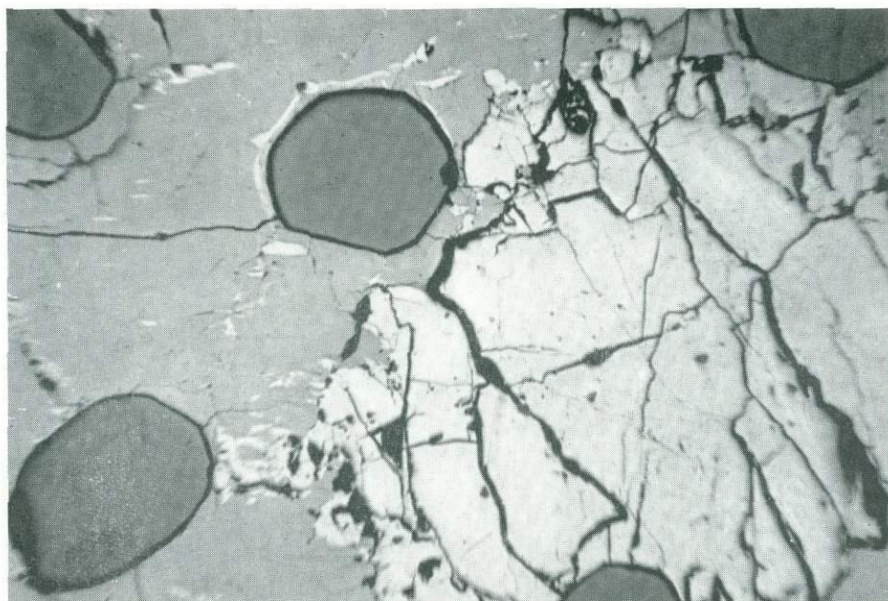


Рис. 153. Гипидиоморфнозернистая структура.

Идиоморфные зерна магнетита (темно-серое) и пентландита (белое) в халькопирит-пирротиновой сульфидной массе (серое). Некоторые зерна магнетита окружены узкой каймой халькопирита. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 70$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

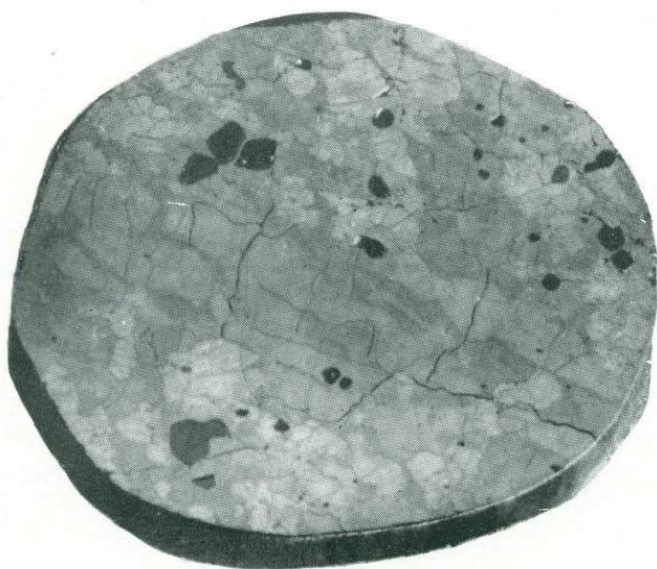


Рис. 154. Гишдиоморфнозернистая структура.

Магнетит (темно-серое) представлен идиоморфными зернами, а сульфиды (серое и светло-серое) — ксеноморфными. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, ×4. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

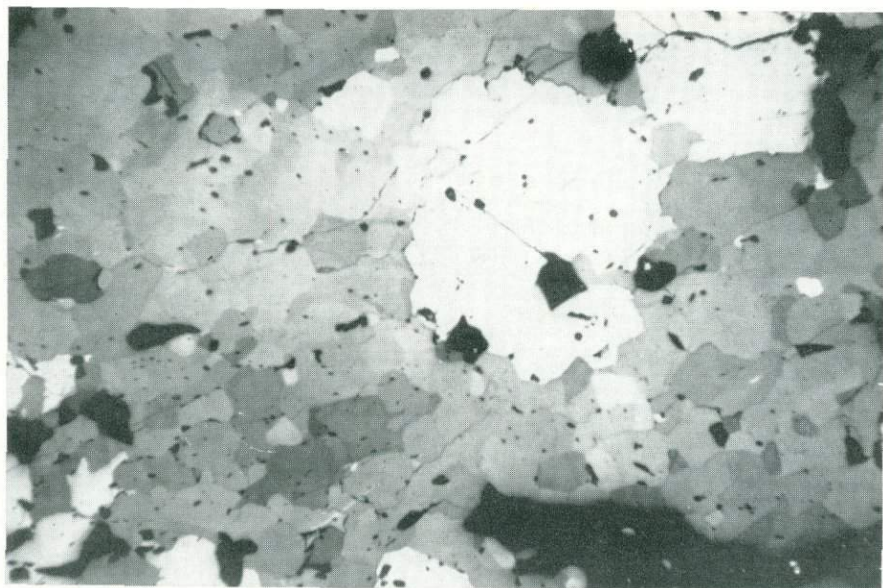


Рис. 155. Порфировидная структура.

Крупные зерна пентландита (белое) в мелкозернистом агрегате пирротина (серое различных оттенков), черное — силикаты. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены, ×100. Коллекция Г. И. Горбунова.

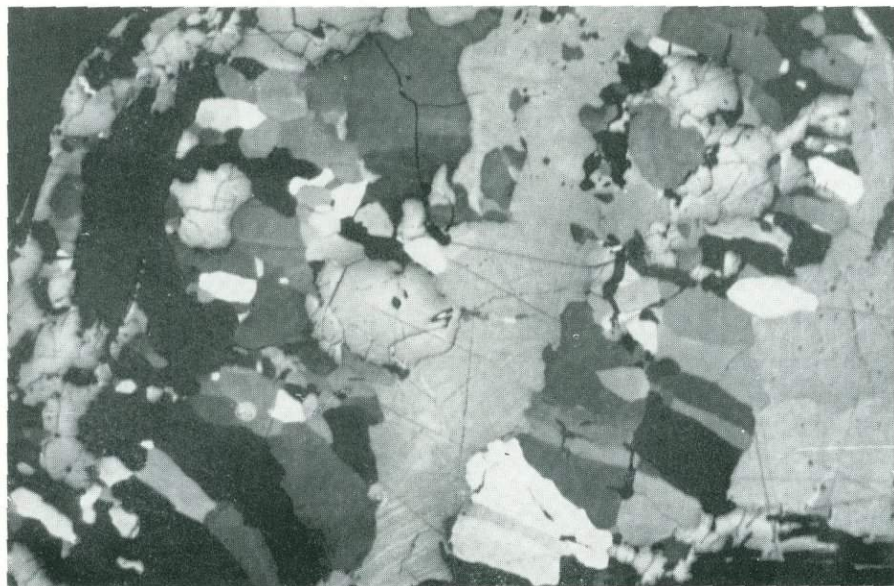


Рис. 156. Поперечно-шестоватая структура.

Прожилки позднего пирротина (серое различных оттенков) обладают отчетливым шестоватым строением; светло-серые рельефные зерна — пентландит, светло-серые с гладкой поверхностью — халькопирит; черное — включения силикатов. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены, ×90. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

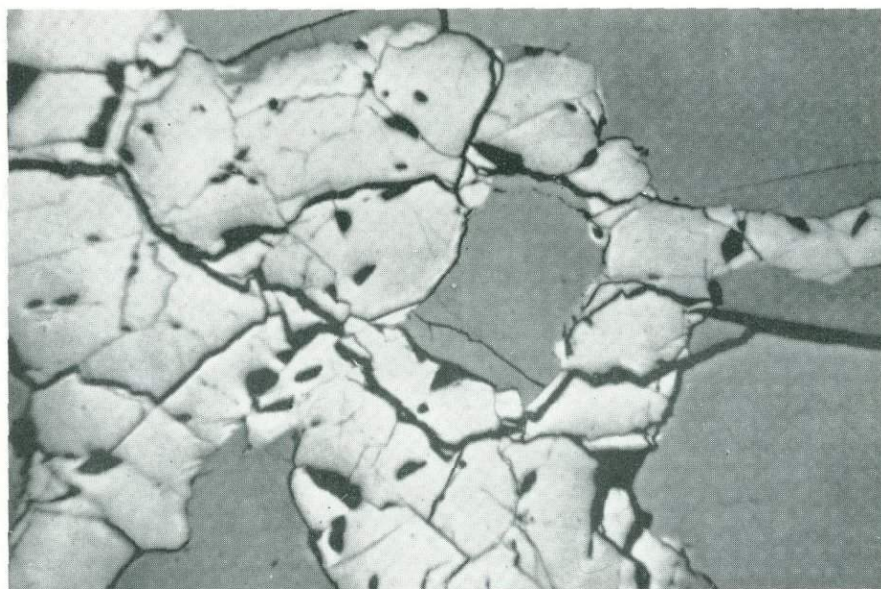


Рис. 157. Грубо-петельчатая структура.

Минеральный агрегат сложен пирротинном (серое) и пентландитом (белое). Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном николе, ×40. Коллекция И. С. Бартенева.



Рис. 158. Неравномерно-полосчатая структура.

Белое — пентландит, светло-серое — халькопирит, серое — пирротин, черное — силикаты. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.

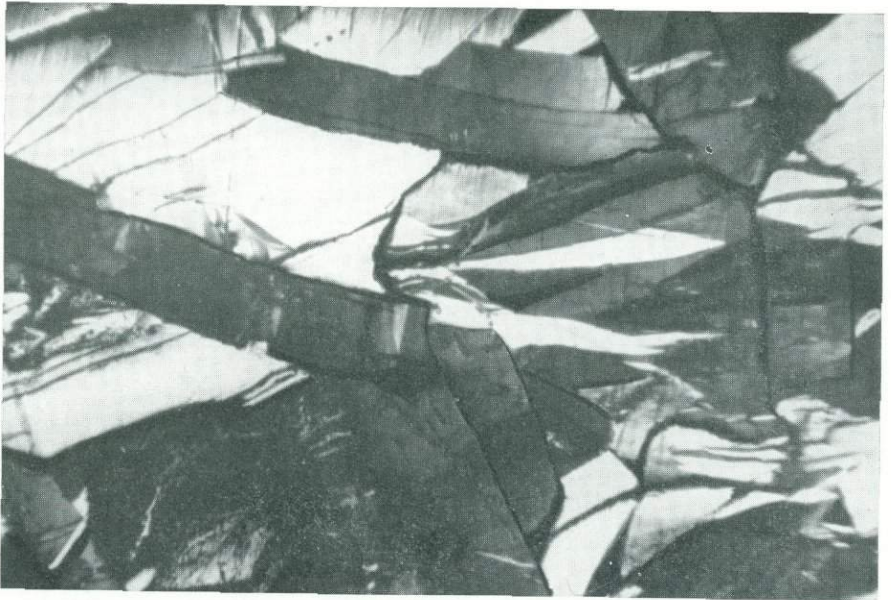


Рис. 159. Пластинчатая структура.

Агрегат сложен пластинчатыми выделениями молибденита. Рассеянно-вкрапленная руда (I). Мончегорский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 40$ . Коллекция И. С. Бартенева.

ТАБЛИЦА VIII  
Структуры распада твердых растворов

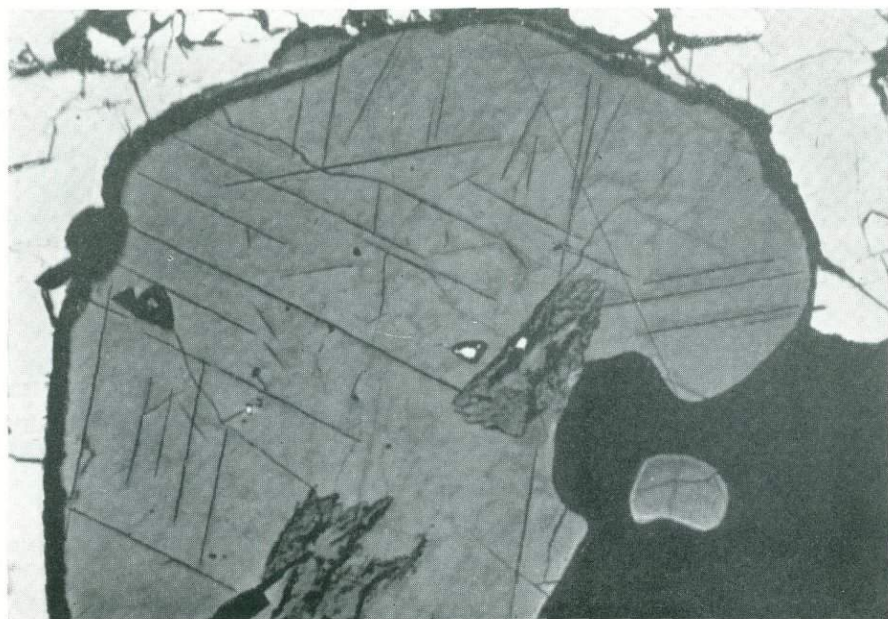


Рис. 160. Пластинчатая структура распада твердого раствора шпинели (почти черное) и ильменита (темно-серое) в магнетите (серое).

Около пластинок шпинели и ильменита неправильные выделения ильменита; в центре и слева внизу — мirmekитовые сростания ильменита и шпинели; белое — сульфиды, черное — силикаты и выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 300$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

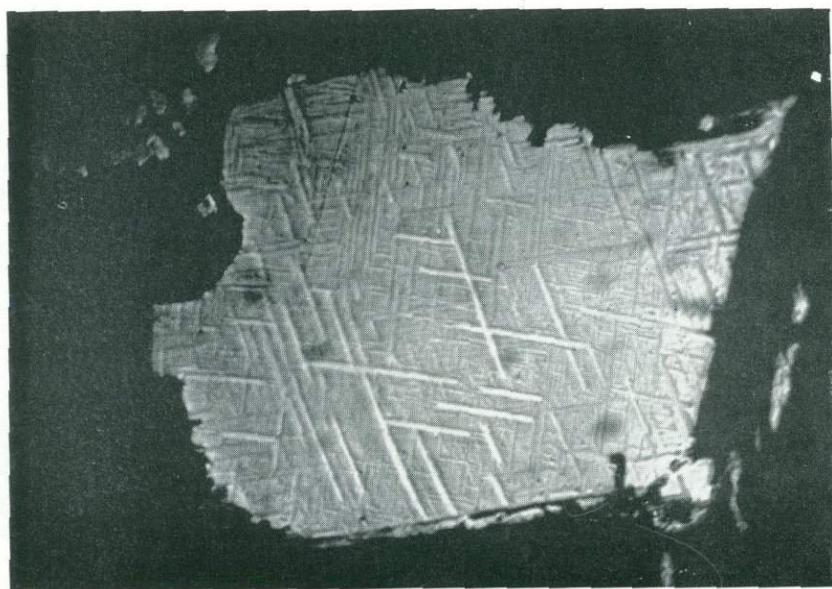


Рис. 161. Решетчатая структура распада титаномагнетита.

Ильменит — серые и светло-серые полосы, магнетит — темно-серая основная масса; черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 300$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

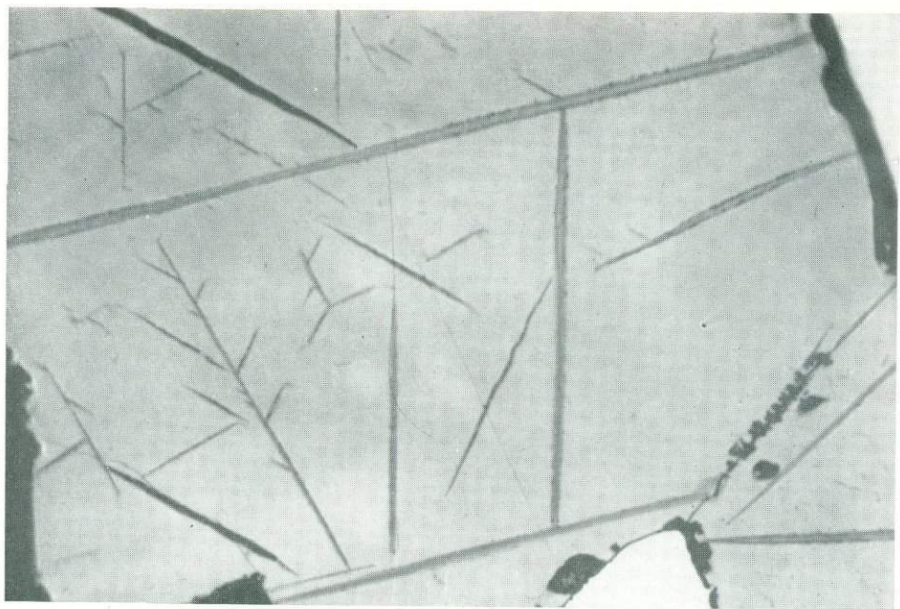


Рис. 162. Линзовидно-пластинчатая структура распада твердого раствора ильменита (темно-серое, крупные пластинки) и шпинели (почти черное, линзовидные и изометрические выделения) в магнетите (серое).

Белое — сульфиды, черное — силикаты и выбоины. Густо-вкрапленная руда (II). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 163. Сложная структура распада твердого раствора.

Тонкие линзовидные обособления ильменита (темно-серое) и шпинели (почти черное) ориентированы под  $45^\circ$  друг к другу; цепочки мелких телец шпинели приурочены к стыкам зерен магнетита; внутри отдельных зерен магнетита видны мирменкитоподобные срастания ильменита и шпинели. Рассеянно-вкрапленная руда (I). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

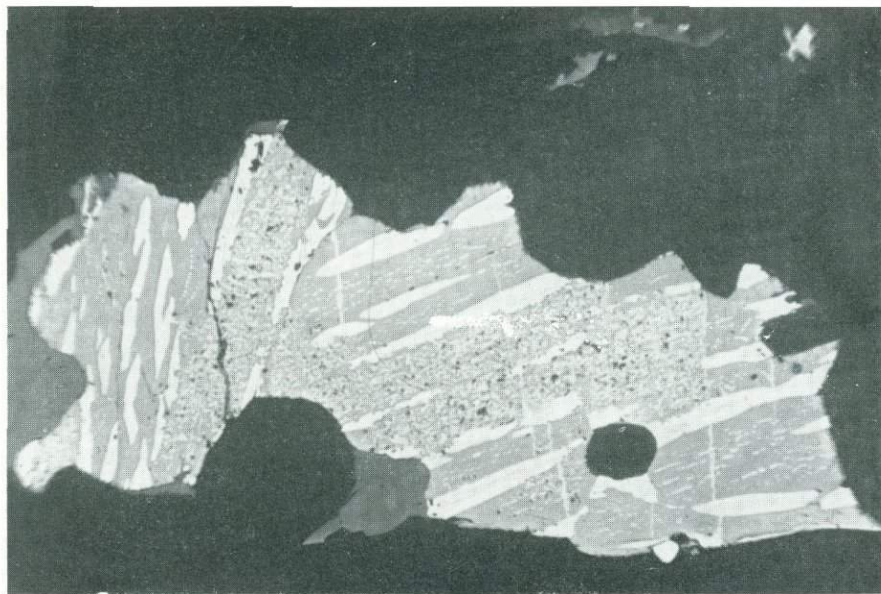


Рис. 164. Эмульсионно-линзовидная структура распада твердого раствора.

