

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт геологии и нефтегазовых технологий
Кафедра региональной геологии и полезных ископаемых

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД,
ИХ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ**

Учебное пособие по курсу
«Геология полезных ископаемых»
для студентов направления «Геология» (05.03.01)

Казань – 2017

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета ФГАОУ ВПО
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*методической комиссии Института геологии и нефтегазовых технологий
Протокол № 1 от 13 октября 2017 г.*

*заседания кафедры региональной геологии и полезных ископаемых
Протокол № 1 от 4 сентября 2017 г.*

Составители:

И.Н. Пеньков, Р.Р. Хасанов

Рецензент:

доктор геол.-мин. наук, доц. Р.Х. Сунгатуллин

**Вещественный состав руд, их строение и минеральные парагенезисы.
Учебное пособие. – Казань: К(П)ФУ, 2017. – 21 с.**

Настоящее учебно-методическое пособие является необходимым подспорьем к лекционному курсу «Геология полезных ископаемых», читаемому на IV курсе. Оно преследует цель – ознакомление с вещественным составом полезных ископаемых по генетическим группам. При этом основное внимание обращено на макроскопическое изучение образцов руд, имеющих в коллекциях кафедры полезных ископаемых.

Основные решаемые задачи: 1) определение минерального состава руд и их текстурно-структурных особенностей; 2) выделение парагенетических ассоциаций руд; 3) оценка способа отложения минерального вещества и последовательности минералообразования в рудах; 4) определение генетического типа и формационной принадлежности месторождения.

Излагаемый в пособии материал в какой-то мере предваряет более детальное исследование вещества руд, проводимое с помощью минераграфии.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2017

© Пеньков И.Н., Хасанов Р.Р. 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД	4
2. ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД	5
2.1. Текстуры	5
2.2. Структуры	9
3. ПАРАГЕНЕЗИС МИНЕРАЛОВ В РУДАХ	12
4. СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ	15
5. МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ РУД ..	15
6. ВОЗРАСТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В РУДАХ ..	19
ЛИТЕРАТУРА	20

1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД

Под этим названием подразумевают химический и минеральный состав руд. Руды могут быть по составу простыми (одно-, двухкомпонентными) и сложными, поликомпонентными; последние часто называют полиметаллическими. В простых по составу рудах ценные компоненты, как правило, являются ведущими. В поликомпонентных выделяют: главные, второстепенные и редкие. Содержания компонентов определяют в ходе опробования при разведочных работах на месторождениях полезные ископаемые. Содержания компонентов называют кондиционными, если они отвечают экономическим требованиям при данной конъюнктуре рынка. В таблице 1 приведены примерные кондиции (по запасам и содержанию компонентов) для отдельных групп металлов.

Таблица 1

Кондиции месторождений

Металлы	Типичные представители	Минимальные запасы, тонн	Минимальное содержание, %	Запасы крупных месторождений, тонн
Черные	Fe, Mn	Сотни тысяч	20-25	Миллиарды
Цветные	Cu, Zn, Pb, Ni	Тысячи, дес. тысяч	0,4-1	Десятки млн.
Редкие	W, Sn, Hg	Десятки, сотни тысяч	0,1-0,2	Сотни тыс.
Радиоактивные	U, Th	Десятки, сотни тысяч	0,05-0,1	Сотни тыс.
Благородные	Au, Ag, Pt	кг	$5 \cdot 10^{-4}$	Десятки тыс.

Из таблицы видно, что чем выше ценность минерального сырья, тем ниже кондиции как по запасам, так и по содержанию ценных компонентов.

Минеральный состав определяется в процессе изучения полезного ископаемого и включает полевое (макроскопическое) и лабораторное исследование. Выделяют минералы рудные, т.е. содержащие металлы и нерудные, не содержащие металлы. Примерами рудных минералов могут служить: магнетит, гематит, халькопирит, пентландит, касситерит, самородное золото и т.п. Типичными нерудными минералами являются: кварц, кальцит, доломит, барит, полевые шпаты и т.п. Количественные соотношения между рудными и нерудными минералами могут варьировать в широких пределах.

2. ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД

Текстуры и структуры руд являются важнейшими генетическими признаками, по которым оценивают особенности геолого-структурных и физико-химических условий их образования, выбирают наиболее рациональную схему их переработки (обогащения).

2.1. Текстуры

В основе понятия **текстура** лежит минеральный агрегат, представляющий некую совокупность зерен (массив), колломорфную массу. При характеристике текстуры учитывают: размеры минеральных агрегатов, их формы и способы сочетания (срастания) с другими минеральными агрегатами. Минеральные агрегаты могут быть крупными, измеряемыми дециметрами, метрами, и мелкими измеряемыми долями миллиметра. В первом случае имеют дело с макро- (мега-) текстурами, во втором – с микротекстурами. Наиболее часто встречаются следующие морфологические группы текстур: массивная, пятнистая, полосчатая, прожилковая, сфероидальная, почковидная, брекчиевая (дробления), пустотная, каркасная, рыхлая (землистая). Они схематически изображены на рис.1. Ниже дается их краткое описание.

Массивная текстура характеризуется равномерным, сплошным сложением агрегатов минералов. Она проявляется в рудах как моно-, так и полиминерального состава. Пользуется широким распространением.

Пятнистая текстура выделяется неправильными, прерывистыми скоплениями рудных минералов среди массы нерудных минералов. Разновидности ее: такситовая и вкрапленная (рис. 1а).

Полосчатая текстура характеризуется чередованием полос различного минерального состава (рис. 1б). В рудах осадочных месторождений ее аналогом является слоистая, в метаморфогенных – сланцеватая и гнейсовидная текстуры, в магматогенных – крустификационная (рис. 1в, 2, 3). Слоистая текстура отличается почти параллельным расположением слоев (прослоев) разного состава, структуры, окраски и т.д. Рудные слои чередуются со слоями горной породы. Границы между ними могут быть резкими или постепенными. Сланцеватая текстура возникает под влиянием ориентированного давления.

Прожилковая текстура выделяется благодаря системы сетчатых, пересекающихся или субпараллельных прожилков (рис. 1г)

Сфероидальная текстура характеризуется концентрическими выделениями минеральных агрегатов. Разновидности ее: нодулярная, кольцевая, кокардовая, друзовая (в гидротермальных месторождениях), конкре-

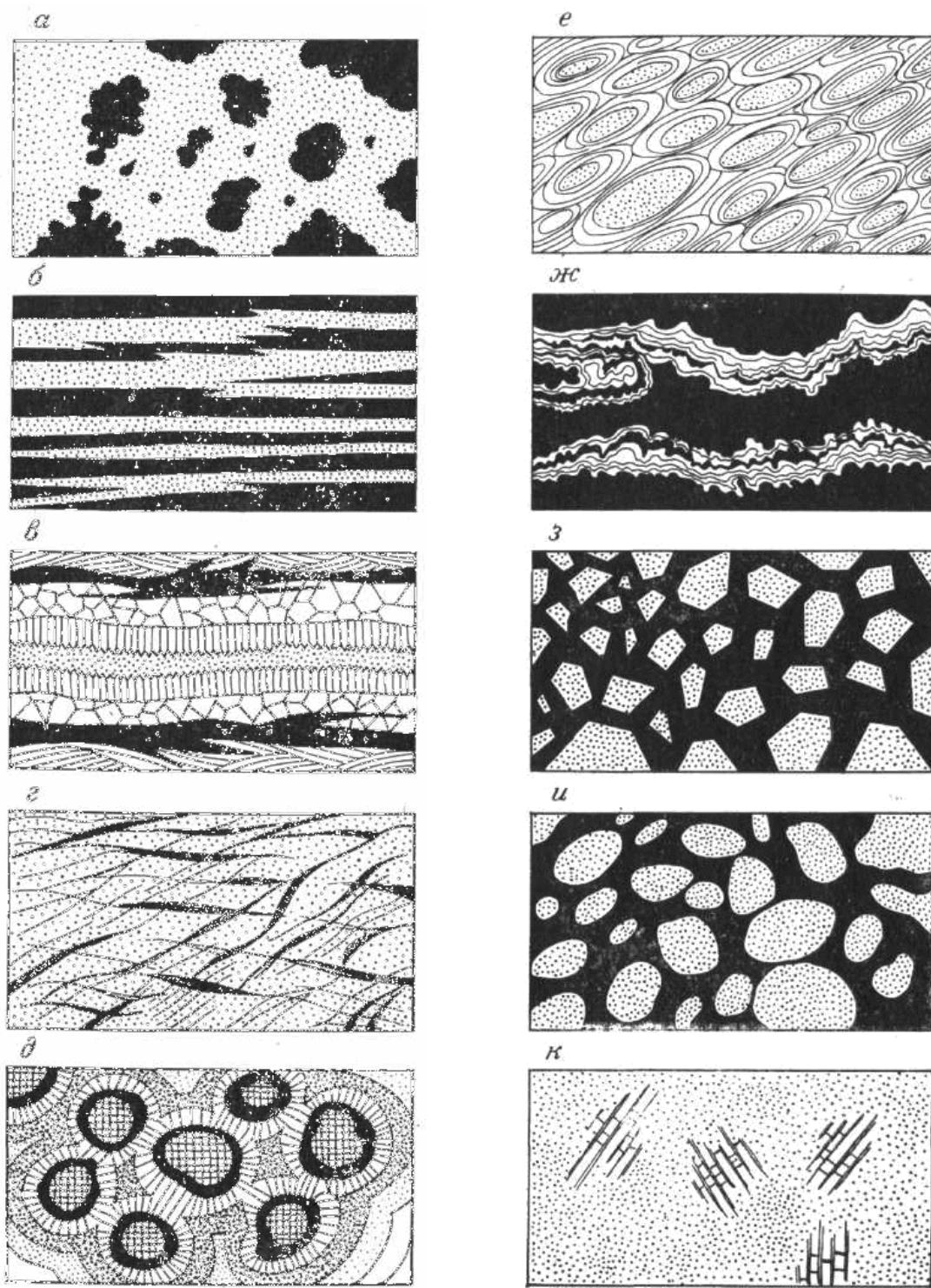


Рис. 1. Некоторые типы текстур руд (схемы).