Ильменит (темно-серое) содержит мельчайшие эмульсионные и крупные линзовидные включения гематита (белое); в последних видны мелкие удлиненные тельца ильменита. Структура свидетельствует о двухступенчатом распаде твердого раствора. В центральной части ильменит лейкоксенизирован (серое). Оруденелая экзоконтактная порода (V<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 165. Графически-эмульсионная структура распада твердого раствора.

Мелкие тельца гематита (светло-серое) распределены в ильмените (темно-серое) беспорядочно, а более крупные овальные и неправильные — ориентированно. Оруденелый гранито-гнейс (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

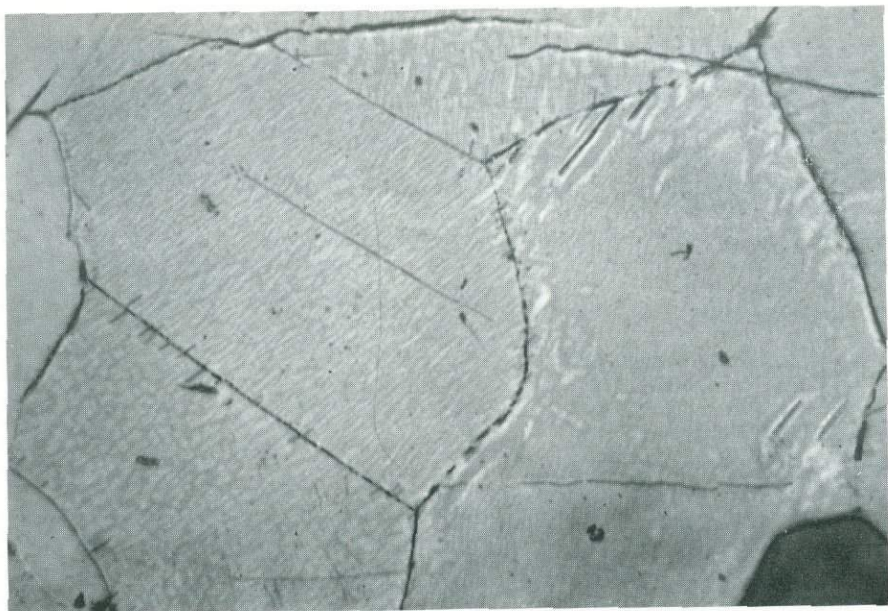


Рис. 166. Таблевая структура распада твердого раствора ульвошпинели (темно-серое) в магнетите (светло-серое).

Черные пластинки — обыкновенная шпинель, темно-серое, рельефное справа — ильменит, черное — силикаты. Оруденелый пироксенит (I<sub>1</sub>). Сальные тундры. Аншлиф, при одном никеле, ×400. Коллекция Л. А. Виноградова.

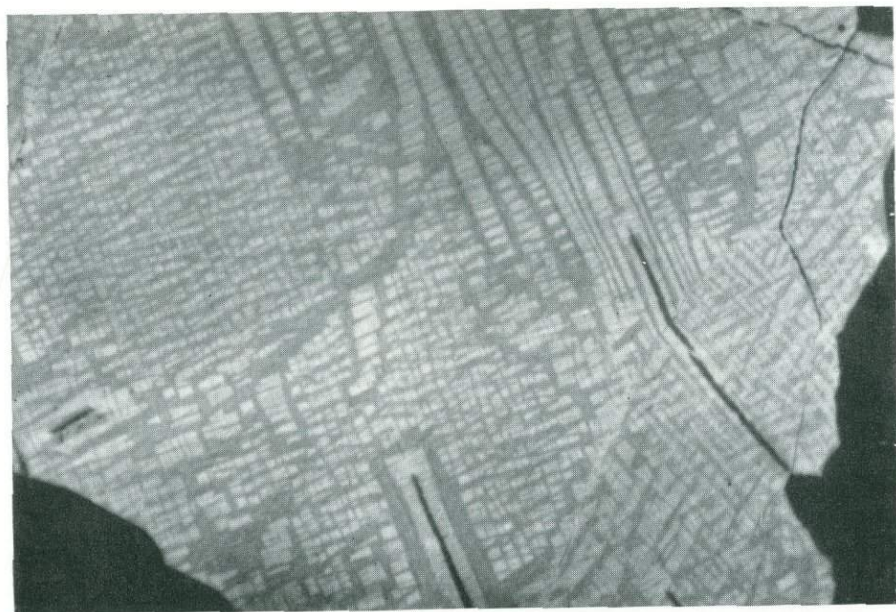


Рис. 167. Пластинчато-паркетовидная структура двукратного распада твердого раствора магнетита (светло-серое) и ульвошпинели (темно-серое).

Относительно крупные пластинки магнетита I генерации содержат мелкие пластинки ульвошпинели II генерации; пластинки обыкновенной шпинели (черное) окружены двойной каемкой магнетита и ульвошпинели. Оруденелый пироксенит (I<sub>1</sub>). Сальные тундры. Аншлиф, при одном никеле, ×600. Коллекция Л. А. Виноградова.

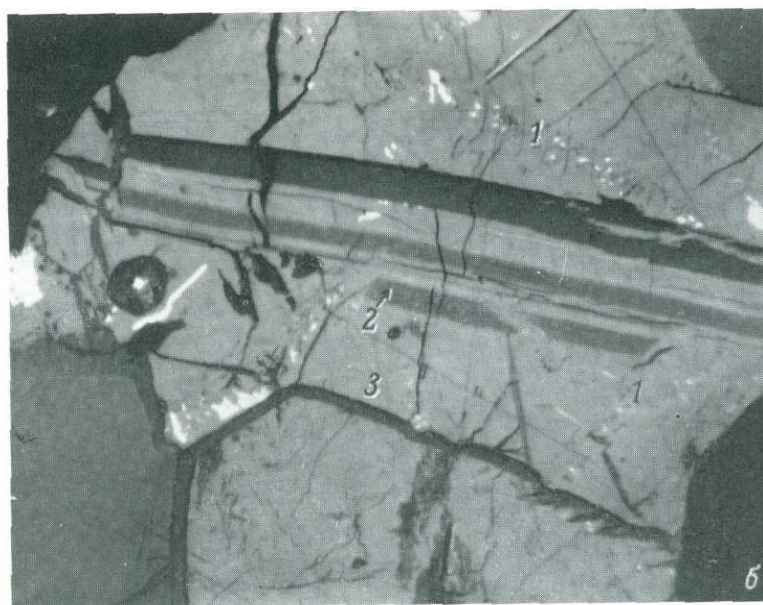
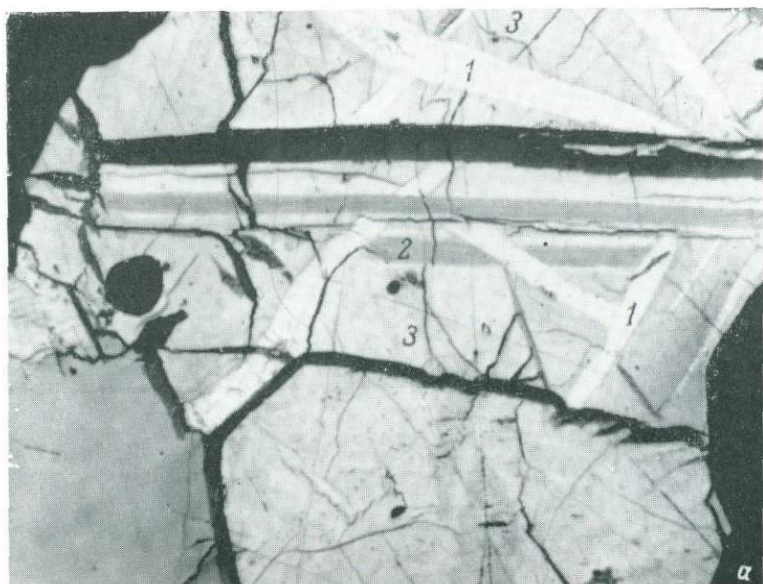


Рис. 168. Пластинчатая структура распада твердого раствора пентландита (1) и кубанита (2) в халькопирите (3).

В пентландите (б) ярко-белое — макинавит. Рассеянно-вкрапленная руда (1). Алзареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 169. Линзовидно-решетчатая структура распада твердого раствора пентландита (светло-серое) в халькопирите (серое).

Темно-серое, рельефное — поздний магнетит, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

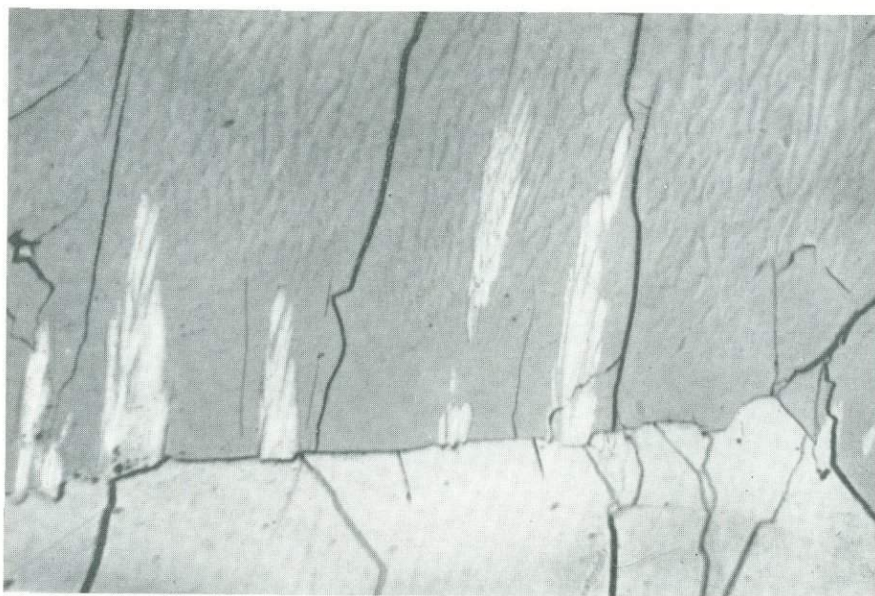


Рис. 170. Лепестковидная структура распада твердого раствора пентландита (светло-серое) в пирротине (серое).

Светло-серое внизу — ранний пентландит. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

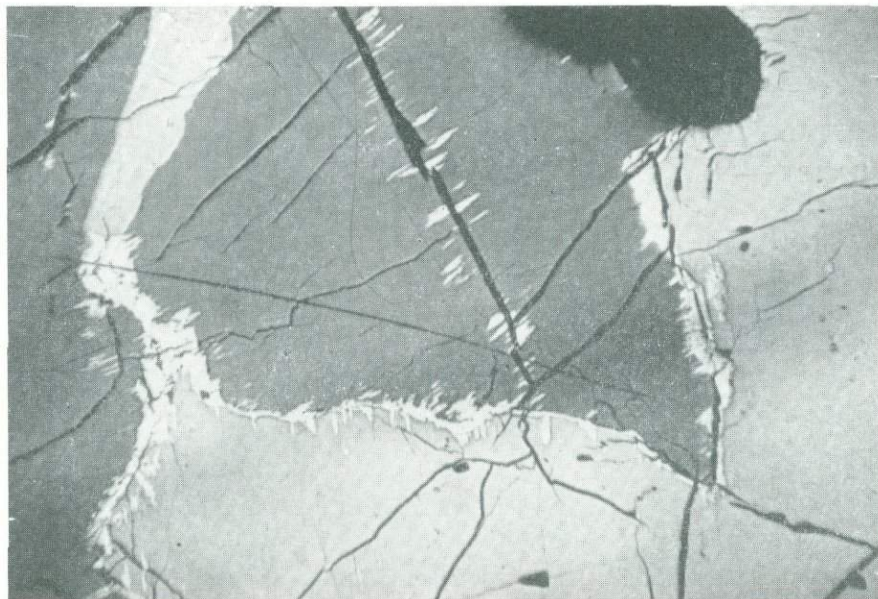


Рис. 171. Пламевидная структура распада твердого раствора пентландита (белое) в пирротине (серое и темно-серое).

Крупные светло-серые зерна — ранний пентландит, черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 100$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

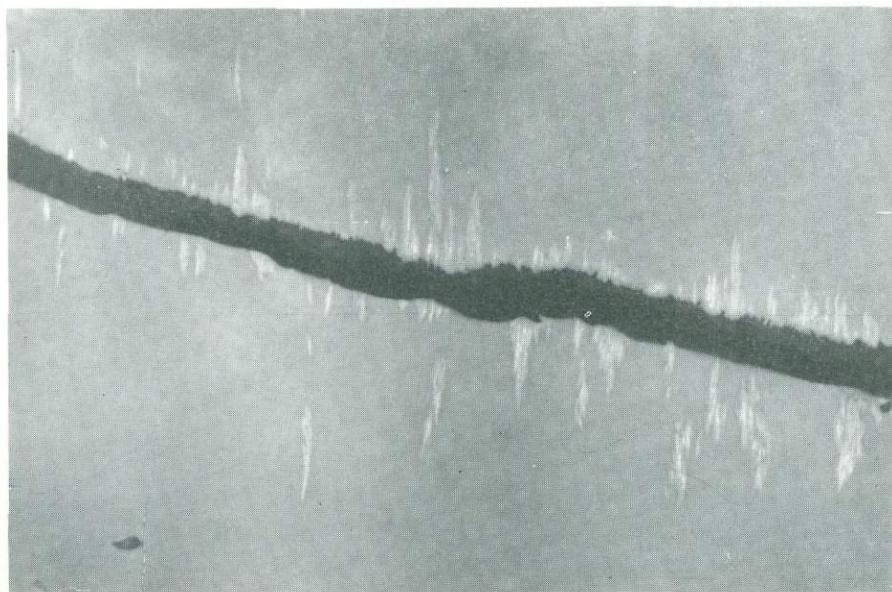


Рис. 172. Пламевидная структура распада твердого раствора пентландита (белое) в пирротине (светло-серое).

Черное — прожилок карбонатов. Сплошная руда (IV). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе (сичий светофильтр),  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 173. Субграфическая структура распада твердого раствора пентландита (светло-серое) в пирротине (серое).

Окружающая масса — халькопирит (серое) с ранним пентландитом (светло-серое). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

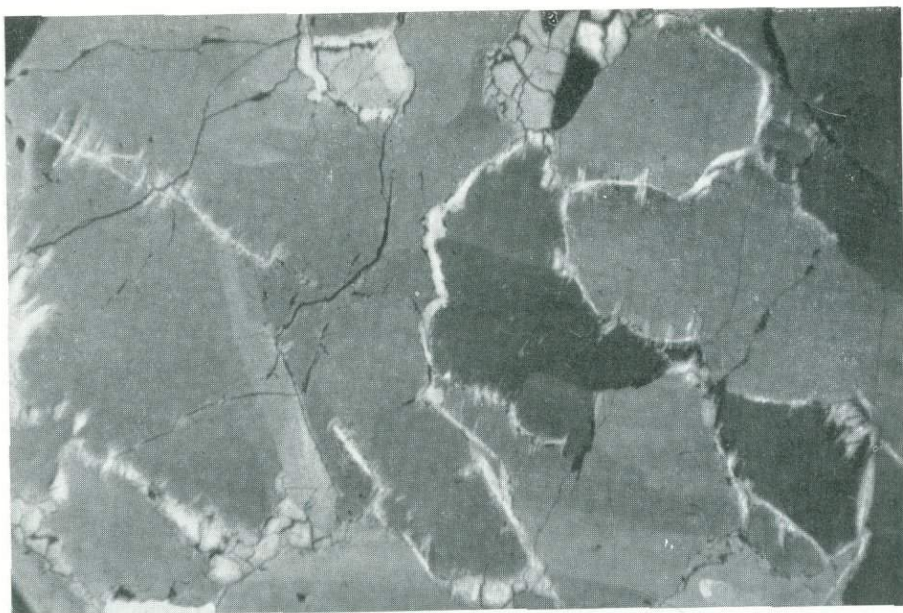


Рис. 174. Петельчатая структура распада твердого раствора пентландита (светло-серое) в пирротине (серое и темно-серое).

Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, никели скрещены,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

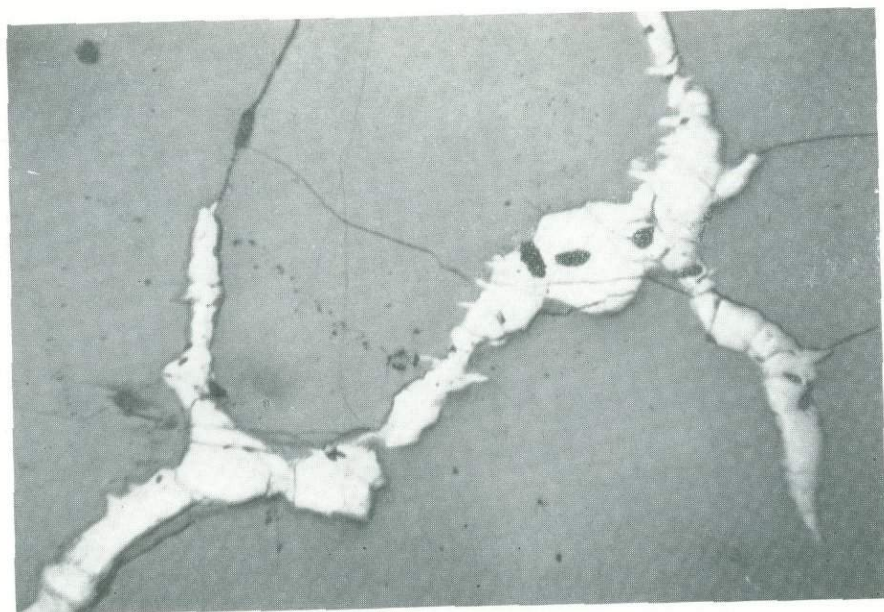


Рис. 175. Петельчатая структура распада твердого раствора пентландита (белое) в пирротине (серое).

Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле, ×40.  
Коллекция И. С. Бартенева.