а — пятнистая; б — полосчатая; в — кристификационная; г — прожилковая; д — кокардовая; е — оолитовая; ж — почковидная; з — брекчиевая; и — брекчиевидная.; к — фрагменты каркасно-ящичной текстуры

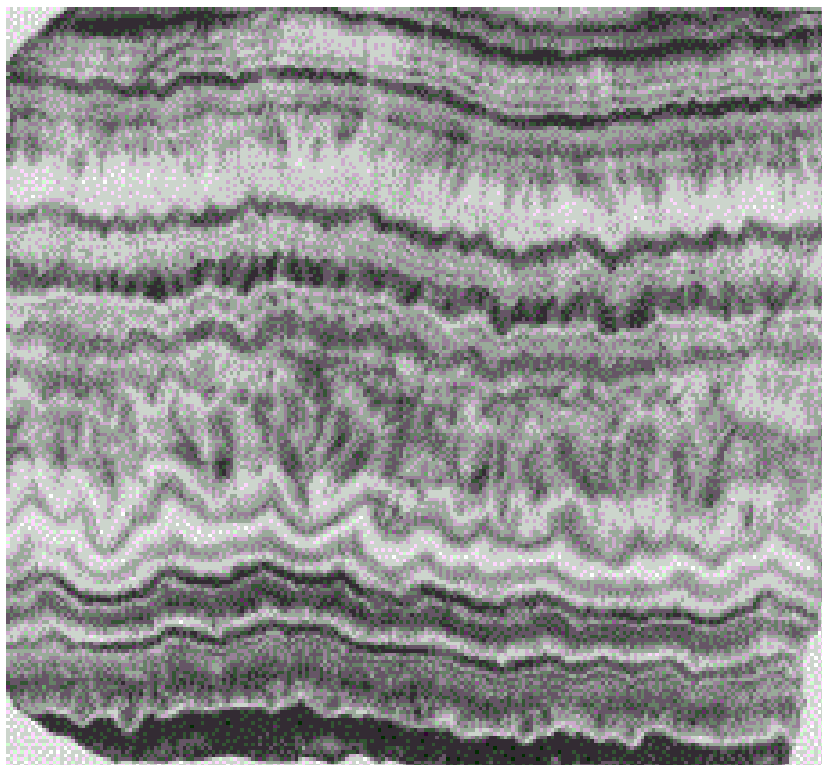


Рис. 2. Крустификационная текстура кварца и аметиста.
Полированный штуф

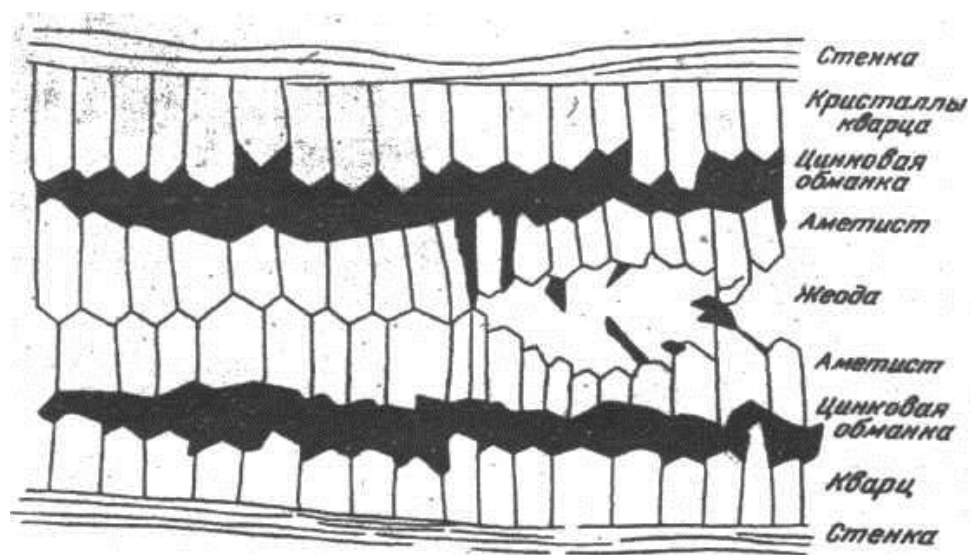


Рис. 3. Крустификационная (симметричная) текстура и гребенчатая структура. В центре жилы — жеодовая полость



Рис. 4. Колломорфная и почковидная текстура коллоидных агрегатов малахита. Структура агрегата концентрически-зональная. Месторождение Высокогорское, Урал. Полированный штуф

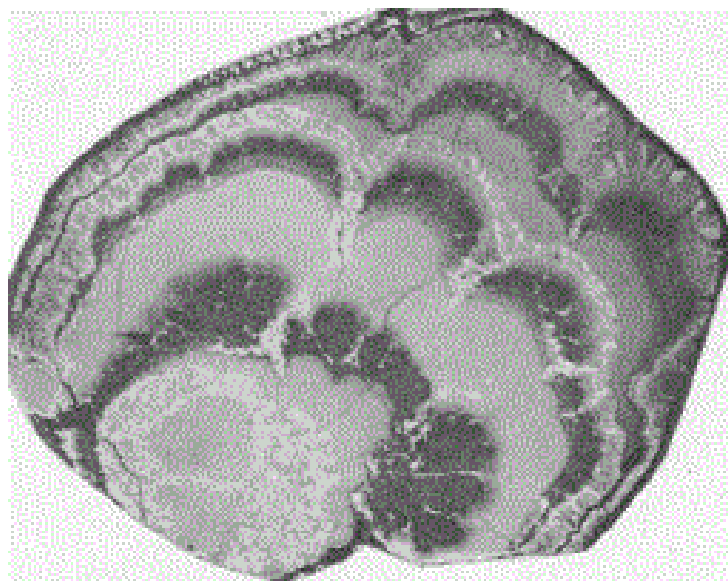


Рис. 5. Колломорфная текстура агрегата псиломелана (светло-серое), с трещинками усыхания) и халцедона (черное). Структура агрегата псиломелана и халцедона гелевая. Для пиролюзита (белое) характерны волокнистая метаколлоидная структура и колломорфная метаколлоидная текстура. Полированный штуф.

ционная и секреторная, оолитовая, бобовая и конгломератовая (в осадочных месторождениях).

Почковидная (коломорфная) текстура (рис. 1ж, 4, 5) характеризуется сгустковидными, пузырьчатыми выделениями минеральных агрегатов. Возникает из коллоидных растворов. Распространена в рудах гидротермальных и экзогенных месторождений.

Дробления текстура состоит из массы обломков, сцементированных минеральными агрегатами более позднего образования. Типична для многостадийных месторождений (рис. 1з)

Пустотная текстура отличается кавернозным строением руды. Характерна для продуктов коры выветривания. Разновидности – пористая друзовая и жеодовая текстуры; последние связаны с наличием в породе или руде полостей, на стенках которых отлагаются минеральные агрегаты (корки, щетки кристаллов).

Каркасная текстура своим видом напоминает незаполненные медом соты. В качестве перегородок обычно выступают устойчивые минералы, например, кварц.

Рыхлая (землистая) текстура представляет слабо сцементированную массу обычно неявно кристаллического строения. Типична для руд осадочных месторождений и коры выветривания.

Органогенная текстура характеризуется массовым скоплением органических осадков (раковин, костей), сцементированных мелко-, тонкозернистым материалом органических остатков плюс новообразования.

2.2. Структуры

В основе понятия **структура** лежит минеральный индивид – зерно минерала или его часть, формирующие агрегат. Вид структуры зависит от формы зерен, их размера и способов сочетания (срастания). Как и текстура, структура может быть макро- и микроскопической. Наиболее важные из них следующие: равномернозернистая, неравномернозернистая, пластинчатая, волокнистая, зональная, кристаллографически-ориентированная, тесного срастания, окаймления, замещения, дробления, колломорфная, сфероидальная, распада твердых растворов. Каждая из них имеет свои разновидности.

Равномернозернистая структура (рис 6а) представлена агрегатом из равновеликих зерен моно- или полиминерального состава. Разновидности: гипидиоморфно- (рис. 7) и аллотриоморфнозернистая, сидеронитовая и другие, а также перекристаллизованные структуры, например, гранобластовая. Чаще встречаются в рудах магматических и метаморфических типов.

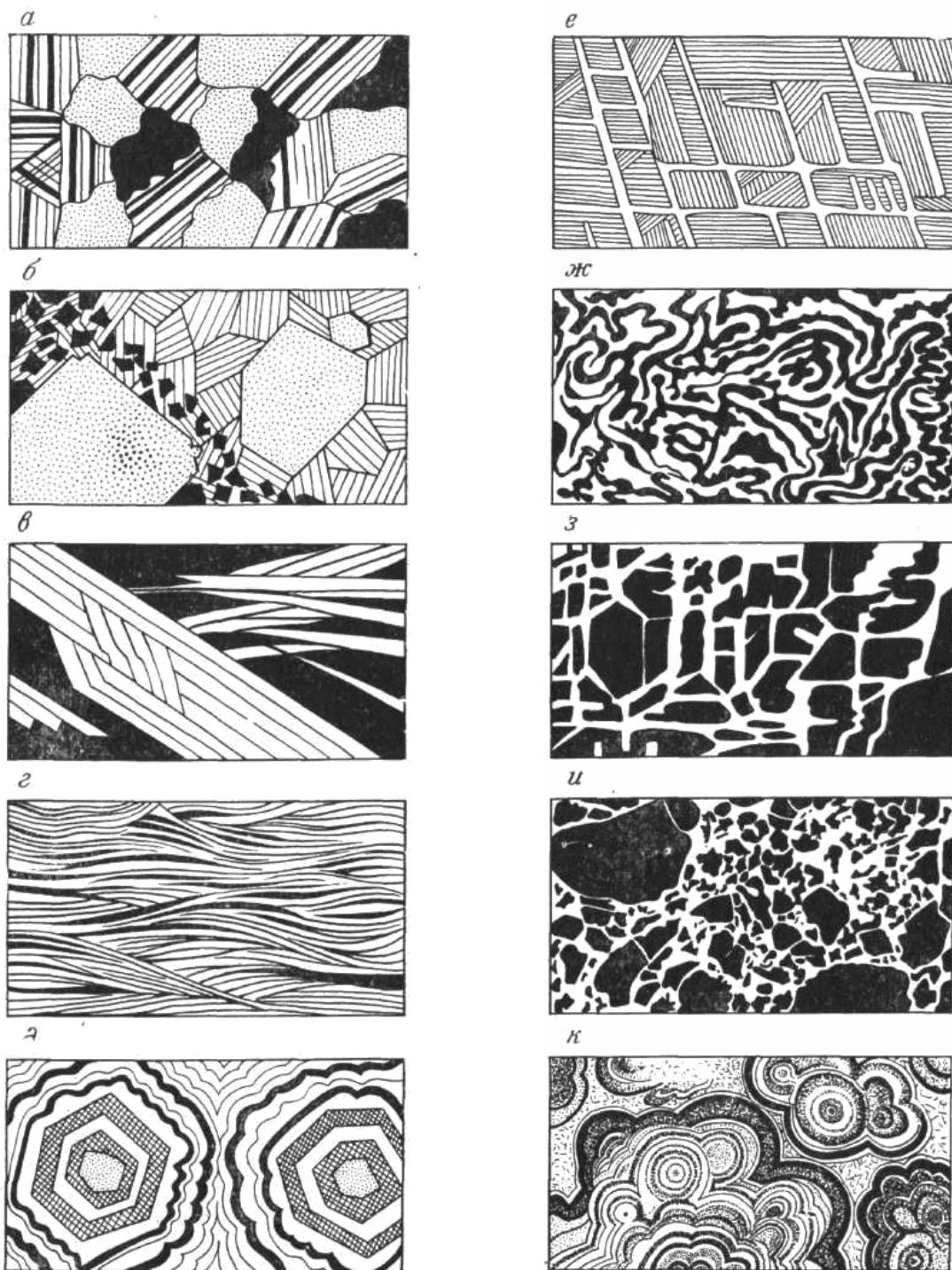


Рис. 6. Некоторые типы структур руд (схемы).