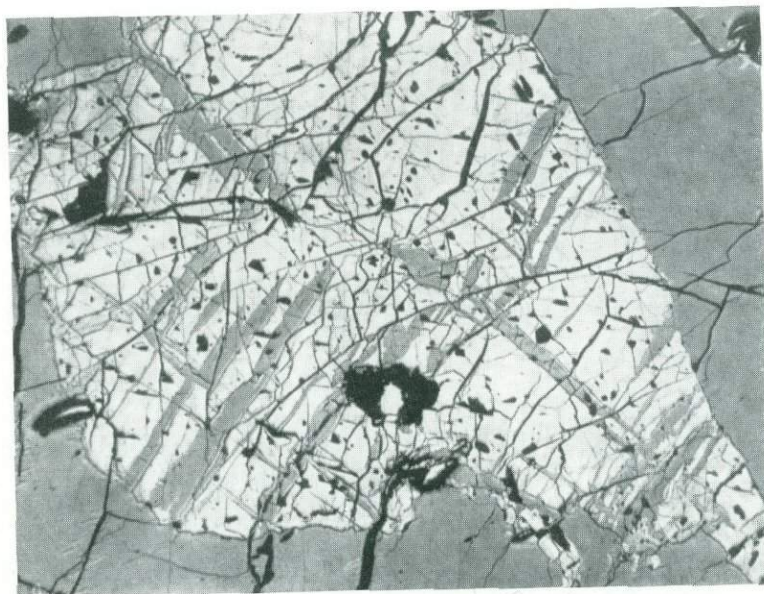


Рис. 176. Линзовидно-решетчатая структура распада твердого раствора пентландита (белое) и халькопирита (серые линзовидные обособления).

Окружающая серая масса — пирротин с мелкими выделениями пентландита (светло-серое), черное — выбоины. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район.  
Аншлиф, при одном никеле, ×40. Коллекция Ю. В. Гончарова.

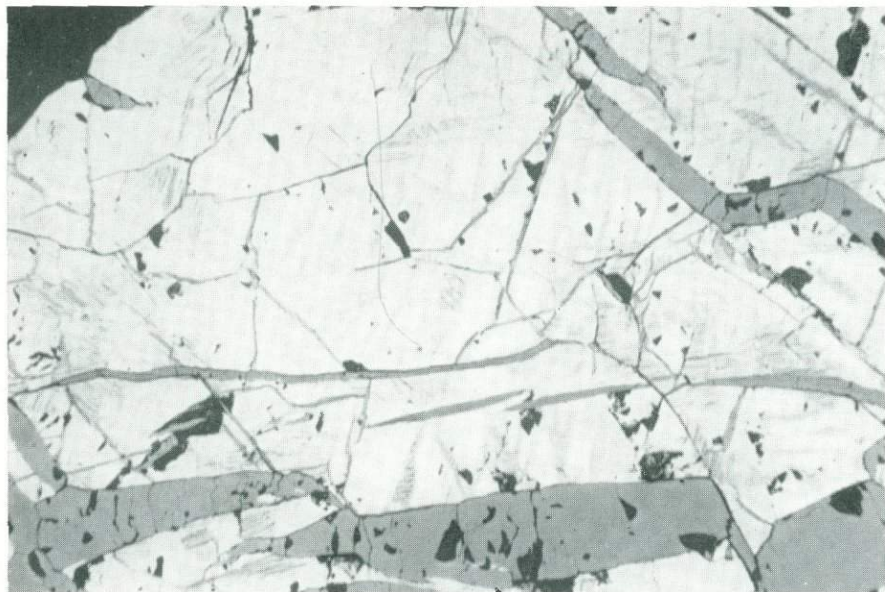


Рис. 177. Линзовидная структура распада твердого раствора макинавита (светло-серое, с темными просечками) в пентландите (белое).

Темно-серое, рельефное — поздний магнетит, черное — силикаты и выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район, Аншлиф, при одном никеле, ×400. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

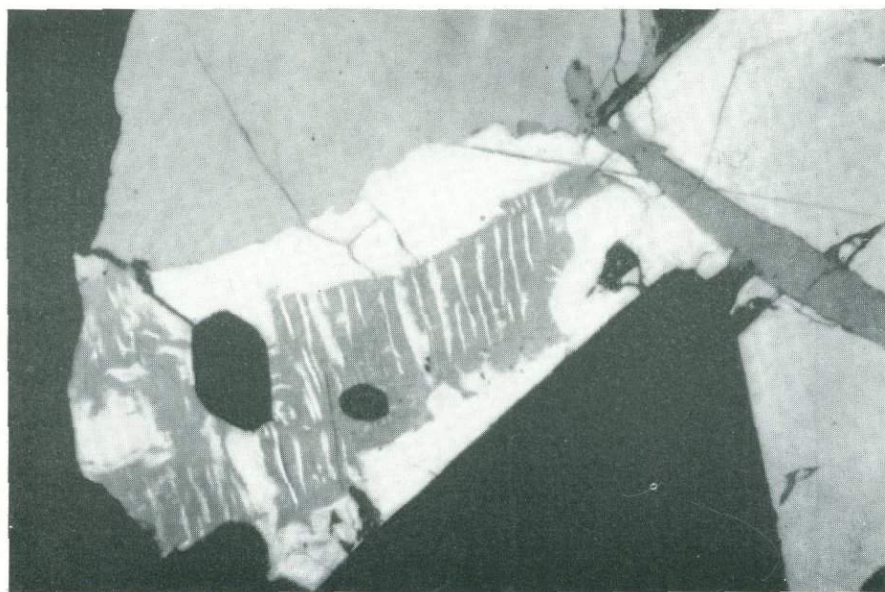


Рис. 178. Бурундучная структура распада твердого раствора макинавита (темно-серое) в пентландите (светло-серое).

Серое сверху — халькопирит, темно-серая полоска справа — магнетит, черное — силикаты, выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×600. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

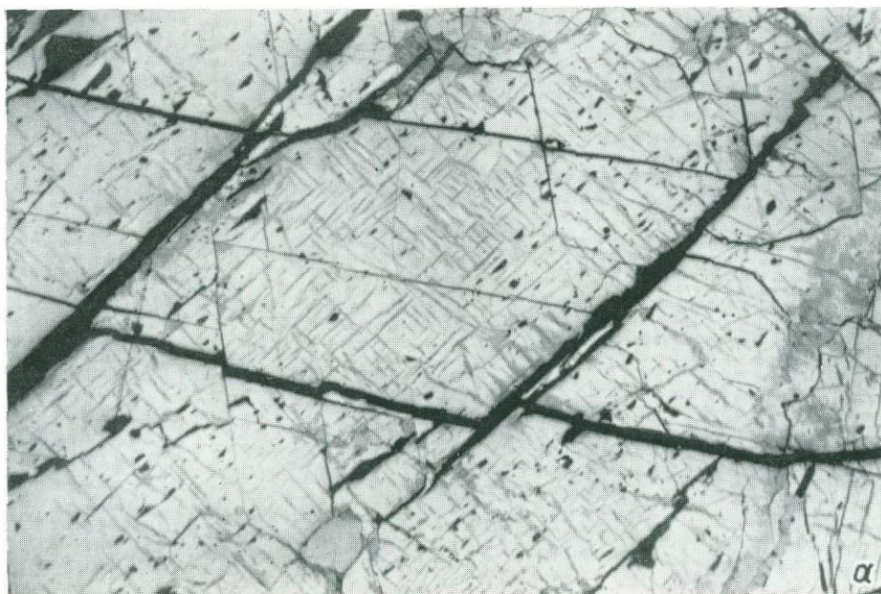


Рис. 179. Решетчатая структура распада твердого раствора макинавита (серое) в пентландите (светло-серое).

Черное — трещины спайности, выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 80$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 180. Ячеисто-решетчатая структура распада твердого раствора макинавита (серое) и пентландита (светло-серое).

Окружающая серая масса — пирротин, темно-серое, рельефное — поздний магнетит, черное — силикаты и выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×180. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

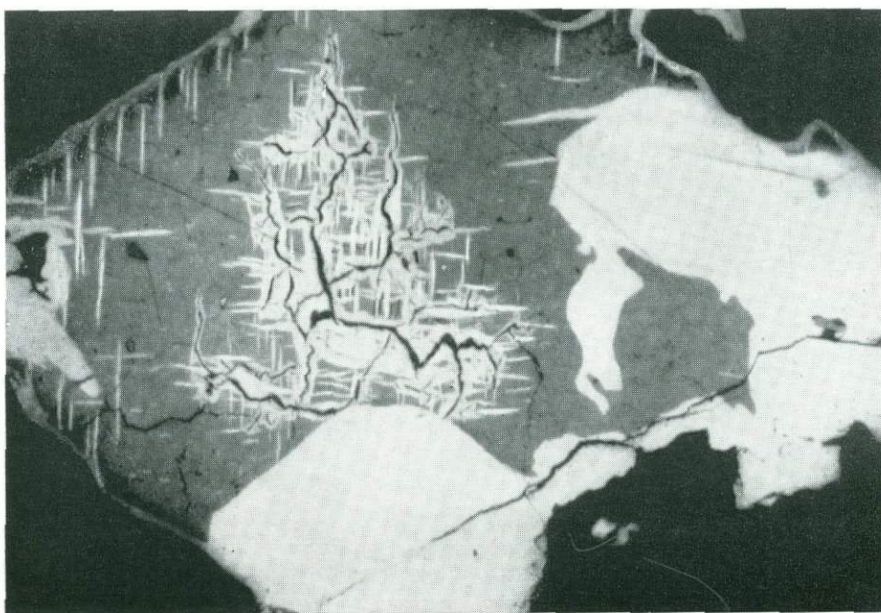


Рис. 181. Решетчатая структура распада твердого раствора борнита (серое) и халькопирита (белое).

Крупные белые зерна — халькопирит, черное — силикаты. Оруденелая биотит-амфиболовая порода (V<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле, ×200. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 182. Решетчатая структура распада твердого раствора халькозина (белое) и борнита (темно-серое).  
 Серое — халькопирит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 700$  Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

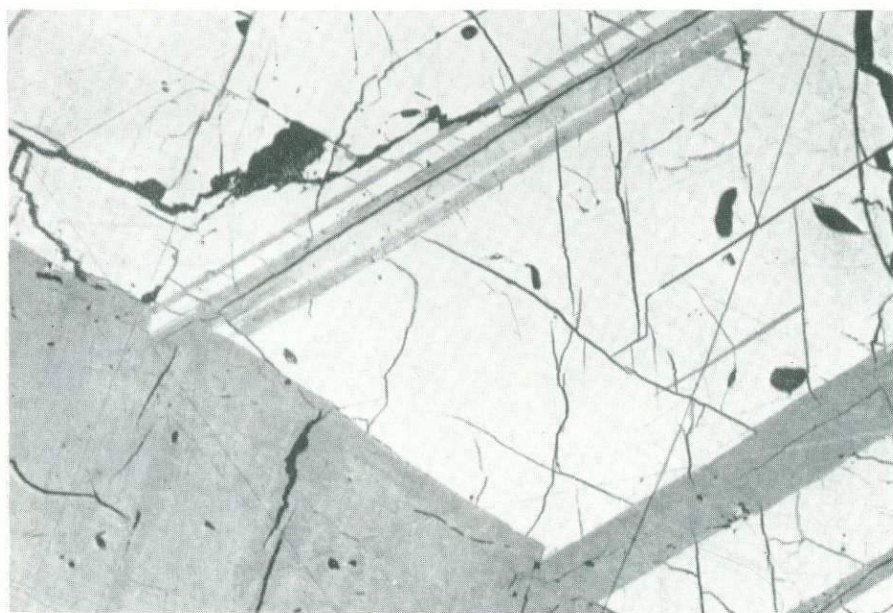


Рис. 183. Пластинчатая структура распада твердого раствора кубанита (темно-серое) и халькопирита (светло-серое).  
 Черное — выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА IX  
Структуры замещения



Рис. 184. Тканевая структура.

Магнетит (светло-серое) на месте замещенных серпентином (темно-серое) первичных силикатов. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.

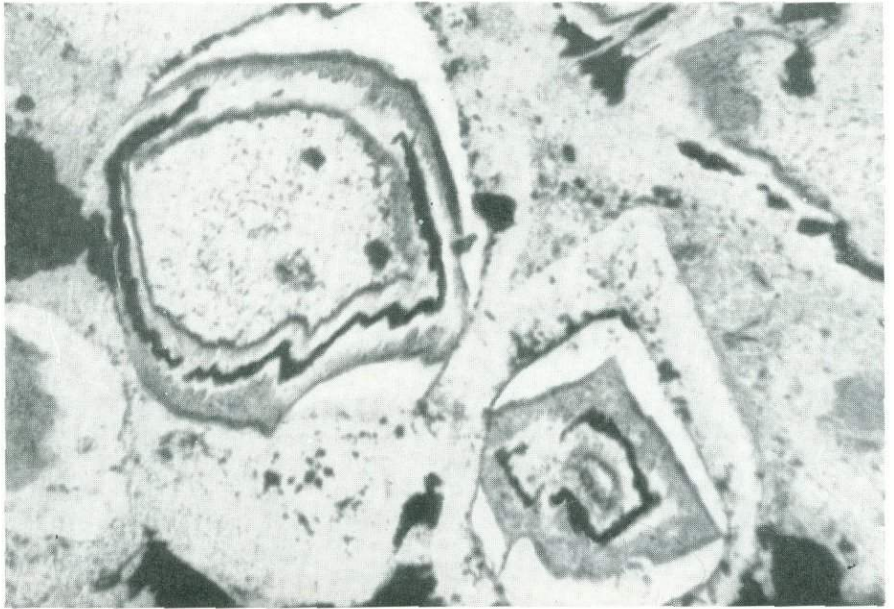


Рис. 185. Зональная структура.

Оливин (округлые и неправильной формы зерна) замещен серпентином (светлое), хлоритом (серое) и сульфидами (черное). Рассеянно-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Шлиф, при одном николе,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

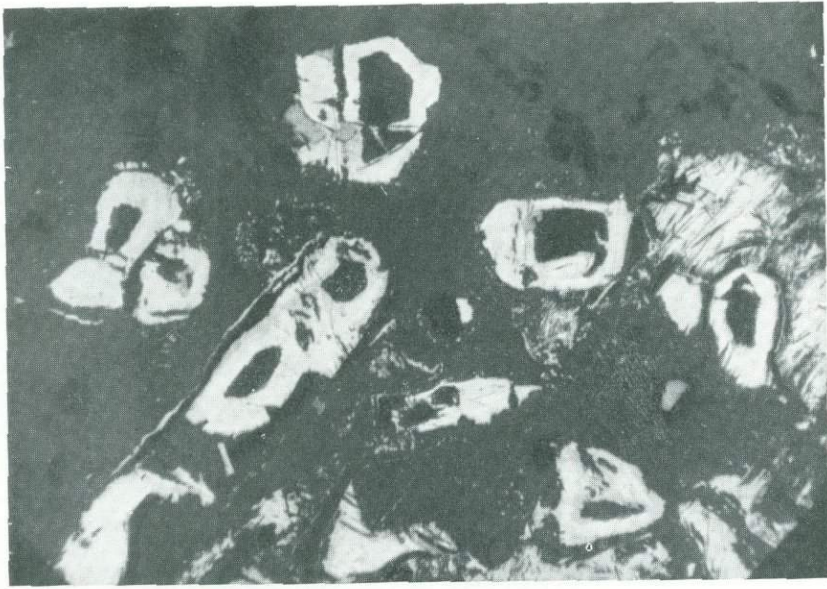


Рис. 186. Каемочная структура.

Каймы и прожилки сульфидов (белое) в зернах серпентинизированного оливина. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле, ×60. Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 187. Негативная структура.

Псевдоморфозы сульфидов (белое) по серпентинизированному оливину (темно-серое) в оруденелом перидотите. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле, ×40. Коллекция Г. И. Горбунова.

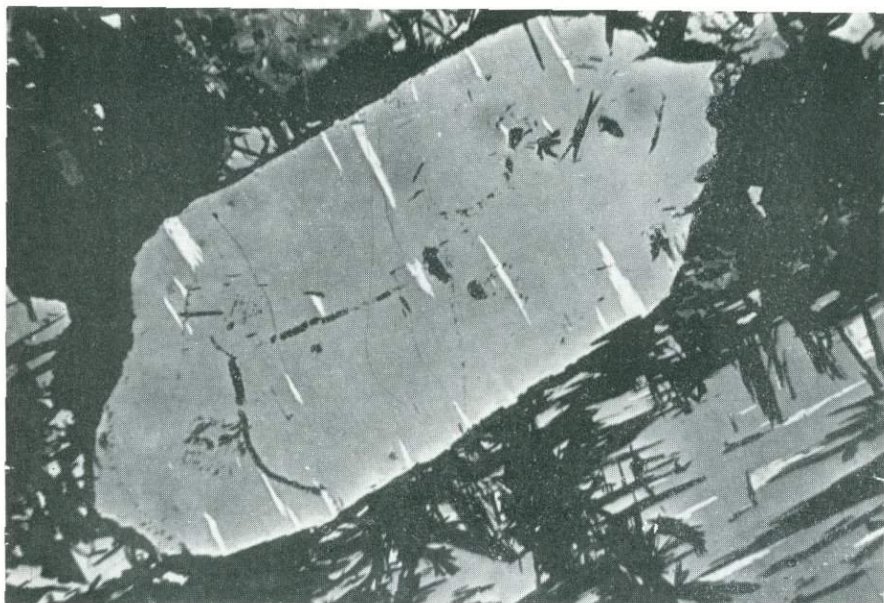


Рис. 188. Негативная структура.

Монокристалл пирротина (серое) с пластинками распада пентландита (белое) представляет собой псевдоморфозу по серпентинизированному оливину, черное — антигорит. Густо-вкрапленная руда (II<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 60$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 189. Субграфическая структура.

Халькопирит (белое) в тесном сростании с антигоритом (черное). Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 135$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 190. Радиально-лучистая структура агрегата антигорита (черное) в пирротине (светло-серое).

Серое рельефное зерно — магнетит, белое — пентландит. Густо-выравленная руда (II<sub>2</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 150$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.



Рис. 191. Дендритовидная структура.

Зерна магнетита (серое) в пирротине (светло-серое), белое — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Астафьева.

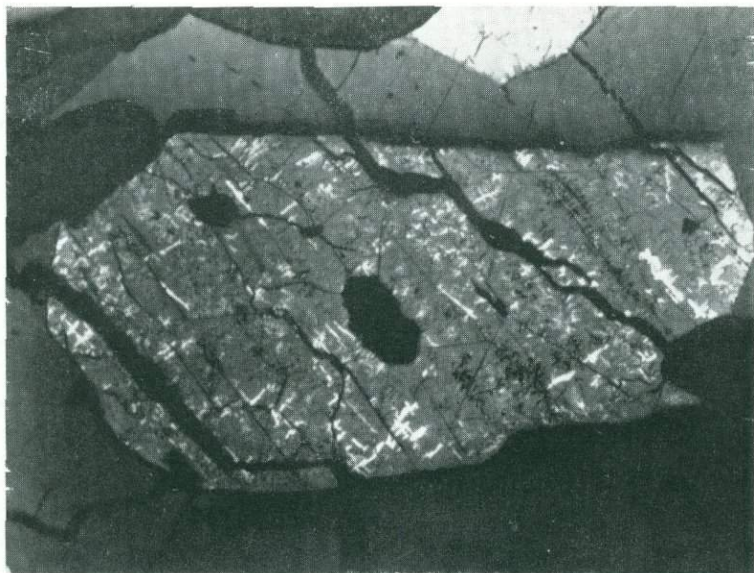


Рис. 192. Дендритовидная структура замещения пентландита (серое, рельефное) макиnavитом (белое и серое).

Темно-серое — пирротин, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашлиф, николи полускрещены,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

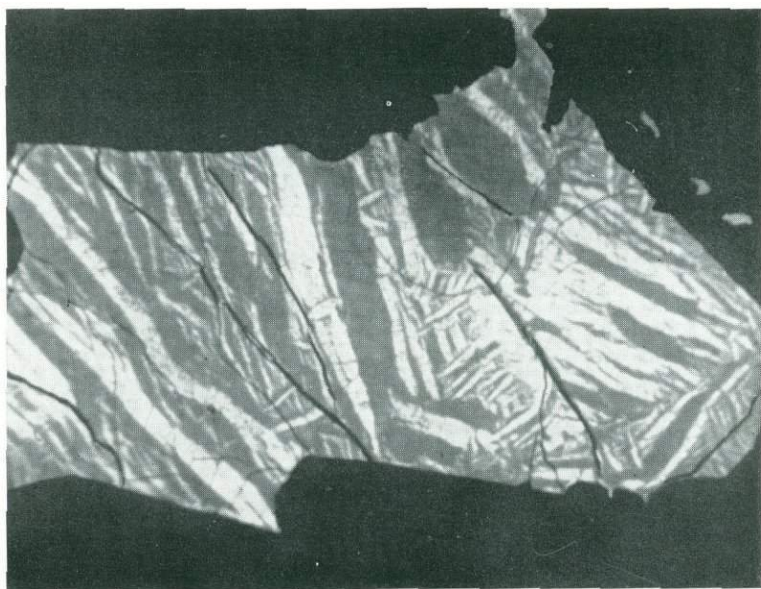


Рис. 193. Линзовидно-полосчатая структура замещения халькопирита (светло-серое) борнитом (темно-серое).

Черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Ашлиф, при одном николе,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА X  
Структуры деформаций



Рис. 194. Гранобластическая структура пирротина.

Пирротин (серое, различных оттенков) перекристаллизован, халькопирит (светло-серое) подвергся двойникованию, а пентландит (почти белое с заметным рельефом) сохранился неизменным, черное — силикаты. Сплошная руда ( $IV_2$ ). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

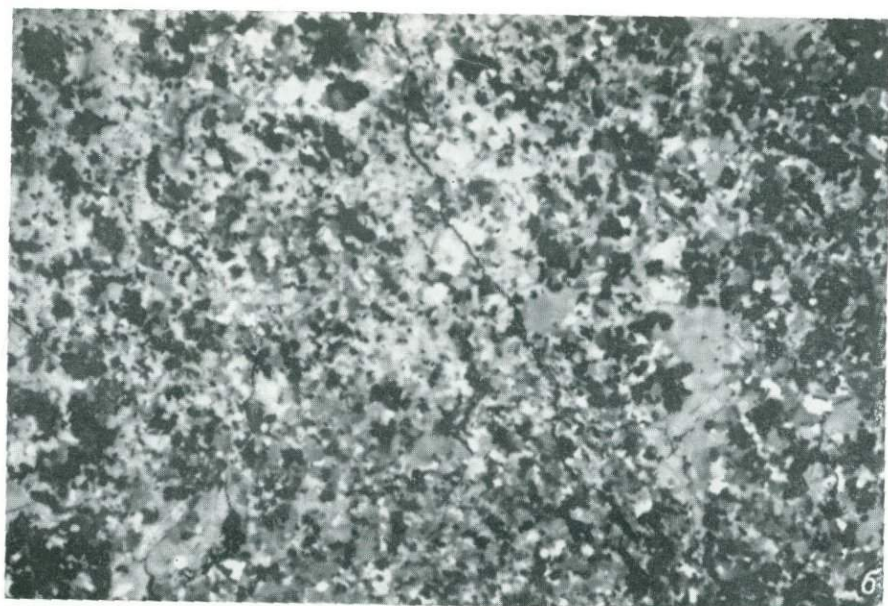


Рис. 195. Аллотриоморфнобластическая структура.

В перекристаллизованном рудном агрегате сульфиды (белое и серое) всеоморфны; мелкие черные зерна — магнетит. Густо-вкрапленная руда (II). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

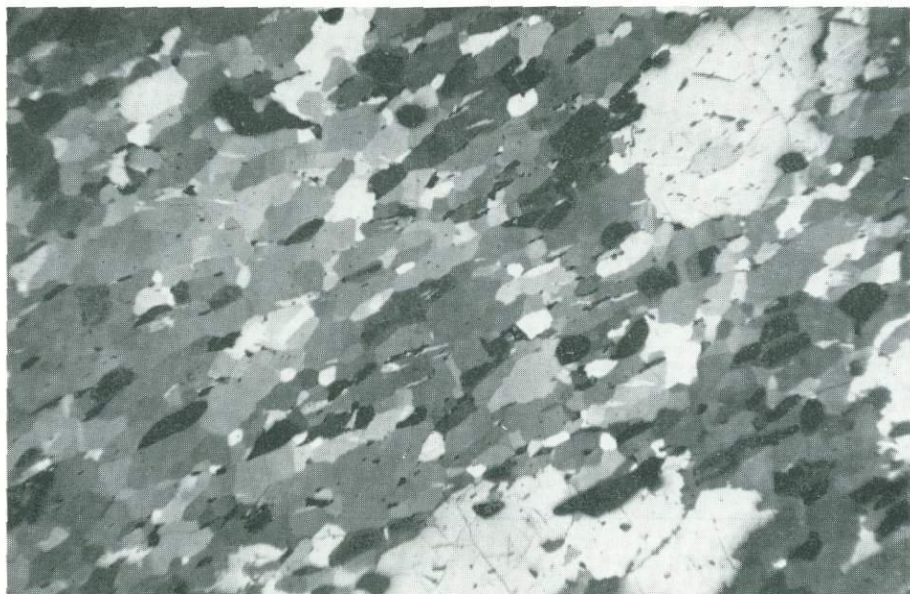


Рис. 196. Гранобластическая структура.

Агрегат пирротина и халькопирита с отчетливой ориентировкой индивидов, белые крупные зерна — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены, ×70. Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 197. Гранобластическая структура пирротина с неотчетливой ориентировкой индивидов

Пирротин (анизотропный, от белого до черного) перекристаллизован лишь вблизи контакта с пентландитом (темно-серое рельефное в верхней части снимка). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены, ×100. Коллекция Ю. Н. Яковлева.

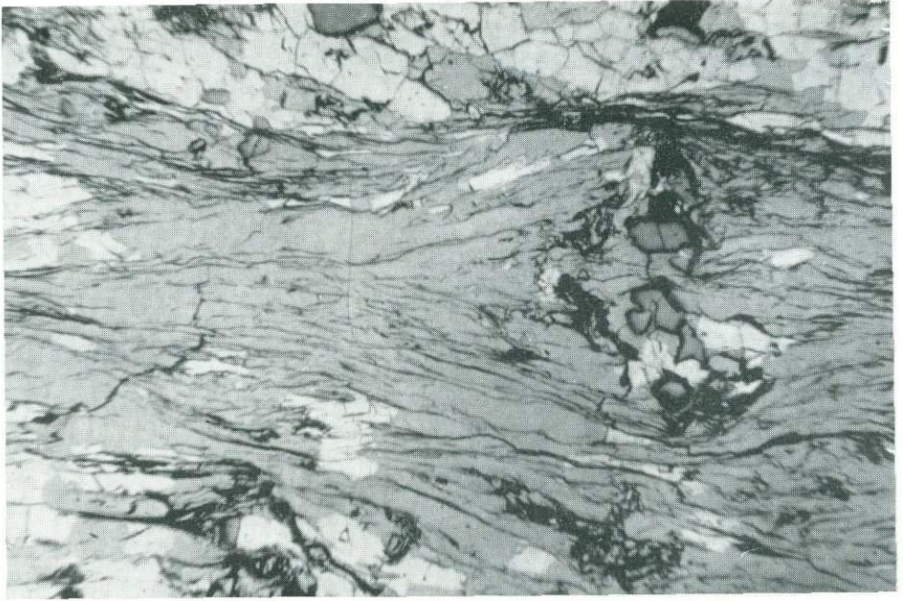


Рис. 198. Структура смятия.

Развальцованный пирротиновый агрегат (серое) огибает более жесткие раздробленные зерна магнетита (темно-серое) и пентландита (светлое). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 199. Структура смятия.

Индивиды перекристаллизованного пирротина (от белого до черного) ориентированы в одном направлении; серые трещиноватые зерна — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 80$ . Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 200. Структура смятия.

Видна различная степень деформации сульфидов. Сдвойникованный зернистый агрегат — пирротин (вверху), перекристаллизованный агрегат с признаками течения — халькопирит и пирротин (внизу). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены, ×80. Коллекция Г. И. Горбунова.

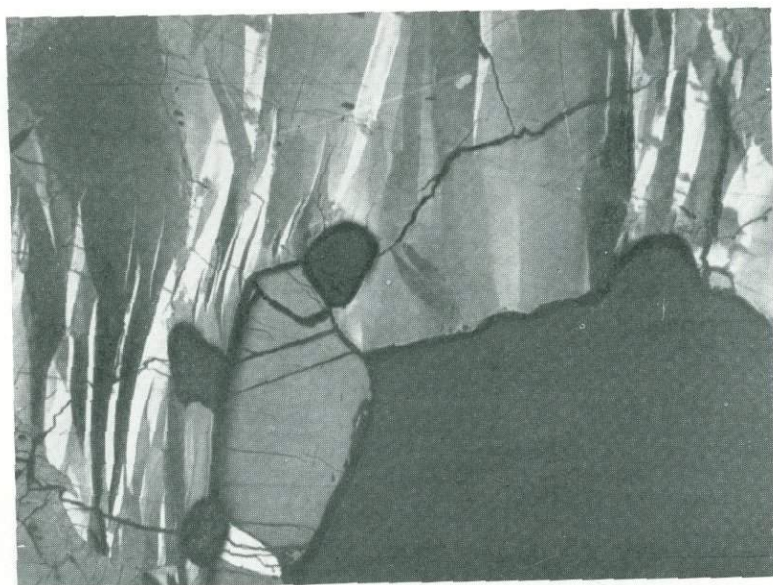


Рис. 201. Структура смятия.

Двойники давления в пирротине около крупных зерен ильменита (черное и темно-серое рельефное в правом углу), мелкие серые сера в пирротине со следами спайности — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены, ×40. Коллекция Ю. В. Гончарова.

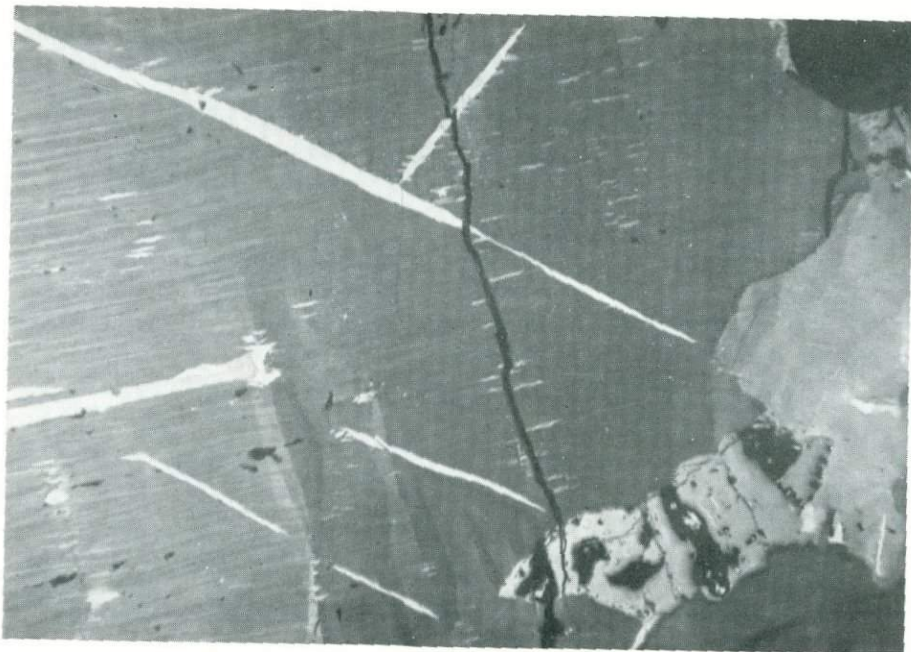


Рис. 202. Структура смятия.

Полисинтетические двойники давления в пирротине (серое и темно-серое), белые линзовидные выделения в пирротине — двойники превращения, серые и светло-серые рельефные зерна — ильменит, мелкие белые включения — пентландит. Густо-выраженная руда (II<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи полускрещены,  $\times 200$ . Коллекция Ю. П. Яковлева.



Рис. 203. Структура смятия.

Микроскладки в деформированной сульфидной руде. Белое (вверху справа) — пентландит, частично различованный, светло-серое — халькопирит и пирротин, темно-серое — остатки расщепленной деформированной слюды. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 200$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 204. Структура смятия.

Все детали строения смятой слюды: двойники, микрофлексуры, срывы (темное) подчеркиваются халькопиритом (светлое). Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 150$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

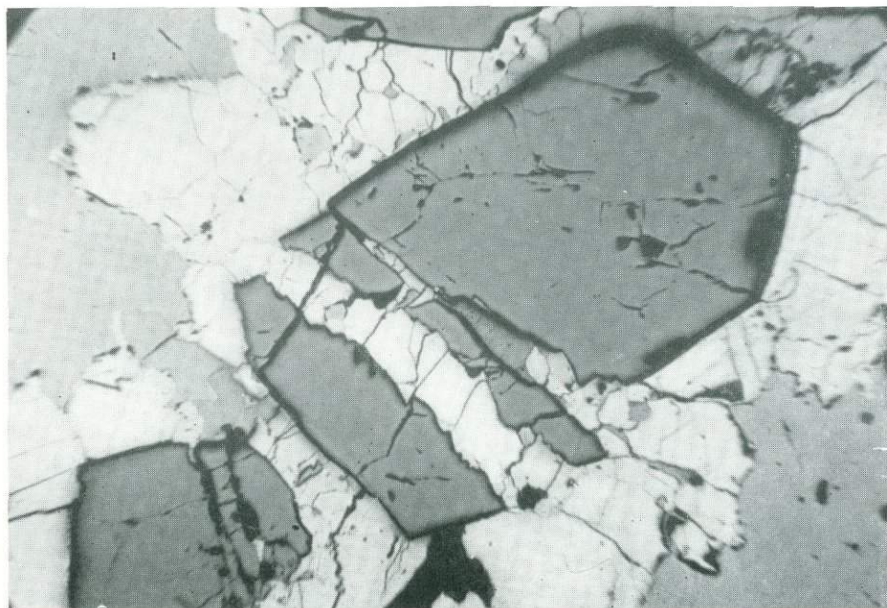


Рис. 205. Структура дробления.

Раздробленные зерна магнетита (темно-серое, рельефное) сцементированы и частично замещены пентландитом (белое) и пирротиним (серое), черное — выбоины. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 50$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

ТАБЛИЦА XI  
Форма и внутреннее строение рудных зерен

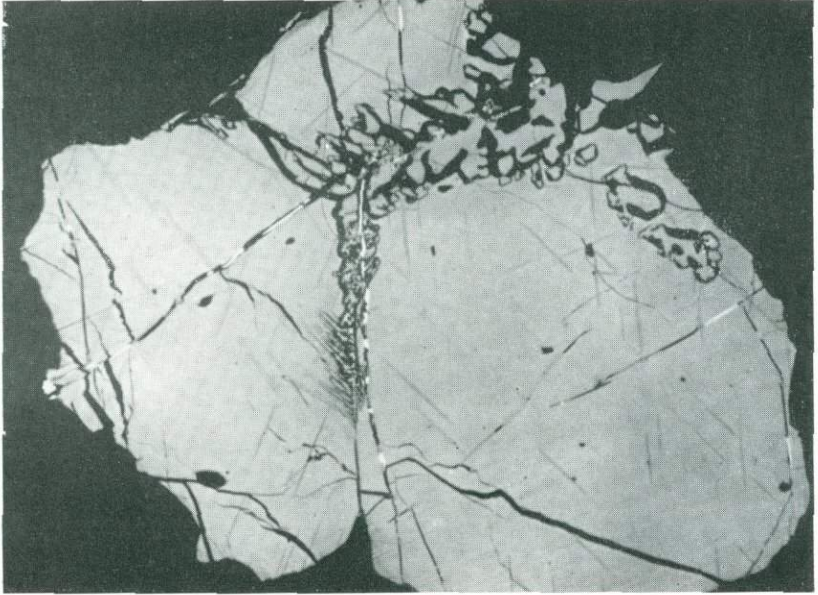


Рис. 206. Изометрический вкрапленник титаномagnetита (светло-серое) в ультраосновной породе (черное).

Видны пластинчатые и мirmekитоподобные тельца распада твердого раствора ильменита (серое) и шпинели (почти черное), белое — сульфиды. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

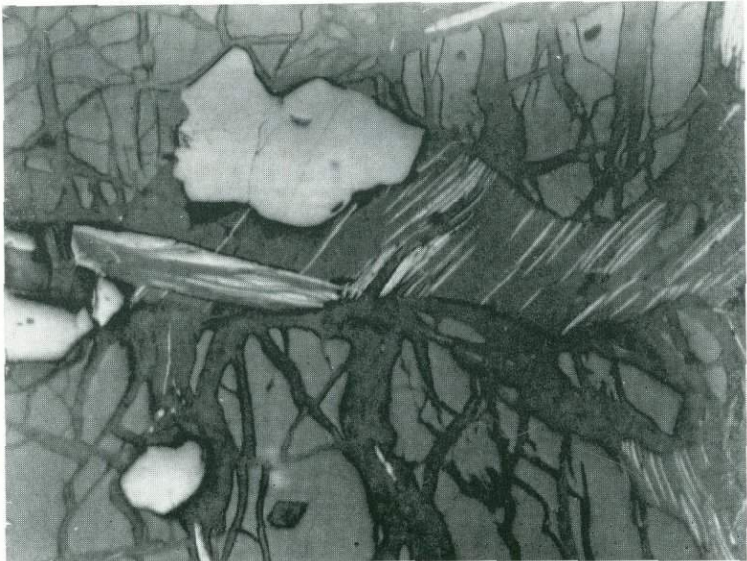


Рис. 207. Изометрические вкрапленники раннего и пластинчато-линзовидные выделения позднего магнетита (серое).

Темно-серое и почти черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 150$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 208. Линзовидные выделения позднего магнетита (светло-серое) в хлорите и флогопите (темно-серое).  
 Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Апплиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 209. Эмульсионные, прожилковые и линзовидно-пятнистые выделения позднего магнетита (белое) во вторичных силикатах ультраосновных пород (темно-серое).

Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Апплиф, при одном никеле,  $\times 120$ .  
 Коллекция Ю. Н. Яковлева.