а — равномернозернистая; *б* — неравномернозернистая; *в* — пластинчатая; *г* — волокнистая; *д* — зональная; *е* — кристаллографически-ориентированная; *ж* — тесного срастания; *з* — замещения; *и* — дробления; *к* — колломорфная

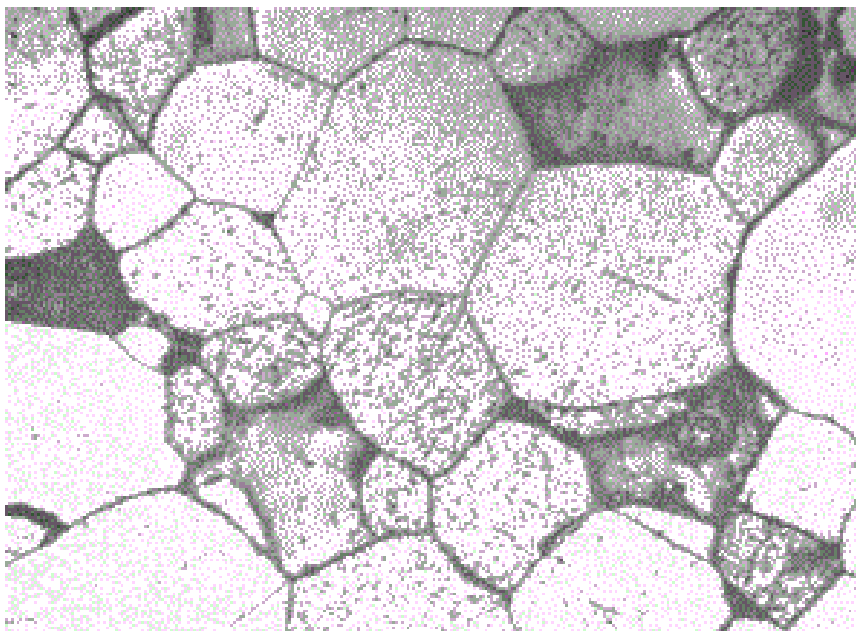


Рис. 7. Гипидиоморфнозернистая структура. Промежутки между идиоморфными зернами пирита (белое с шагренью) заполнены халькопиритом (светло-серое) и кварцем (черное). Полированный шлиф.

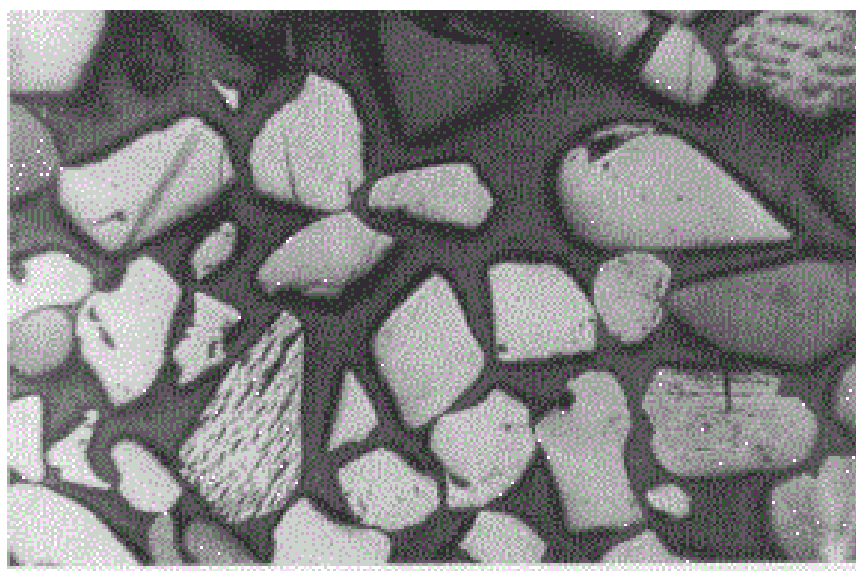


Рис. 8. Обломочная структура агрегата рутила, ильменита (белое), циркона (серое, рельефное) и кварца (черное). Обломки минералов сцементированы дикситом (черное). Полированный шлиф.

Неравномернозернистая структура (рис. 6б) представляет агрегат, состоящий из зерен разных размеров. Разновидности: порфировая (порфиروبластовая), пойкилитовая и другие. Типична для руд магматогенного и метаморфогенного типов.

Пластинчатая структура (рис. 6в) выделяется пластинчатой формой всех или преобладающей части зерен моно- или полиминеральной рудной массы.

Волокнистая структура отличается тонконитевидным, волокнистым строением агрегата (рис. 6г).