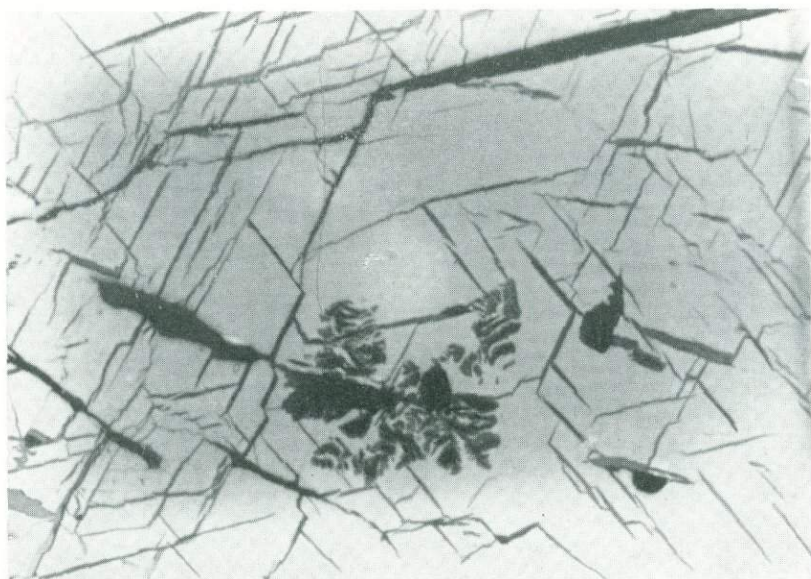


Рис. 210. Розетковидная форма выделения сфалерита (темно-серое) в халькопирите (светло-серое).

Темно-серые рельефные просечки — магнетит, черное — выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 211. Жгутовидная форма вростков макинавита (серое) в пентландите (светло-серое).

Темно-серое — магнетит, черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 600$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

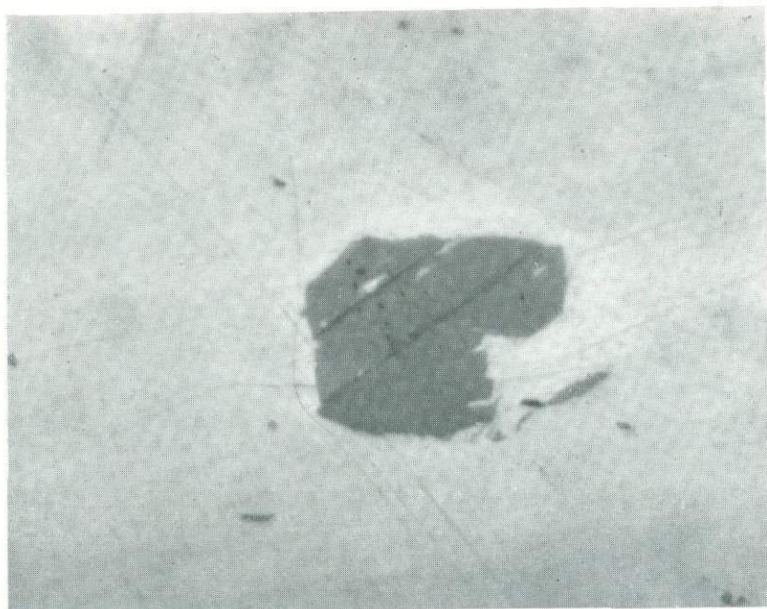


Рис. 212. Идиоморфное выделение макинавита (темное) в халькопирите (светлое).

Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 60$ .  
Коллекция И. С. Бартевева.

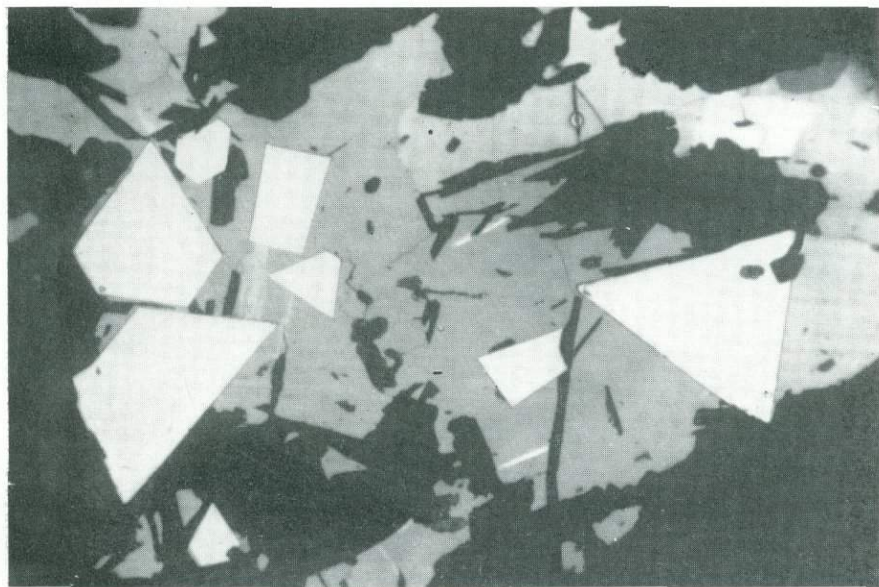


Рис. 213. Идиоморфные метакристаллы арсенида (белое) в пирротине (светло-серое).

Черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 180$ . Коллекция Г. И. Горбунова.



Рис. 214. Радиально-лучистое строение пентландита (правая сторона снимка).

Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Образец, нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.



Рис. 215. Скелетный монокристалл ильменита (серое) в серпентините (черное). Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 60$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

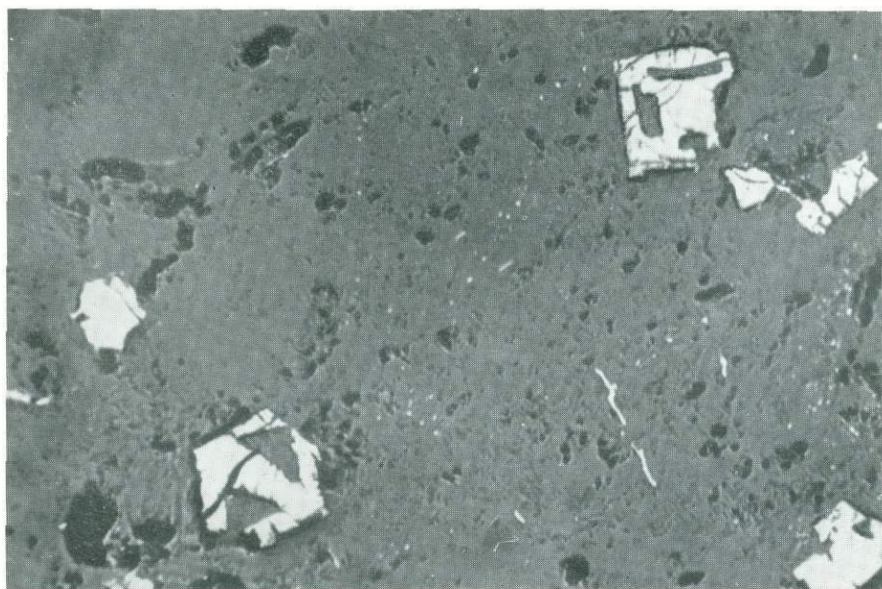


Рис. 216. Скелетные кристаллы титаномagnetита (белое) в серпентините (серое).  
 Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 180$ .  
 Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

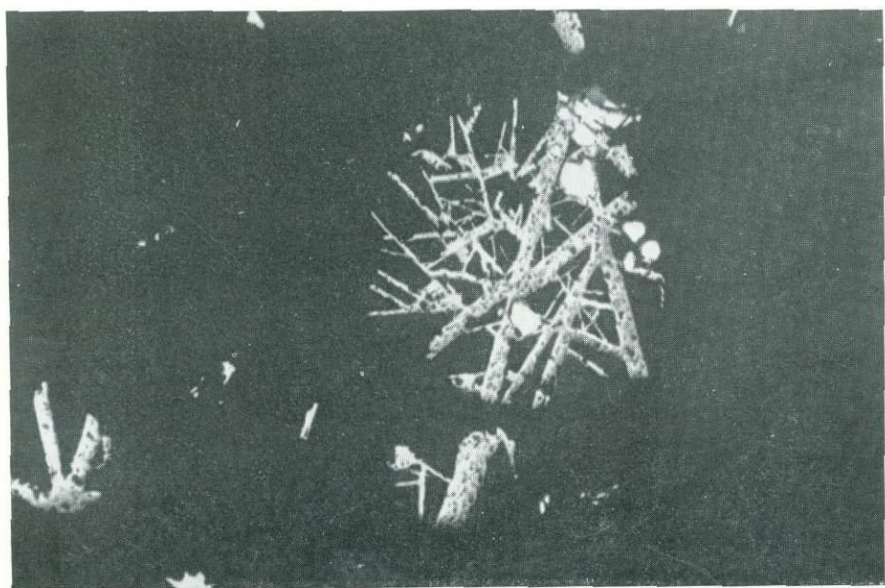


Рис. 217. Радиально-сетчатая форма сростков ильменита (светло-серое) в серпентините (темно-серое).

Белое — сульфиды. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_2$ ). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

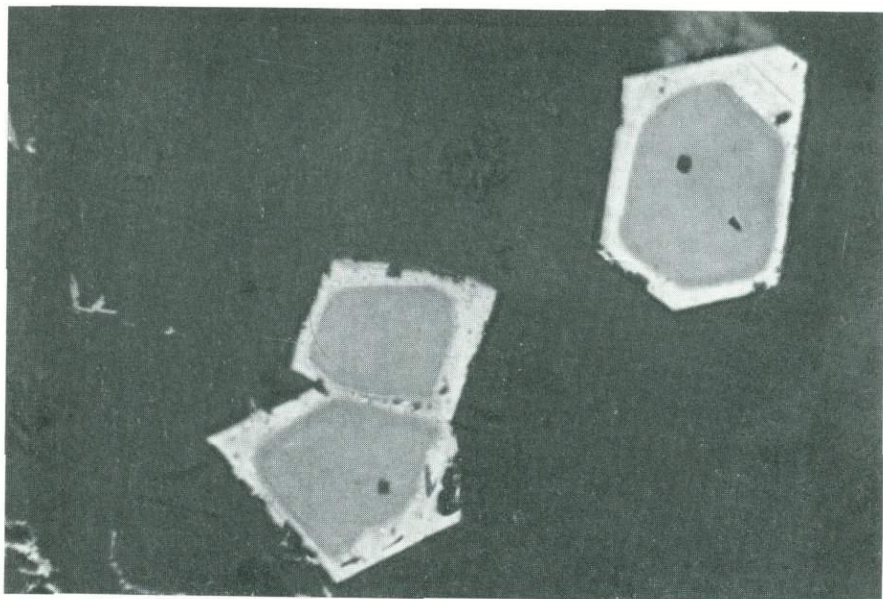


Рис. 218. Зональное строение рудных зерен.

Каемки магнетита (светло-серое) на зернах хромита (серое), черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 315$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

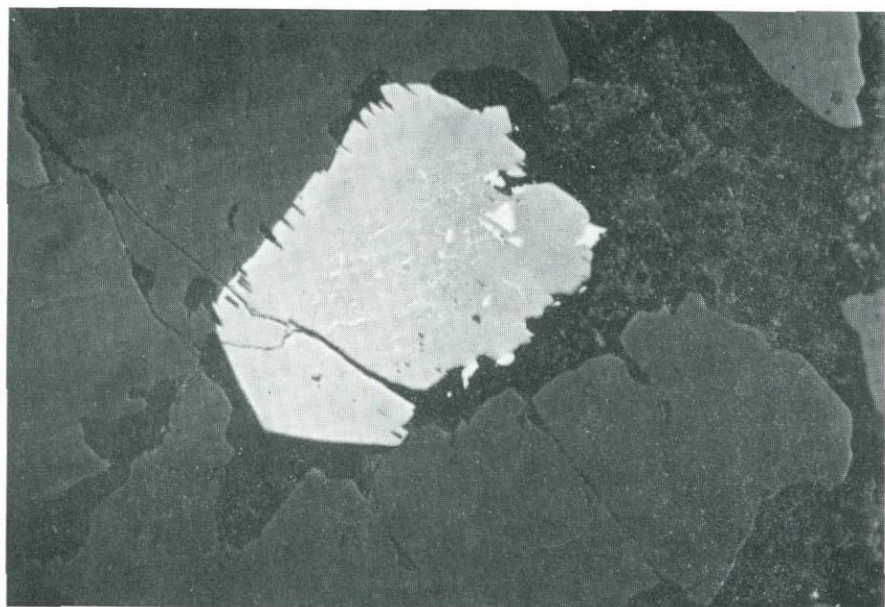


Рис. 219. Эмульсиевидные включения сульфидов (светлое) в магнетите (серое). Черное — железистый карбонат. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Мончегорский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 40$ . Коллекция И. С. Бартенева.

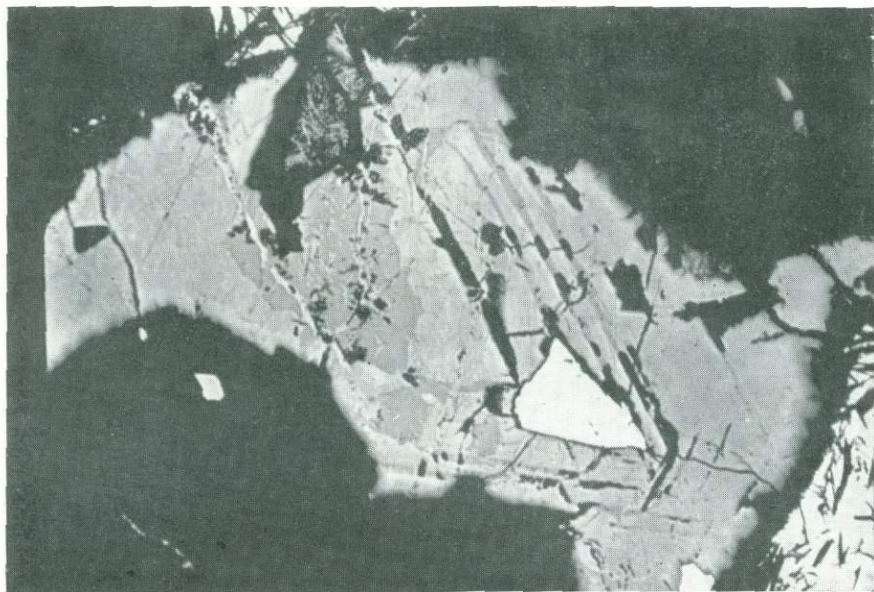


Рис. 220. Зональное строение магнетита (серое и темно-серое), обусловленное наличием двух компонентов минерала.

Белое — халькопирит, черное — силикаты. Густо-вкрапленная руда (II<sub>2</sub>). Печенгский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 135$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

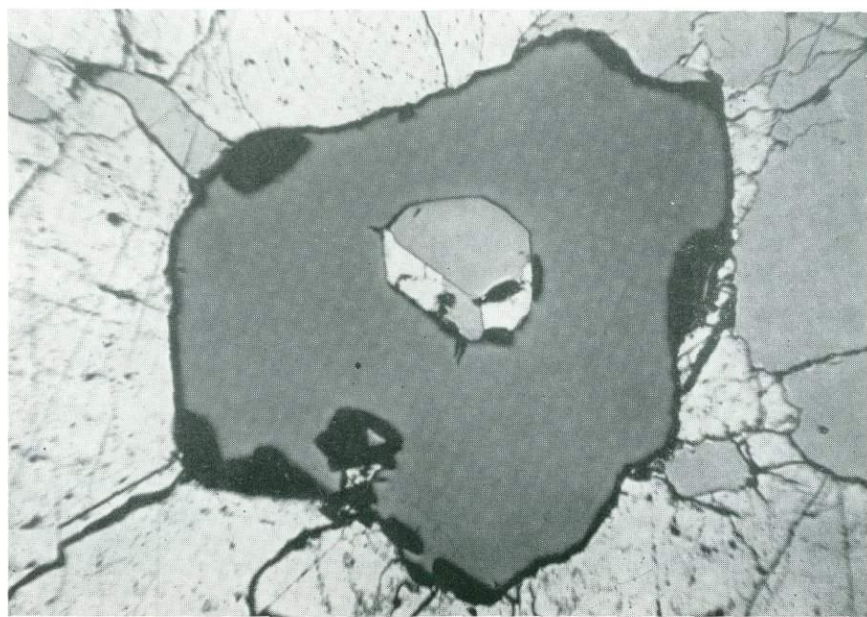


Рис. 221. Ограниченное включение сульфидов в зерне магнетита.

Темно-серое — магнетит, светло-серое — пирротин, белое — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. В. Гончарова.

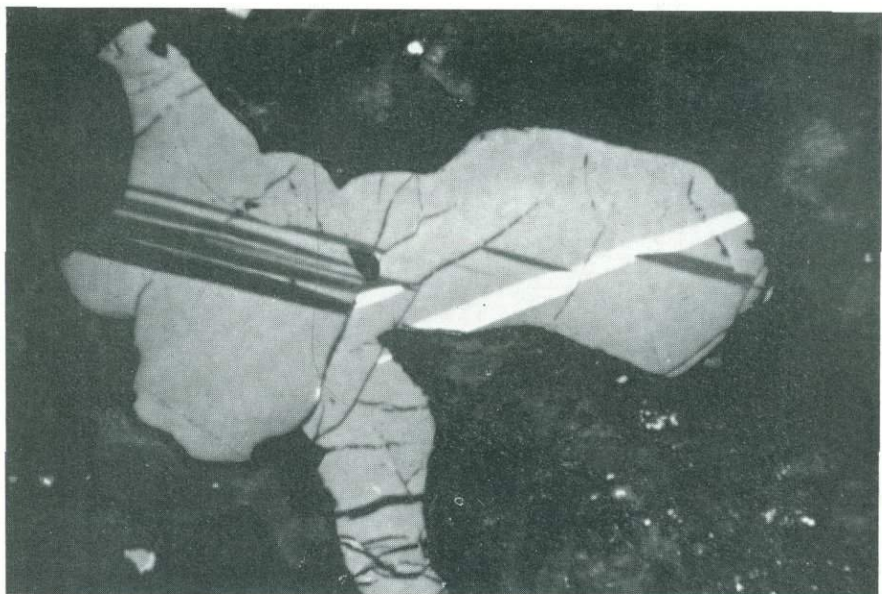


Рис. 222. Двойники давления в ильмените.  
 Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 230$ .  
 Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

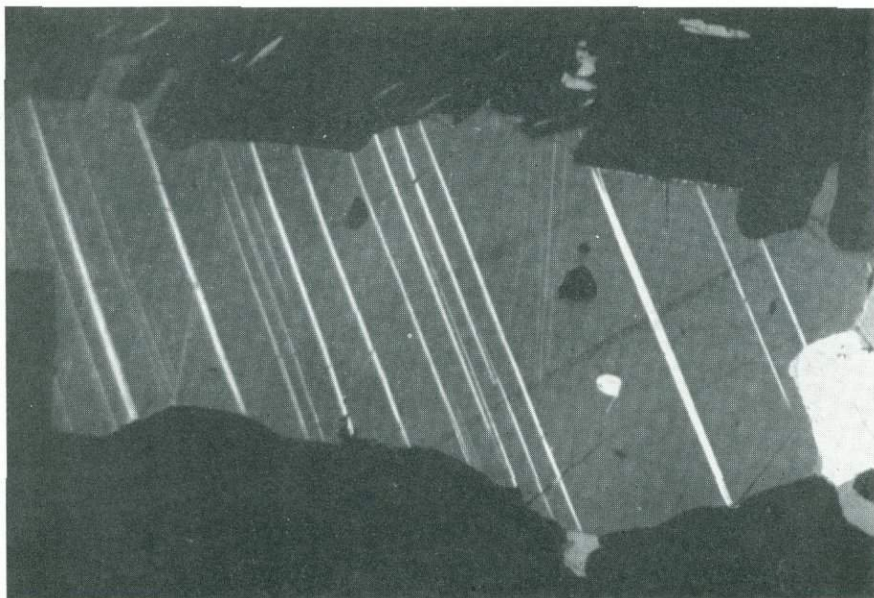


Рис. 223. Двойники давления в ильмените (серия параллельных белых полос в темно-сером зерне).  
 Черное — силикаты. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.