Зональная структура (рис. 6д) возникает при зональном заполнении пустот, характеризуется чередованием (в зонах) выделений минералов разного состава. При повторном выделении одного и того же минерала определяют последовательные генерации.

Кристаллографически-ориентированная структура (рис. 6е) характеризует рост минеральных выделений, контролируемых какими-либо кристаллографическими элементами (например, трещинами спайности, двойниковыми швами и т.д.).

Структура тесного срастания (рис. 6ж) характеризуется тесным взаимным проникновением одних минералов в другие с образованием сильно извилистых и клиновидных границ между ними.

Замещения структура (рис. 6и) возникает при метасоматическом замещении ранних минералов более поздними.

Дробления (катаклаза) структура (рис. 6к) отражает выделение более поздних минералов по механическим нарушениям ранее образованных минералов.

Колломорфная структура (рис. 6к) представляет результат выделения минералов из коллоидных растворов, обычно зонально-фестончатого характера.

Сферолитовая структура типична для руды, состоящей из сферолитовых (глобулярных) выделений, имеющих радиально-лучистое и зональное внутреннее строение.

Обломочная структура (рис. 8) характеризуется агрегатом, состоящим из обломков минералов или горных пород, сцементированных агрегатом более поздних минералов. Типична для осадочных месторождений.

Частоты встречаемости наиболее типичных текстур и структур для син- и эпигенетических месторождений приведены в таблицах 2 и 3

3. ПАРАГЕНЕЗИСЫ МИНЕРАЛОВ В РУДАХ

С текстурами и структурами тесно связано другое важное понятие – парагенезис минералов. Под ним подразумевается закономерная, генетически обусловленная ассоциация минералов, представляющая самостоятельный минеральный агрегат. По числу находящихся в ассоциации минералов

Таблица 2

Главнейшие текстуры и структуры руд
сингенетических месторождений полезных ископаемых

Морфологические виды текстур	Месторождения		Морфологические виды текстур	Месторождения	
	Магматогенные	Осадочные		Магматогенные	Осадочные
Текстуры первичные			Структуры первичные		
Вкрапленная, пятнистая	+++	+++	Зернистые	+++	+++
Массивная	+++	+++	Метазернистые	+	+
Нодулярная	+++	—	Коррозионная	+++	+
Слоистая	+	+++	Коллоидная	—	+++
Полосчатая	+	+++	Обломочная	—	+++
Оолитовая	—	+++	Структуры вторичные		
Конкреционная	—	+++	Распада твердых растворов	+++	—
Органогенная	—	+++			
Цементная	—		Кристаллобластическая	+++	+++
Землистая	—	++			
Колломорфная (почковидная)	—	+++	Катакластическая	+++	+++
Брекчиевая	+	+++	Метаколлоидная	+	+
Прожилковая	+	—			
Текстуры вторичные					
Трещиноватые	+	+			

Примечание. Текстуры и структуры наблюдаются: +++ часто; + редко;
— не наблюдаются

Таблица 3

Главнейшие текстуры и структуры руд
эпигенетических месторождений полезных ископаемых

Морфологические виды	Месторождения заполнения пустот			Месторождения метасоматического замещения		
	после-магматические	метаморфические	инфильтрационные	после-магматические	метаморфические	инфильтрационные
Текстуры первичные						
Крустификационная	+++	+++	+++	—	—	—
Кокардовая	+++	+++	+++	—	—	—
Прожилковая	+++	+++	+++	—	—	—
Колломорфная (почковидная)	+	+	+++	+	+	+
Конкреционная	+	+	+++			
Друзовая	+++	+	+++	+	+	+
Слоистая	—	—	—	+++	+++	
Органогенная	—	—	—	++	++	++
Полосчатая	+++	+++	+++	++	++	++
Брекчиевая	+++	+++	+++	++	++	++
Вкрапленная (пятнистая)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Массивная	+++	+	+	++	++	++
Структуры первичные						
Зернистые	+++	+++	+++	—	—	—
Метазернистые	—	—	—	+++	+++	+
Коррозионные	+++	+++		+++	+++	
Коллоидные	+	+	+++	+	+	+++
Структуры вторичные						
Распада твердых растворов	+++	+	+	+	+	+
Кристаллобластические	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Катакластические	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Примечание. Текстуры и структуры наблюдаются: +++ часто; + редко; — не наблюдаются; ? предполагаются; ++ унаследованные

парагенезисы могут быть простыми (состоящими из двух-трех минералов) и сложными (полиминеральными). Они могут представлять также одну или несколько генераций минералов. Последовательно сменяющиеся генерации отражают временную (иногда пространственную) эволюцию процесса рудообразования. Так, например, в брекчиевой текстуре руды присутствуют две или более парагенетические ассоциации: одна в состоянии обломков (ранняя ассоциация), а другая - в связующей массе («цементе»). То же имеет место в прожилковой, зональной, кокардовой и других текстурах. Наиболее характерные минеральные и элементные парагенезисы (в соответствующих генетических типах месторождений) представлены в таблице 4.

4. СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

По времени образования (по отношению к вмещающим породам) месторождения полезных ископаемых подразделяются на сингенетичные и эпигенетичные. Первые образовались одновременно (или близко одновременно) с вмещающими породами, а вторые – позже, представляют наложенный процесс. Процесс рудо (минерало-) образования часто представляется стадийным. Стадийность обычно фиксируется по признакам прерывистости (например, брекчированы). Последовательность стадий («наложение») часто обнаруживаются в пределах отдельно взятых рудных тел. Каждая выделенная стадия представляет обычно одну парагенетическую ассоциацию минералов. Поэтому стадийность рудообразования представляет последовательную смену парагенезисов. Наиболее часто наблюдается смена более высокотемпературных ассоциаций низкотемпературными, и первые ассоциации нередко представляют оксидные минералы, сопровождаемые кварцем (иногда слюдой, полевым шпатом), а последние – сульфидами в сопровождении карбонатов (кальцита, доломита), сульфатов (барита, алунита) и др. В большинстве случаев рудные месторождения образовались в несколько стадий, число которых может достигать десяти. Критериями для выделения стадий рудообразования обычно служат: 1) пересечение ранних минеральных выделений жилами и прожилками минерального вещества последующих стадий; 2) брекчирование минеральных агрегатов ранней стадии с цементацией их обломков минеральной массой новой стадии.

5. МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ РУД

Изучение образцов руд, как и горных пород, – многоступенчатый процесс. Он начинается, как правило, на месторождениях полезных ископаемых. Отобранные образцы (привязанные к конкретным точкам - рудным телам, горным выработкам) характеризуются макроскопически с ука-

Таблица 4

Парагенетические ассоциации элементов и минералов в рудах

Руды	Ассоциации элементов	Парагенезисы минералов	Примеры месторождений
1	2	3	4
А. ЭНДОГЕННАЯ СЕРИЯ			
I. Магматические месторождения в гипербазитах и базитах			
Хромитовые	Cr, Fe, Mg	хромит, оливин, пироксен	Сарановское (Урал)
Медно-никелевые (сульфидные)	Ni, Cu, Pt, Pd, Co	пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит, минералы платины и кобальта	Норильское (Красноярский край)
II. Пегматиты кислых и щелочных пород			
оловянно-вольфрамово-литиевые	Sn, W, Li	касситерит, вольфрамит, полевой шпат, кварц, слюда	
монацитовые	TR- цериевой гр., Th	монацит, полевой шпат, мусковит	
керамические	K, Si, Na, Ca, Mg	КПШ, NaПШ, кварц, слюда	
III. Постмагматические (скарновые) месторождения, связанные с гранитоидами			
железа	Fe (Ca, Al, Si)	гематит, магнетит, гранаты, пироксены	Магнитогорское (Урал)
меди	Cu, Fe (S, Al, Si)	пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, магнетит, гематит, гранаты, пироксены	Турьинское (Сев. Урал)
вольфрама, молибдена	W, Mo(Ca, Al, Si)	шеелит, молибденит, гранат, пироклаз	Тырныауз (Сев. Кавказ)
IV. Постмагматические (г/т) месторождения, связанные главным образом с кислыми интрузивами			
кварц-касситеритовые	Sn (W, Mo)	касситерит, вольфрамит, молибденит топаз, флюорит, кварц	Депутатское (Якутская)
медные и медномолибденовые	Cu, Mo	халькопирит, молибденит, пирит, кварц, серицит, андалузит, флюорит	Коунрад (Казахстан)

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
свинцово-цинковые	Pb, Zn, Ag (Au, Cu)	галенит, сфалерит, пирит, блеклые руды, халькопирит, аргентит, кварц, кальцит, барит, серицит	Рудно-Алтайские
золото-сульфидные	Au, Cu, Fe, Pb (As, Bi, Zn)	пирит, галенит, блеклые руды, Sl, арсенопирит, айкинит, Ап, кварц, карбонаты	Березовское (Урал)
колчеданные	Cu, Fe, S (Zn, Pb, Au, Ba)	Pу, Ср, Sl, руды, Hal, борнит, Q, серицит, кальцит, барит	Гайское (Ю.Урал)
V. Полигенные месторождения			
<i>а. Стратиформные</i>			
меди Pb, Zn	Cu (Fe, Zn, Pb, Au, Ag, Pt, Re)	халькозин, ковелин, борнит, (CuFeS ₂ , ZnS, PbS, бл. руда) кальцит, кварц, барит.	Джезказган (Казахстан)
Б.ЭКЗОГЕННАЯ СЕРИЯ			
I. Месторождения коры выветривания			
1. Остаточные месторождения			
<i>а) силикатные никелевые</i>			
Руды	Ni (Co, Mn, Fe, Cr, V)	гарниерит, ревдинскит, непуит, нонтронит, магнезит, опал, асболан	Халилово, Уфалей (Урал)
	б) природно-легированные железные руды		
	Fe, Mn, Ni, Co, Cr,	Гетит, гидрогетит, гематит, халцедон, сидерит	Елизаветинское (Урал)
	2. Инфильтрационные месторождения		
	<i>а) Месторождения урана</i>		
	U, V (As, Pb, Zn, Cu)	карнотит, туюмунит, уранофан, патронит	Плато Колорадо (США)
	II. Осадочные месторождения		
1. Хемогенные			
<i>а) месторождения солей</i>			
	Na, K, Mg, B, Cl (Br, Li, Cs, Rb	галит, сильвин, карналит, бишофит	Соликамск