Рис. 224. Поперечно-шестоватое строение прожилков макинавита (серое) в пентландите (светло-серое).

Черное — выбоины. Рассеянно-вкрапленная руда (Г<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

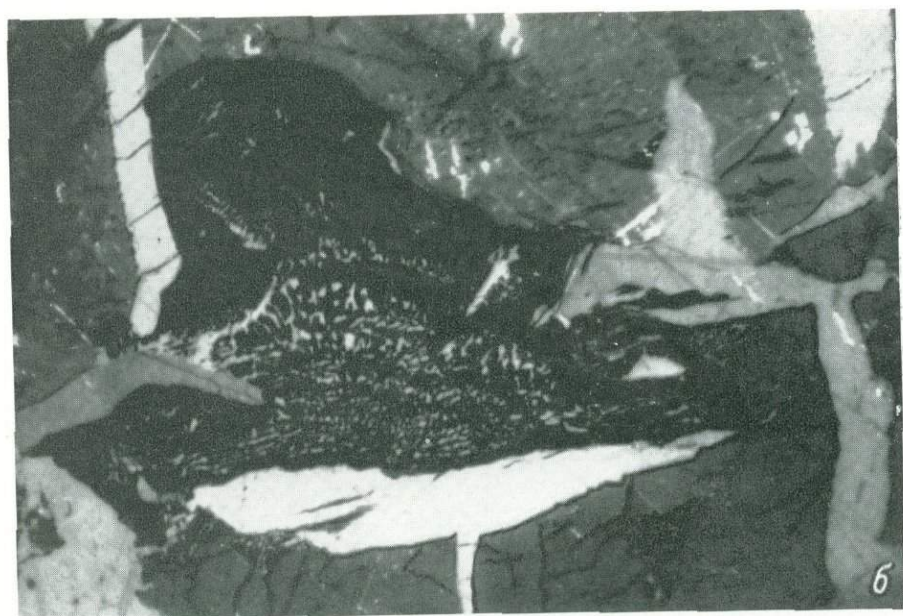
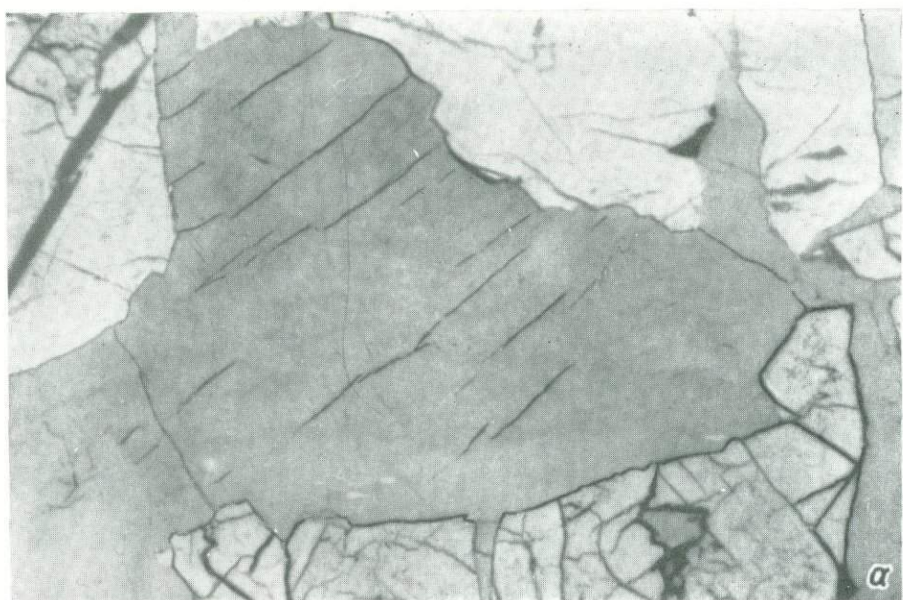


Рис. 225. Сложное мирмекитоподобное срастание двух разновидностей пирротина (серое и темно-серое).

Светло-серое — пентландит. Рассеянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 400$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

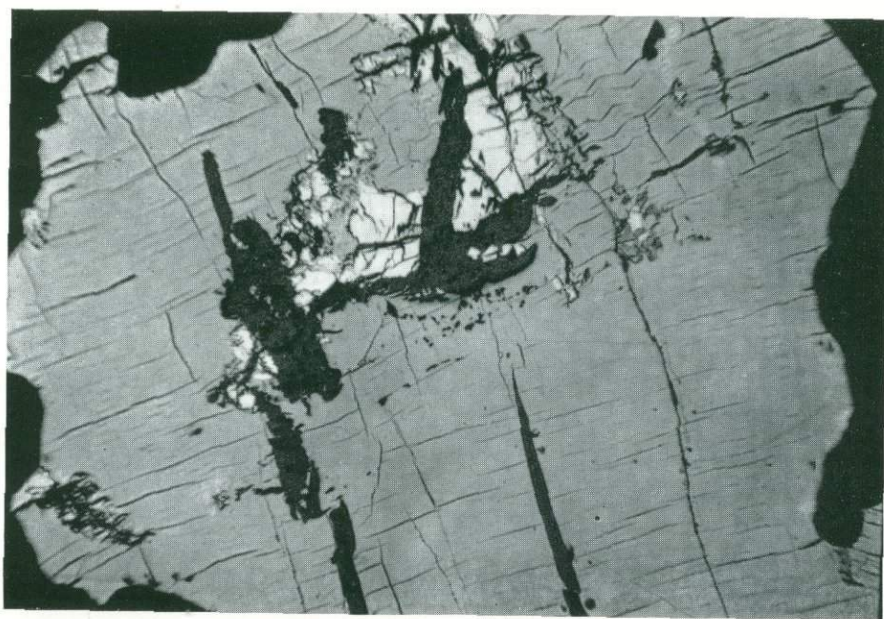


Рис. 226. Отдельность в троилите (светло-серое).

Белые зерна — пентландит, темно-серые прожилки и неправильной формы выделения — магнетит. Ресееянно-вкрапленная руда (I<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

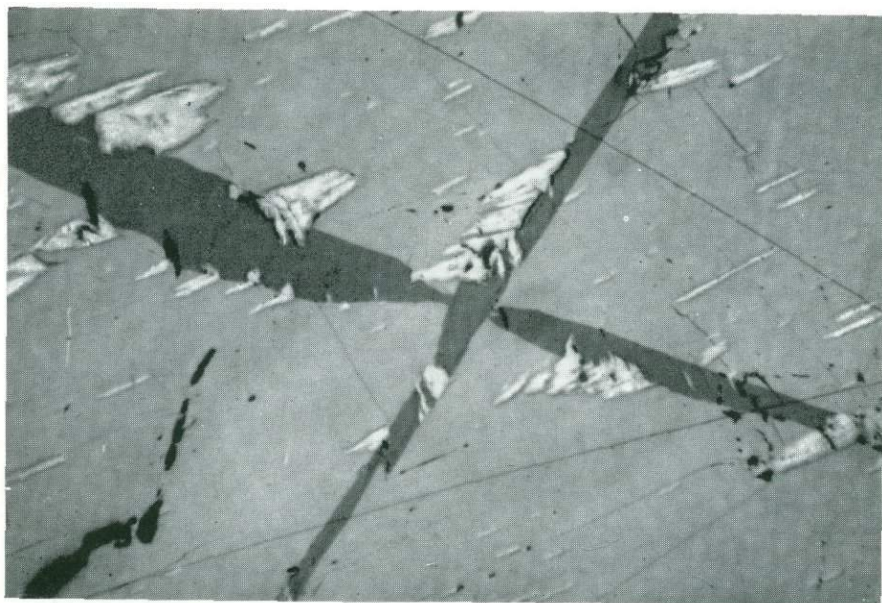


Рис. 227. Двойники превращения в пирротине (серое и темно-серое).

По границам двойниковых субиндивидов и внутри пирротина развиты пламеневидные и пластинчатые выделения пентландита (белое). Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Аллареченский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 200$ . Коллекция Г. И. Горбунова.

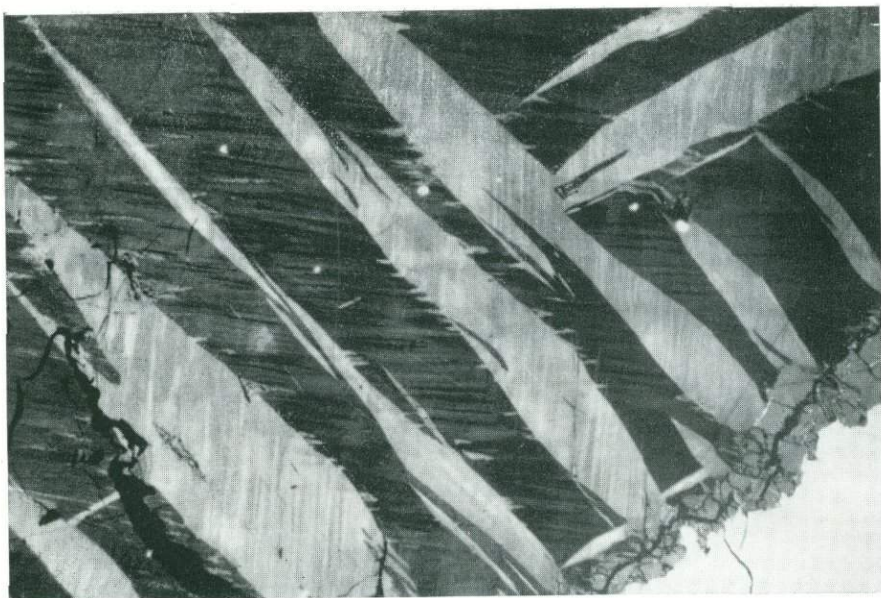


Рис. 228. Внутреннее строение пирротина.

Двойники превращения (крупные линзовидные, светлые) и смятия (мелкие полисинтетические, серые и темно-серые), серое рельефное — пентландит, белое — халькопирит. Оруденелая акзоконтактовая гранат-кварцевая порода ( $V_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, николи полускрещены,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

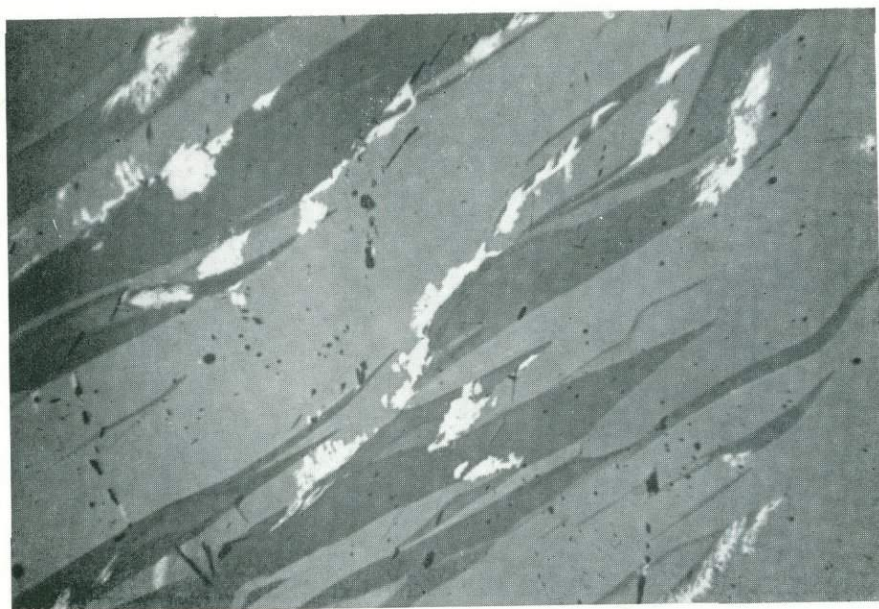


Рис. 229. Двойники смятия в пирротине.

Мелкие белые зерна — пентландит. Сплошная руда ( $IV_1$ ). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 100$ . Коллекция Ю. А. Асгафьева.

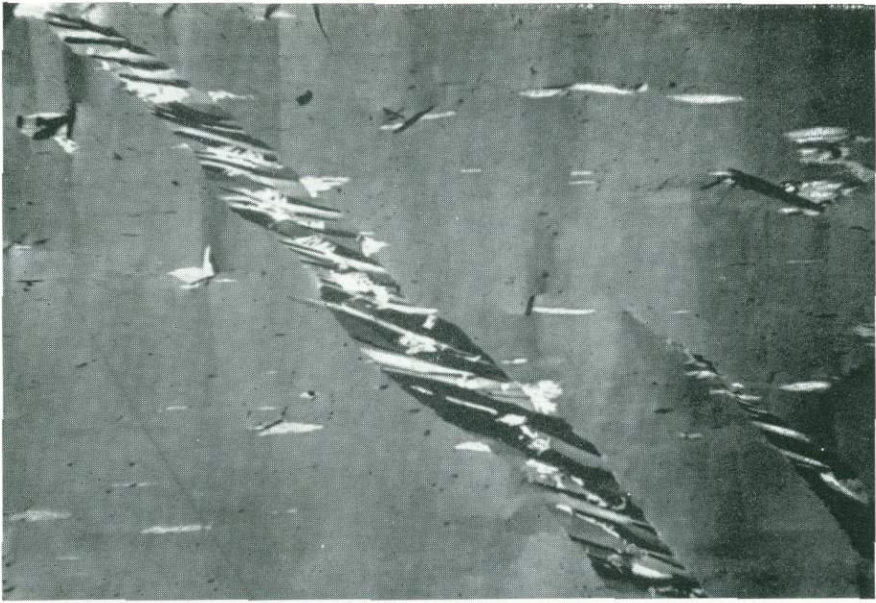


Рис. 230. Тонкие двойники смятия в линзовидных обособлениях мелкозернистого пирротина.

Окружающая масса — менее деформированный пирротин, мелкие белые зерна — пентландит. Сплошная руда (IV<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены, ×100. Коллекция Ю. А. Астафьева.

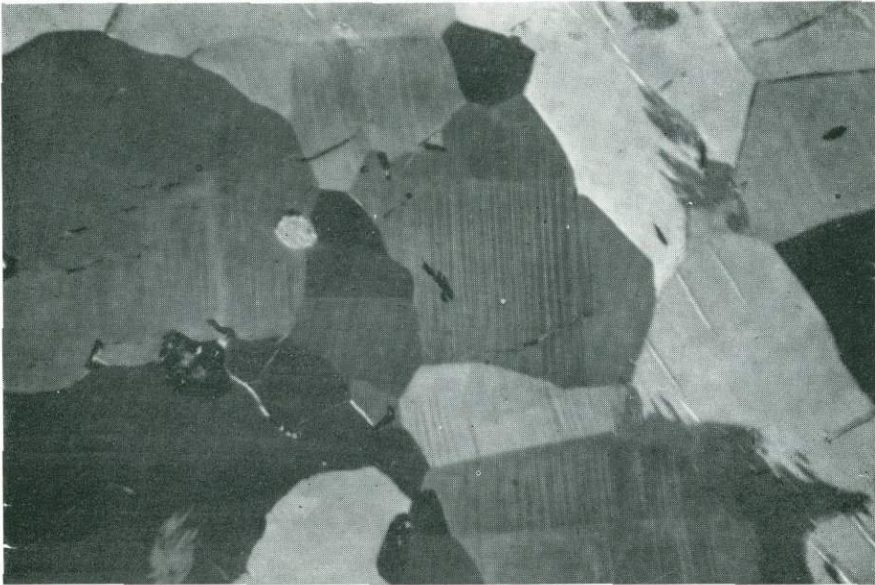


Рис. 231. Подсинтетические двойники смятия в пирротине.

Серые мелкие зерна с зазубренными границами — пентландит. Брекчиевидная руда (III<sub>1</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены, ×400. Коллекция Ю. Н. Нерадовского



Рис. 232. Изогнутые пластинчатые кристаллы пирротина (светлое) в кальците (сдвойникованные зерна).  
Оруденелая вмещающая порода (VI). Печенгский район. Аншлиф, при одном николе,  $\times 40$ .  
Коллекция Ю. Н. Нерадовского.

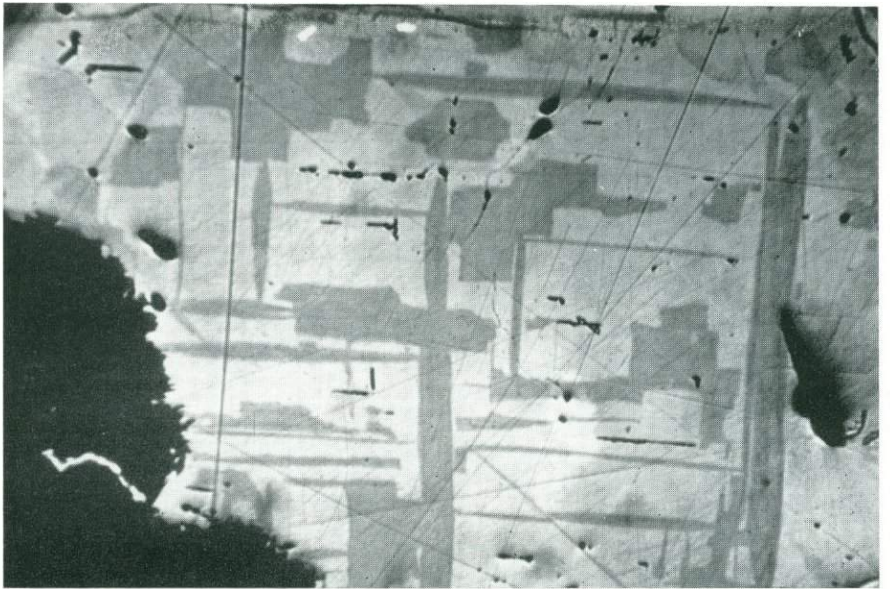


Рис. 233. Решетчатое строение халькопирита, обусловленное пластинчатыми двойниками.  
Брекчиевидная руда (III<sub>2</sub>). Печенгский район. Аншлиф, николи скрещены,  $\times 135$ . Коллекция  
Ю. Н. Нерадовского.

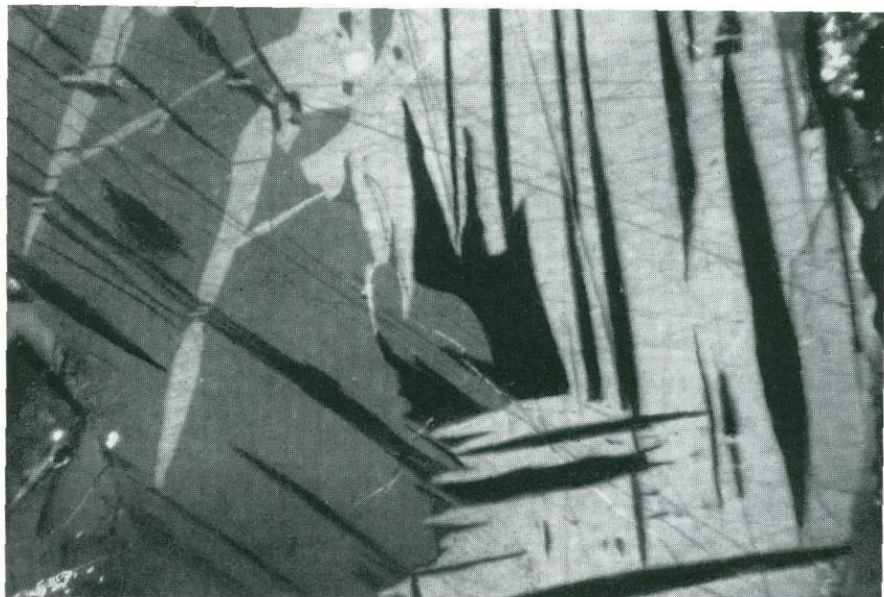


Рис. 234. Двойники превращения в халькопирите.

Черное — выбоины. Оруденелая экзоконтактовая кварцево-гранатовая порода (V<sub>2</sub>). Аллареченский район. Ашлиф, николи скрещены,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

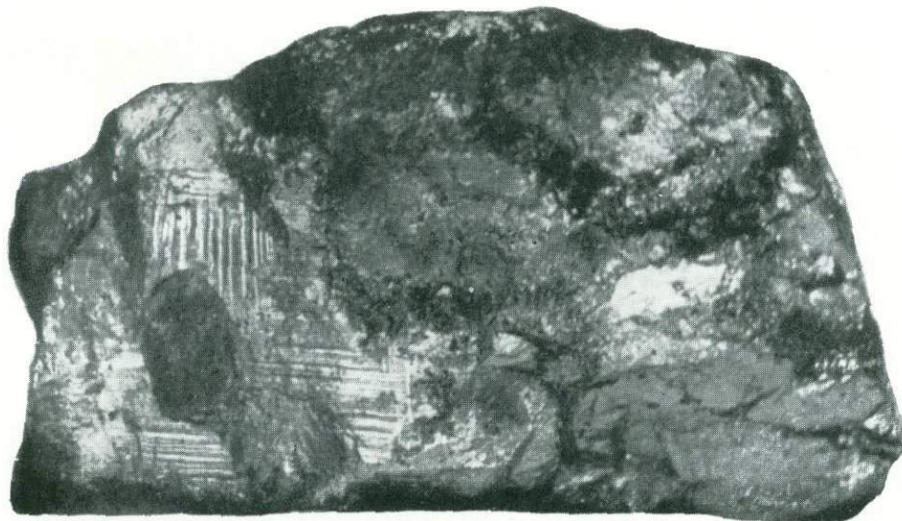


Рис. 235. Полисинтетические решетчатые двойники в крупных зернах халькопирита. Сплошная руда (IV<sub>2</sub>). Аллареченский район. Штуф, нат. вел. Коллекция Ю. В. Гончарова.

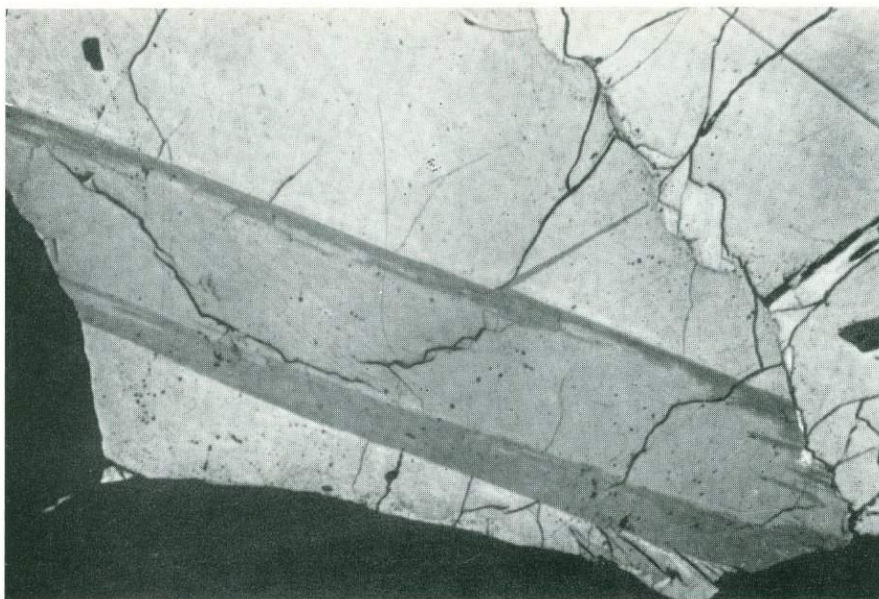


Рис. 236. Внутреннее строение кубанита.

Каемка кубической модификации (темно-серое) на таблитчатом выделении ромбической модификации (серое), светло-серое — халькопирит, белое — пентландит. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле (синий светофильтр),  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

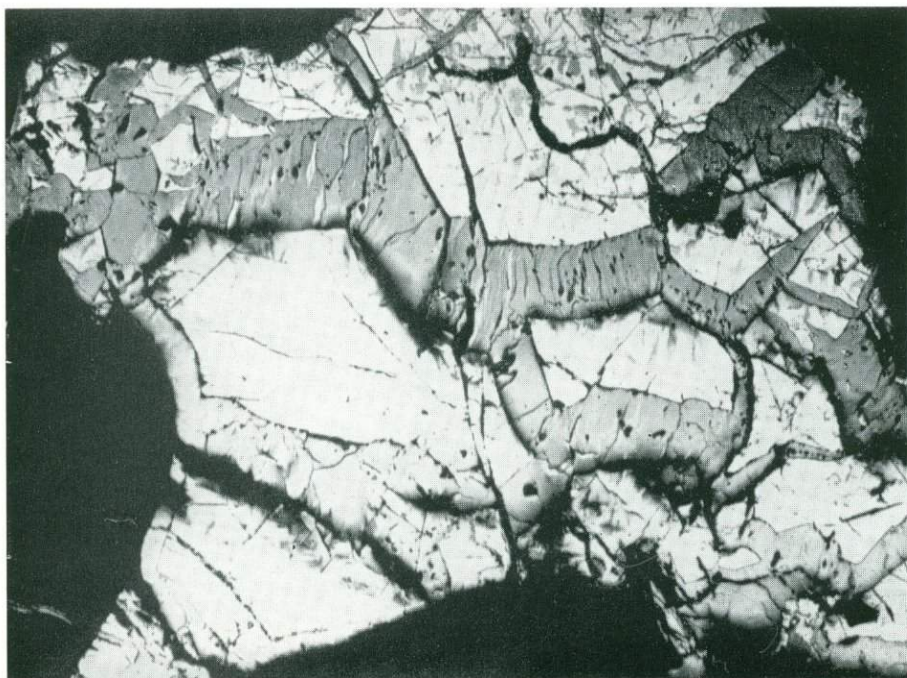


Рис. 237. Поперечно-шестоватое строение прожилков позднего магнетита (темно-серое, рельефное).

Белое — пентландит, серое в нем — макиавит. Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_1$ ). Аллареченский район. Аншлиф, при одном никеле (косой свет),  $\times 120$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

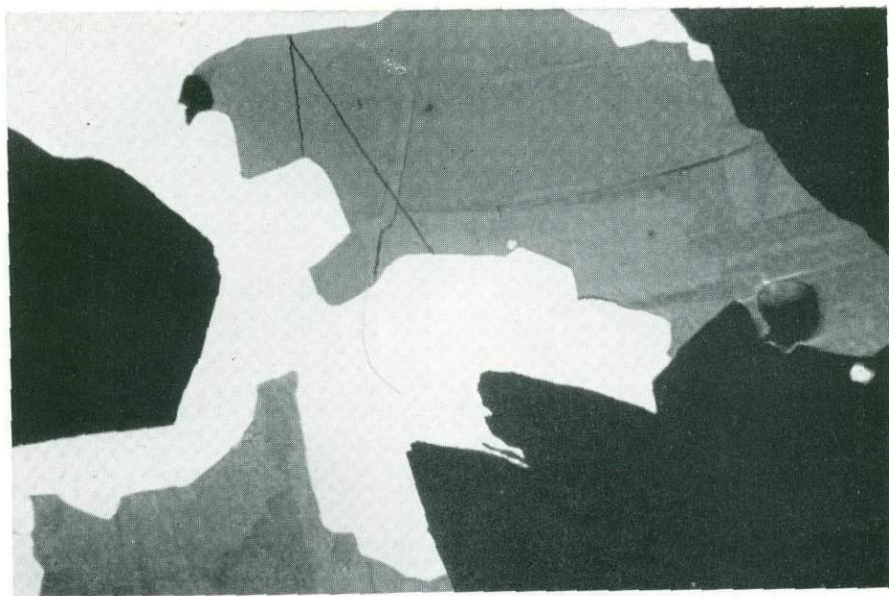


Рис. 238. Двойниковое строение борнита (серое и темно-серое). Белое — халькопирит, черное — амфибол. Оруденелая экзоконтактовая порода ( $V_2$ ). Алларченский район. Анишлиф, николи сирещены,  $\times 250$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

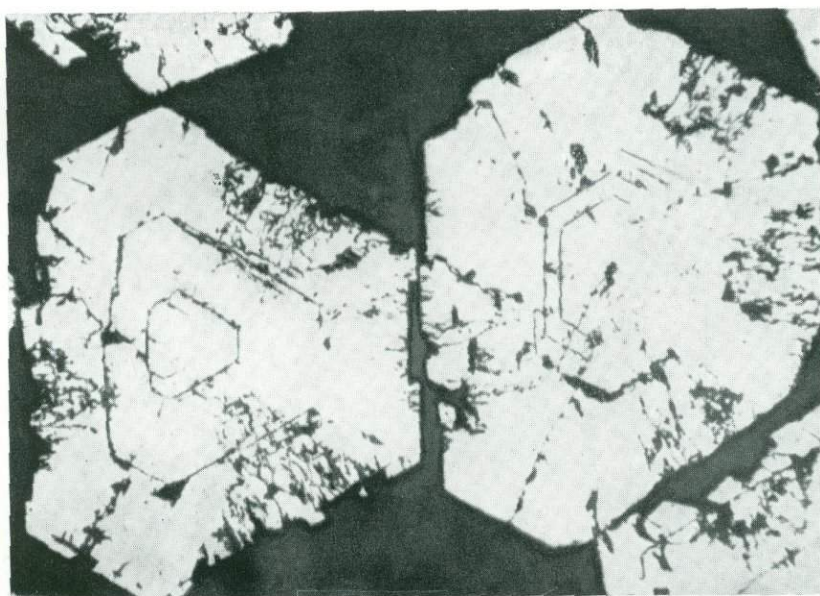


Рис. 239. Зональное строение пирита (белое), обусловленное включениями кальцита (черное).

Рассеянно-вкрапленная руда ( $I_2$ ). Печенгский район. Анишлиф, при одном никеле,  $\times 315$ . Коллекция Ю. Н. Нерадовского.



Рис. 240. Поперечно-шестоватое строение прожилка пирита (белое) в халькопирите (серое).

Брегчневидная руда (III<sub>3</sub>). Аллареченский район. Аношлиф, при одном никеле (красой свет),  $\times 200$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

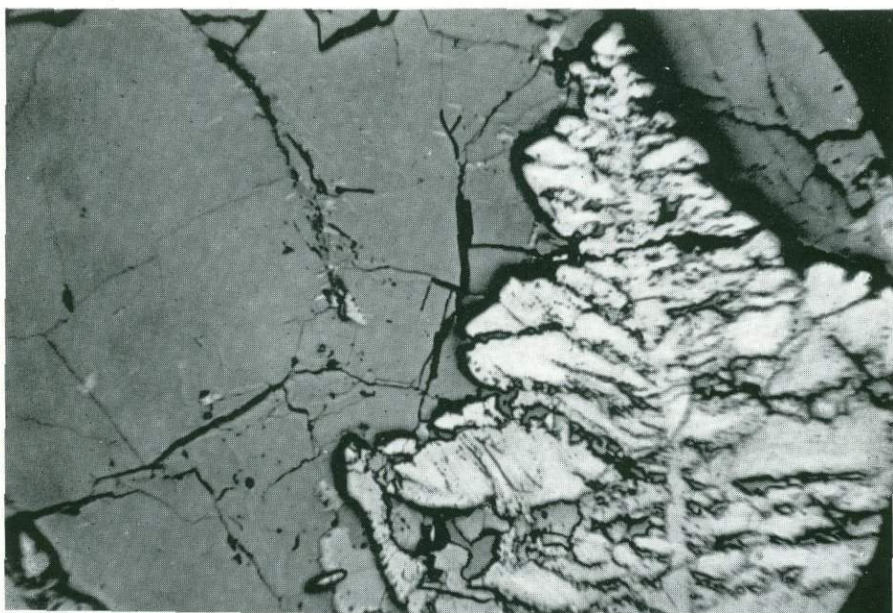


Рис. 241. Дендритовидное строение пирита (светло-серое).

Серое — пирротин, черное — трещины, выбоины. Сплошная руда (IV<sub>3</sub>). Аллареченский район. Аношлиф, при одном никеле,  $\times 100$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

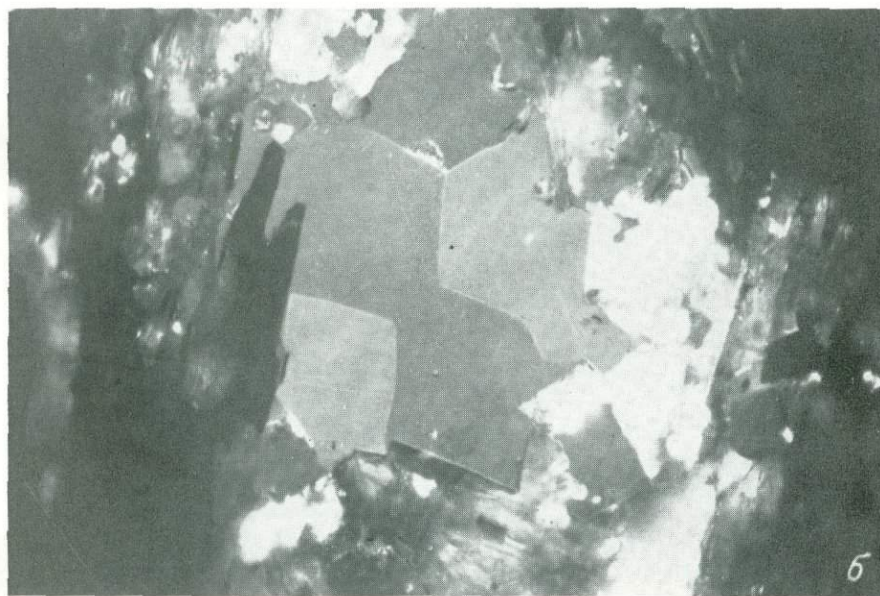
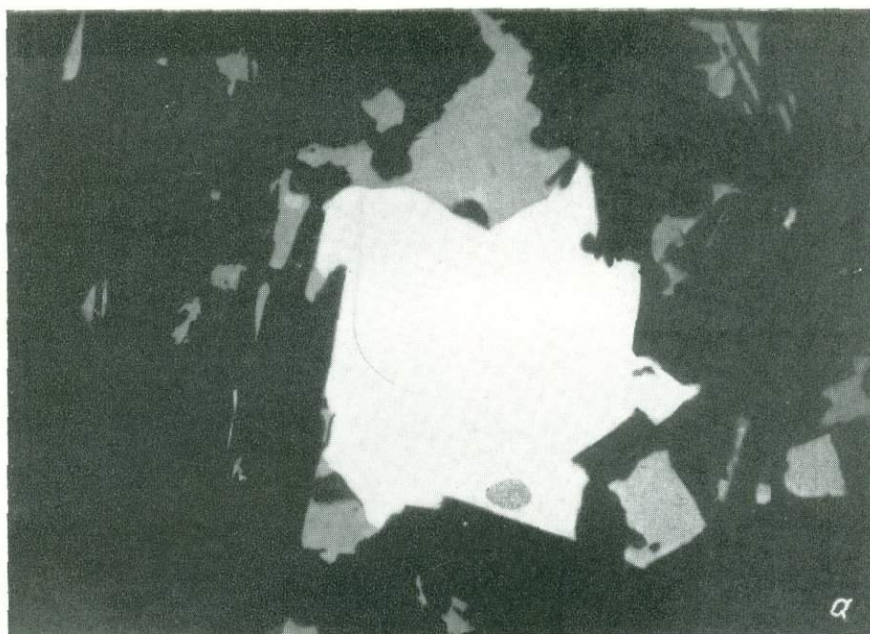


Рис. 242. Секториальное строение вкрапленника арсенопирита (белое).  
 Серое — халькопирит, черное — силикаты. Оруденелая экзоконтактовая биотит-амфиболовая порода ( $V_2$ ). Аллареченский район. Аншлиф: а — при одном николе, б — николи скрещены,  $\times 330$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

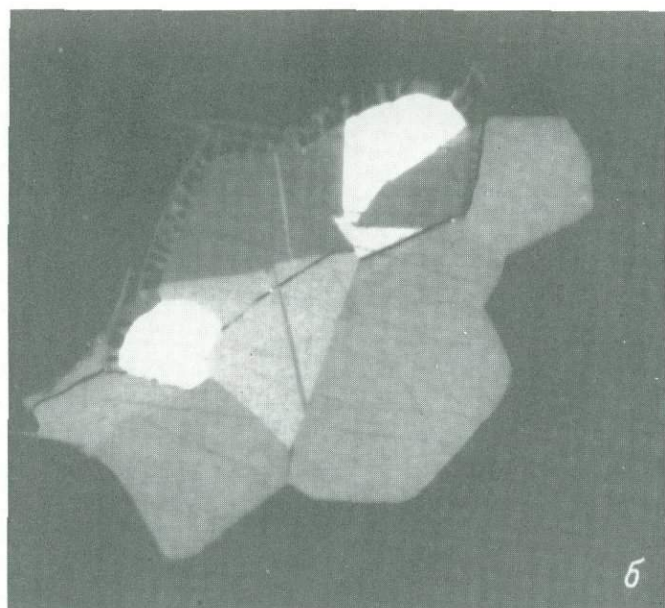
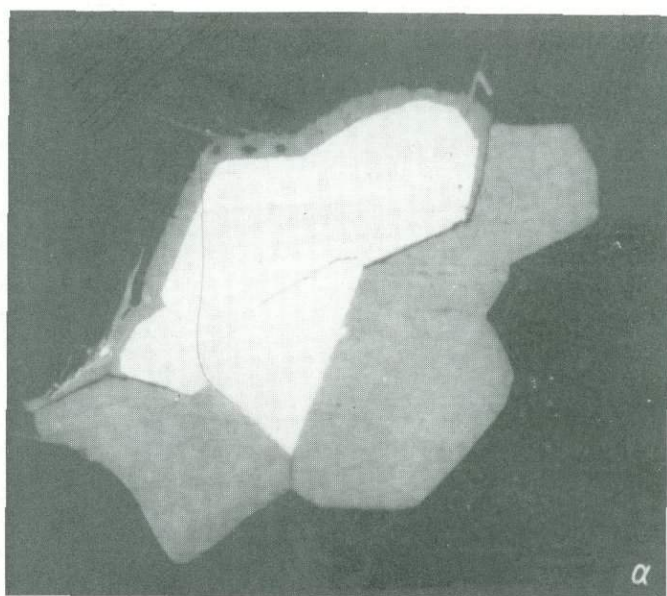


Рис. 243. Двойниковое строение вкрапленника паркерита (светло-серое).