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
	<i>б) железорудные</i>		
	Fe (Mn, Al, Si)	гетит, гидрогетит, сидерит, шамозит	Керченское (Крым)
	<i>в) бокситы</i>		
	Al, Si (Fe, Ga)	бемит, гиббсит, нефелин, каолинит	Тихвинское
	2. Биохемотропные		
	а) фосфориты	франколит, курсит, подолит и др., глауконит, орган. вещество	Вятско-Камский бассейн. Каратау
	В. МЕТАМОРФОГЕННАЯ СЕРИЯ		
	1. Метаморфические		
	<i>а) Кианитовые (дистеновые, силлиманитовые)</i>		
	Al, Si	кианит, дистен, силлиманит, корунд	Борисовское (Урал)
	<i>б) Хризотил-асбеста</i>		
	Mg, Al, Si	серпентин (разновидности-хризотил, антигорит, бастит)	Баженовское (Урал)
	2. Метаморфизованные		
	<i>а) Месторождения железистых кварцитов</i>		
	Fe, Si (Na, Al, U, Au)	магнетит, гематит, щелочные амфиболы	Кривой рог

Примечание. В скобках приведены второстепенные ассоциации элементов

занием характерных минералов и текстурно-структурных признаков, сопровождаются зарисовками (фотографиями). Отобранные образцы могут представлять шtuфы наиболее распространенных типов руд, которые дают общее представление о характере минерализации. Образцы, отобранные по профилям (разрезам) могут указывать на пространственное распределение типов руд, на проявление признаков зональности, и глубину распространения оруденения, масштабность (продуктивность) отдельных стадий минерализации и т.д. Задокументированные образцы (или их дубликаты) затем изучаются в лабораторных условиях, где уточняются минеральный состав и парагенетические ассоциации, структурно-текстурные особенности, возрастные взаимоотношения минералов, наличие характерных примесей и т.д. Эту информацию о вещественном составе руд получают с помощью микроскопии (минераграфия), рентгенографии, спектрального (эмиссионного) анализа и др. методов.

Итогом проделанной работы должны служить: схемы, графики, таблицы, характеризующие качественный и количественный состав минералов в рудах, уточненные парагенетические ассоциации, последовательность минералообразования в рудах с указанием продуктивных ассоциаций.

6. ВОЗРАСТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В РУДАХ

При исследовании генезиса рудных месторождений важное значение придают установлению возрастных взаимоотношений минералов и их агрегатов. Признаки по которым устанавливается порядок выделения, разнообразны. Наиболее характерные из них следующие:

1. Форма зерен. Хорошо образованные зерна (или кристаллы) часто (но не всегда) выделяются первыми

2. Коррозия (разъедание) и замещение одного минерала другим является надежным возрастным признаком. Замещающий минерал моложе замещаемого.

3. Пересечение (например в виде прожилков) одного минерала (или агрегата минералов) другим указывает на его более позднее выделение.

4. Дробление (брекчирование) и последующая цементация или заполнение пустого пространства минеральным веществом – надежный критерий возрастных взаимоотношений. Минерал или агрегат минералов, испытавший дробление, являются всегда более ранним по отношению к цементирующему агрегату. Этот критерий является, кроме основания, для выделения стадий минерализации в месторождении.

5. Крустификационные и жеодовые текстуры указывают на последовательное отложение минералов в направлении от стенок пустоты к центру. Заметим, что в конкреционных текстурах отложение происходит обратным путем: от центра к периферии.

В общем случае различают три порядка отложения минералов и их агрегатов в рудах (таблица 5).

Крустификационная, кокардовая или жеодовая (пустотная) текстура указывает на отложение руды в открытых полостях, вблизи поверхности, при незначительном внешнем давлении.

Колломорфные текстуры – признак отложения минералов и коллоидных растворов.

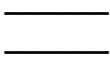
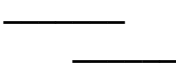
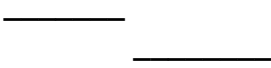
Натечные, пористые, ковернозные текстуры указывают на гипергенное образование минералов (например при выветривании)

Слоистые текстуры в сочетании с оолитовыми свидетельствуют об осадочном процессе рудообразования.

Сланцеватые и плейчатые, сопровождающиеся дроблением и брекчеванием руд, являются признаками процессов метаморфизма.

Таблица 5

Тектурные признаки порядка отложения минералов
(по М.П.Исаенко)

Последовательность отложения	Графическое изображение последовательности	Характерные текстуры руд	Ассоциации минералов в месторождении
Одновременное		Массивная метакolloидная, коллоидная	Магматических, осадочных и реже постмагматических
Последовательное		Слоистая, оолитовая, крустификационная, полосчатая, жеодовая	Магматических, осадочных и гидротермальных
Разновременное со следами перерыва		Прожилковая, брекчиевая, коркардовая, полосчатая, скелетная, унаследованная	Постмагматических, выветривания.

Пояснения: 1. *Одновременное* – отложение одного или более минералов в одно время (синхронно); 2. *Последовательное* – отложение следующего минерала начинается до окончания выделения предыдущего минерала; 3. *Разновременное* – Следующий минерал отлагается после завершения выделения минерала предшествующего. В этом случае возможен даже перерыв в минералообразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин В.В. , Старостин В.И. Геология полезных ископаемых. Учебник. Автор(ы): Издание: Академия, Москва, 2010 г., 384 стр.
2. Исаенко М.П. Определитель текстур и структур руд. Изд. «Недра», 1983г. - 261 с.
3. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. - М.: «Недра», 1989 г. - 326 с.
4. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 511000 "Геология" и геол. специальностям. - М. : Акад. Проект: Фонд "Мир" , 2006 . - 511 с.

5. Типоморфизм минералов и его практическое значение. Изд. «Недра», 1972 г. - 260 с.

6. Юшко С.А. Методы лабораторного исследования руд. Изд. 4-е - М.: Недра, 1971 г. - 344 с.