Темно-серое — халькопирит, каемка на паркерите — неизвестный минерал, окружающая черная масса — борнит. Оруденелый амфиболит (VI<sub>2</sub>). Аллареченский район. Аншлиф: *a* — при одном николе, *б* — николи скрещены,  $\times 550$ . Коллекция Ю. Н. Яковлева.

## ЛИТЕРАТУРА

- Астафьев Ю. А. Медно-никелевое месторождение Промежуточное в Печенгском районе. — В кн.: Геология и минералогия сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Л., «Наука», 1970.
- Бетехтин А. Г. О текстурах и структурах руд. — Пробл. сов. геологии, № 9, 1934.
- Бетехтин А. Г. Классификация структур и текстур руд. — Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 2, 1937.
- Бетехтин А. Г. О влиянии серы и кислорода на парагенетические соотношения минералов в рудах. — Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1949.
- Бетехтин А. Г. Парагенетические соотношения и последовательность образования минералов. — Зап. Всес. минер. об-ва, ч. 80, вып. 2, 1951.
- Бетехтин А. Г., Вольфсон Ф. И., Заварицкий А. Н., Коржинский Д. С., Левицкий О. Д., Николаев В. А. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Бетехтин А. Г., Генкин А. Д., Филимонова А. А., Шадлун Т. Н. Текстуры и структуры руд. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Бетехтин А. Г., Генкин А. Д., Филимонова А. А., Шадлун Т. Н. Структурно-текстурные особенности эндогенных руд. М., «Недра», 1964.
- Вахромеев С. А. Руководство по минераграфии. Иркутск, 1956.
- Виноградов Л. А., Быков В. В. Никеленосные нориты Южно-сальютундровской зоны на Кольском полуострове. — В кн.: Геология и минералогия сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Л., «Наука», 1970.
- Годлевский М. Н. Траппы и рудоносные интрузии Норильского района. М., Госгеолтехиздат, 1959.
- Гончаров Ю. В. Структура Аллареченского сульфидного медно-никелевого месторождения. — В кн.: Геология и минералогия сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Л., «Наука», 1970.
- Горбунов Г. И. Минералого-геохимические особенности сульфидных медно-никелевых руд Печенги. — В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова, вып. 4. М.—Л., «Наука», 1965.
- Горбунов Г. И. Геология и генезис сульфидных медно-никелевых месторождений Печенги. М., «Недра», 1968.
- Григорьев Д. П. Онтогенез минералов. Изд-во Львовского ун-та, 1961.
- Григорьев И. Ф. Структура минеральных сростаний в рудах. — Зап. Росс. минер. об-ва, ч. 57, вып. 1, 1928.
- Додин Д. А., Батуев Б. Н., Митенков Г. А., Изойтко В. М. Атлас пород и руд норильских медно-никелевых месторождений. Л., «Недра», 1971.
- Елисеев Н. А., Елисеев Э. Н., Козлов Е. К., Лялиц П. В. и Маслеников В. А. Геология и рудные месторождения Мончегорского плутона. — В кн.: Материалы лаборатории геологии докембрия, вып. 3. Л., Изд-во АН СССР, 1956.
- Елисеев Н. А., Горбунов Г. И., Елисеев Э. Н., Маслеников В. А. и Уткин К. Н. Ультраосновные и основные интрузии Печенги. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.
- Иванов Н. В. Новое направление в опробовании рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Исаенко М. П. Определитель текстур и структур руд. М., «Недра», 1964.

- Кавардин Г. И. О сульфидном медно-никелевом рудопроявлении в Цагинском массиве габбро-лабрадоритов. — В кн.: Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова, вып. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Калугин А. С. Атлас текстур и структур вулканогенно-осадочных железных руд Алтая. Л., «Недра», 1970.
- Козлов Е. К. Краткие сведения по истории исследования геологии и полезных ископаемых Кольского полуострова. — В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957.
- Козлов Е. К. Закономерности размещения сульфидных медно-никелевых месторождений на территории Кольского полуострова. — В кн.: Металлогения докембрийских щитов и древних подвижных зон. Киев, Изд-во АН УССР, 1960.
- Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. — В кн.: Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Коржинский Д. С. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Лимберис Ю. Г., Чемисов К. Г., Смирнов Ю. П., Константинов В. В. Новые массивы рудоносных основных и ультраосновных пород на Кольском полуострове. — В кн.: Геология и минералогия сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Л., «Наука», 1970.
- Лялин П. В. Взаимоотношение рудных жил с тектоническими нарушениями и дайками на примере Мончегорского медно-никелевого месторождения. — Сов. геол., № 53, 1956.
- Маслеников В. А. Рудные blastsмилониты в сульфидных жилах Мончегорской тундры. — В кн.: Ультраосновные и основные интрузии и сульфидные медно-никелевые месторождения Мончи. Л., Изд-во АН СССР, 1953.
- Маслеников В. А., Уткин К. Н. Рудопроявления в слабо измененных интрузивных породах. — В кн.: Ультраосновные и основные интрузии Печенги. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.
- Метер Е. Б., Яковлев Ю. Н., Виноградов Л. А. Ульвошинель в титаномагнетите из оруденелого пироксенита Сальных тундр. М.—Л., «Наука». — В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова, вып. 6, 1968.
- Петровская Н. В. О систематике минеральных ассоциаций, возникающих при гидротермальном рудообразовании. — Геол. рудн. месторожд., № 1, 1965.
- Петровская Н. В. О понятии «парагенетическая минеральная ассоциация». — Геол. рудн. месторожд., № 2, 1967.
- Проскуряков В. В. Геологическое строение и особенности дифференциации основной интрузии Панских высот на Кольском полуострове. — В кн.: Основные и ультраосновные породы Кольского полуострова. Л., «Наука», 1967.
- Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. М., Изд-во ИЛ, 1962.
- Сахаров А. С. Ультраосновной массив Застейд-II. — В кн.: Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова, вып. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Смирнов В. И. Индикаторные типы текстур лимонитов. — Тр. МГРИ, т. 23, 1948.
- Смирнов В. И., Годлевский М. Н., Никитин В. Д., Гинзбург А. И., Эпштейн Е. М., Жариков В. А., Беус А. А., Щерба Г. Н., Овчинников Л. Н., Котляр В. Н., Федорчук В. П., Белевцев Я. Н. Генезис эндогенных рудных месторождений. М., «Недра», 1968.
- Старицына Г. Н. Массив основных и ультраосновных пород Федоровой тундры. — В кн.: Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова, вып. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Талдыкин С. И., Гончарик Н. Ф., Еникеева Г. Н., Розина Б. Б. Атлас структур и текстур руд. М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Шадлун Т. Н. Развитие понятия парагенетической ассоциации минералов А. Г. Бетехтинным и некоторые примеры из сульфидных руд Советского Союза. Доклад на коллоквиуме, посв. 175-летию со дня рождения А. Брейтгаупта. Фрайберг, 1966.
- Шахов Ф. Н. Текстуры руд. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Юдин Б. А. Титаномагнетитовое оруденение в Цагинском массиве габбро-лабрадоритов. — В кн.: Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова, вып. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Юшко С. А. Морфогенетические особенности рудообразующих минералов, как критерий генетического типа месторождений. — В кн.: Вопросы теоретической и прикладной геологии, вып. 3. М., 1947.

- Юшко С. А. Методы лабораторного исследования руд. М., «Недра», 1966.
- Яковлев Ю. Н. Сравнительная минералогическая характеристика сингенетического и эпигенетического типов медно-никелевого оруденения в Аллареченском районе. — В кн.: Геология и минералогия сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Л., «Наука», 1970.
- Яковлев Ю. Н., Яковлева А. К. Минеральный состав руд и окорудных пород восточного фланга Аллареченского сульфидного месторождения (Мурманская область). — В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова, вып. 5. Л., «Наука», 1967.
- Яковлева А. К., Яковлев Ю. Н. Основные черты метаморфизма ультраосновных пород Аллареченского района. — В кн.: Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова, вып. 1. Апатиты, 1970.
- Edwards A. B. The textures of ore minerals and their significance. Austral. Inst. min. and metallurgy. Melburn. 1954.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕКСТУРИ СТРУКТУР РУД

### Текстуры

- |  |   |
|--|---|
| <p>Бахромчато-зональная (микротекстура) 48 *</p> <p>Блоковая 14</p> <p>Брекчиевая 56—58, 66</p> <p>Брекчиевая (микротекстура) 99</p> <p>Брекчиевидная 58—63</p> <p>Брекчиевидная (микротекстура) 55, 67, 68</p> <p>Вкрапленная 39, 110</p> <p>Гнездовая 7</p> <p>Гнездово-вкрапленная 6, 37, 102</p> <p>Гнейсовидная 13, 41</p> <p>Гнейсовидная (микротекстура) 54</p> <p>Гнейсовидно-полосчатая 65</p> <p>Грубо-пятнистая 64</p> <p>Грубо-полосчатая 77</p> <p>Грубая пятнисто-полосчатая 78</p> <p>Густо-вкрапленная 28, 29, 36</p> <p>Друзовая 123</p> <p>Жеодовая (микротекстура) 48, 132</p> <p>Зонально-прожилковая (микротекстура) 127</p> <p>Зонально-каемочная (микротекстура) 129</p> <p>Изогнуто-полосчатая 112</p> <p>Интерстициальная (микротекстура) 46, 106</p> <p>Интерстициально-коррозионная (микротекстура) 44, 107</p> <p>Каемочная (микротекстура) 18, 51, 93, 94</p> <p>Концентрически-зональная (микротекстура) 131</p> <p>Коррозионная (микротекстура) 95</p> <p>Линзовидно-пятнистая 76</p> <p>Линзовидно-полосчатая 80, 81</p> <p>Массивная 72, 73</p> <p>Мелко-пятнистая 35</p> <p>Миремкитоподобная (микротекстура) 26</p> <p>Неравномерно-вкрапленная 2, 3, 32, 103</p> <p>Неравномерно-полосчатая 84</p> <p>Обломочная 100</p> <p>Ориентированно-вкрапленная 11</p> <p>Ориентированно-пятнистая 8, 12</p> <p>Пересечения (микротекстура) 88, 89</p> <p>Петельчатая (микротекстура) 70, 92</p> <p>Петельчато-кружевная (микротекстура) 47</p> <p>Плойчатая 120, 122</p> <p>Плойчатая (микротекстура) 53</p> | <p>Плойчато-полосчатая 119</p> <p>Пойкилитовая (микротекстура) 43</p> <p>Полосчатая 82, 83, 111</p> <p>Полосчато-вкрапленная 40, 105</p> <p>Порфирокластическая (микротекстура) 97</p> <p>Почковидная (микротекстура) 133</p> <p>Прожилковая 117</p> <p>Прожилковая (микротекстура) 49</p> <p>Прожилково-вкрапленная 9, 10, 38</p> <p>Прожилково-вкрапленная (микротекстура) 45</p> <p>Прожилково-полосчатая 85, 113—116</p> <p>Прожилково-каемочная (микротекстура) 15, 16, 52</p> <p>Прожилково-кластическая (микротекстура) 98</p> <p>Прожилково-коррозионная (микротекстура) 126</p> <p>Прожилково-петельчатая (микротекстура) 96</p> <p>Псевдоморфно-каемочная (микротекстура) 71</p> <p>Псевдоморфно-ячеистая (микротекстура) 130</p> <p>Пятнистая 33, 34, 75</p> <p>Пятнистая (микротекстура) 19, 124</p> <p>Пятнисто-вкрапленная 101</p> <p>Пятнисто-каемочная (микротекстура) 17, 128</p> <p>Пятнисто-пластинчатая (микротекстура) 21</p> <p>Пятнисто-полосчатая 74, 79</p> <p>Равномерно-вкрапленная 1, 4, 5</p> <p>Развальцевания 86</p> <p>Реликтовая (микротекстура) 109</p> <p>Решетчатая (микротекстура) 22</p> <p>Ступково-вкрапленная 104</p> <p>Сетчатая 39, 118</p> <p>Сетчатая (микротекстура) 23, 24</p> <p>Сидерофитовая 31</p> <p>Симметрично-зональная 87</p> <p>Скелетная (микротекстура) 20</p> <p>Складчатая 121</p> <p>Сланцеватая 42</p> <p>«Снежного кома» (микротекстура) 69</p> <p>Субграфическая (микротекстура) 50, 91</p> <p>Цементная (микротекстура) 108, 125</p> <p>Целочечная (микротекстура) 90</p> <p>Ящично-блоковая (микротекстура) 25</p> |
|--|---|

\* Цифра соответствует номеру рисунка.

## Структуры

- Аллотриоморфнобластическая 195  
Аллотриоморфнозернистая 149—151  
Бурундучная распада твердого раствора 178  
Гипидиоморфнозернистая 152—154  
Гранобластическая 194, 196, 197  
Графически-эмульсионная распада твердого раствора 165  
Грубо-петельчатая 157  
Дендритовидная 191, 192  
Дробления 205  
Зональная 185  
Касочная 142, 186  
Лепестковидная распада твердого раствора 170  
Линзовидная распада твердого раствора 177  
Линзовидно-решетчатая распада твердого раствора 169, 176  
Линзовидно-полосчатая 193  
Негативная 187, 188  
Неравномерно-полосчатая 158  
Петельчатая распада твердого раствора 174, 175  
Пламенеvidная распада твердого раствора 171, 172  
Пластинчатая 159  
Пластинчатая распада твердого раствора 160, 162, 167, 168, 183  
Пойкилитовая 141  
Поперечно-шестоватая 156  
Порфиroidная 145, 155  
Радиально-лучистая 190  
Решетчатая 148  
Решетчатая распада твердого раствора 161, 179, 181, 182  
Сидеронитовая 136—138, 140, 143, 144  
Сложная распада твердого раствора 163  
Смятия 198—204  
Субграфическая 146, 147, 189  
Субграфическая распада твердого раствора 173  
Тканевая 184  
Тканевая распада твердого раствора 166  
Эмульсионная 134, 135  
Эмульсионно-линзовидная распада твердого раствора 164  
Эмульсионно-сидеронитовая 139  
Ячеисто-решетчатая распада твердого раствора 180

## Форма и строение зерна

- Включение 224  
Двойниковое 238, 243  
Двойники давления 222, 223  
Двойники полисинтетические решетчатые 235  
Двойники превращения 227, 228, 234  
Двойники смятия 228—231  
Дендритовидное 241  
Жгутовидная 211  
Зональное 218, 220, 239  
Идиоморфная 212, 213  
Изометричная 206, 207  
Линзовидная 208  
Линзовидно-пятнистая 209  
Мирмекитоподобная 206  
Мирмекитоподобное 225  
Отдельность 226  
Пластинчатая 206, 232  
Пластинчато-линзовидная 207  
Поперечно-шестоватое 224, 237, 240  
Прожилковая 209  
Просечковая 210  
Радиально-лучистая 214  
Радиально-сетчатая 217  
Решетчатое 233  
Розетковидная 210  
Секториальное 242  
Скелетная 215, 216  
Таблитчатая 236  
Эмульсионная 209, 219

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Глава 1. Краткая геологическая характеристика медно-никелевых месторождений . . . . .	5
Печенгские месторождения . . . . .	5
Месторождения Аллареченского района . . . . .	12
Мончегорские месторождения . . . . .	14
Имандра-Варзугский район . . . . .	18
Ловноозерский район . . . . .	19
Глава 2. Генетические типы медно-никелевого оруденения . . . . .	21
Геолого-структурные условия локализации руд . . . . .	21
Морфологические особенности оруденения . . . . .	22
Минеральный состав руд . . . . .	24
Химический состав руд . . . . .	27
Глава 3. Классификация руд . . . . .	29
Группа А. Оруденелые основные и ультраосновные породы . . . . .	32
Группа Б. Руды в тектонических зонах . . . . .	33
Группа В. Оруденелые вмещающие породы . . . . .	35
Глава 4. Текстуры и структуры руд . . . . .	36
Современное состояние вопроса . . . . .	36
Основные понятия и классификационные признаки . . . . .	37
Тектурно-структурные особенности руд . . . . .	38
Принятая в работе терминология текстур и структур . . . . .	41
Атлас текстур и структур медно-никелевых руд	
Текстуры руд . . . . .	49
Таблица I. Рассеянно-вкрапленные руды . . . . .	49
Таблица II. Густо-вкрапленные руды . . . . .	62
Таблица III. Брекчиевидные руды . . . . .	76
Таблица IV. Сплошные руды . . . . .	84
Таблица V. Оруденелые экзоконтактовые метасоматиты . . . . .	98
Таблица VI. Оруденелые вмещающие породы . . . . .	102
Структуры руд . . . . .	114
Таблица VII. Структуры кристаллизации . . . . .	114
Таблица VIII. Структуры распада твердых растворов . . . . .	127
Таблица IX. Структуры замещения . . . . .	140
Таблица X. Структуры деформаций . . . . .	145
Таблица XI. Форма и внутреннее строение рудных зерен . . . . .	152
Литература . . . . .	173
Алфавитный указатель текстур и структур руд . . . . .	175

АТЛАС ТЕКСТУР И СТРУКТУР  
СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД  
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

*Утверждено к печати  
Геологическим институтом  
ордена Ленина Кольского филиала им. С. М. Курова АН СССР*

Редактор издательства Н. П. Скорынина  
Художник Д. А. Андреев  
Технический редактор Н. А. Кругликова  
Корректор Г. В. Семерикова

Сдано в набор 28/II 1973 г. Подписано к печати  
6/VII 1973 г. Формат бумаги 70×108 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л.  
11 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> = 15,75 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 14,12. Изд.  
№ 5351. Тип. зак. № 131. М-07490. Тираж 1250.  
Бумага № 1. Цена 1 р. 76 к.

Ленинградское отделение издательства «Наука».  
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1

---

1-я тип. издательства «Наука».  
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

17. 757.

851