



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии и нефтяного дела им. К. Турысова
Кафедра Геофизики

«ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

**для специальности 7М07105
«Нефтегазовая и рудная геофизика»**

•

Докт. геол.-минерал. наук Истекова С.А.

Учебная литература

Основная

Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. М.: Изд-во МГУ, 2006

Дополнительная

Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. М.: Изд-во МГУ, 1982

Полезные ископаемые /под ред. проф. И.Ф.Романовича, 1982

Содержание

- Основные понятия и определения. Цели и задачи геолого-геофизических исследований при поисках и разведке рудных месторождений

- Классификации рудных (или металлических) полезных ископаемых

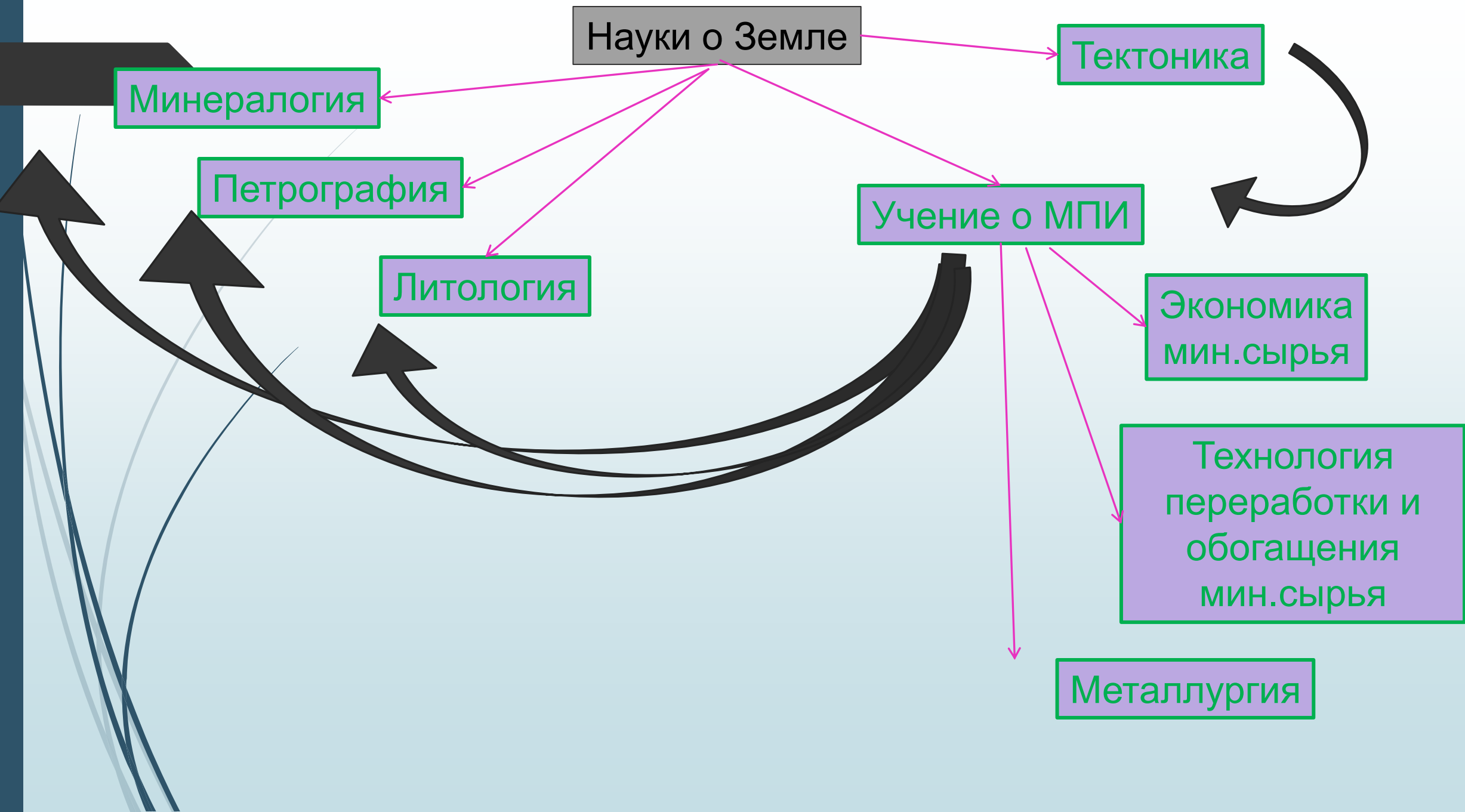
- Методы поисков рудных месторождений

Лекция 1

ВВЕДЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ

«Геология полезных ископаемых»-формирование представлений

- о геологических,
- физико-химических
- геодинамических условиях образования месторождений полезных ископаемых;
- современными теориями и гипотезами возникновения промышленных концентраций полезных ископаемых в земной коре.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Основные понятия

- **Природная среда – естественная среда обитания.** Компоненты среды: рельеф, климат, растительность, животный мир, геологическая среда – базисная.
- **Природные ресурсы – запасы энергии и сырья, извлекаемые из Земли (Б. Скинер, 1989).**

Возобновляемые ресурсы: водные, растительные, земельные, животные.

Невозобновляемые ресурсы – минеральные.

- **Минеральные ресурсы – количественно оцененные полезные ископаемые в недрах земной коры.** Невозобновляемость обуславливает необходимость проведения поисковых и разведочных работ.
- **Минерально-сырьевая база – детально разведанная часть минеральных ресурсов.**

«ПОЛЕЗНОЕ ИСКОПАЕМОЕ»

- Полезное ископаемое – природное вещество земной коры пригодное для использования с реальной или ожидаемой выгодой.
- Минеральное сырье (полезное ископаемое) – природное или техногенное минеральное образование, которое в сыром или переработанном виде может быть использовано в практической деятельности человека (Старостин, Игнатов, 2004).
- Полезный компонент – горная порода, минерал, химическое соединение или элемент, которые являются предметом добычи и промышленного использования (Старостин, Игнатов, 2004).
- Минеральное сырье – полезное ископаемое добытое из недр.
- Руда – природное или техногенное образование, содержащее полезный компонент в таких концентрациях, количестве, минералах и имеющее такое строение, которые определяют его рентабельную добычу из недр (Старостин, Игнатов, 2004).

ВИДЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. По фазовому состоянию:

- **твердые** – относятся вещества, которые используются как элементы (металлы), кристаллы (кварц, алмаз и др.), минералы (графит, слюды и др.), горные породы (гранит, мрамор и др.);
- **жидкие** – нефть, подземные и поверхностные минеральные и пресные воды;
- **газообразные** – горючие газы углеводородного состава и инертные газы, такие, как гелий, неон, аргон и др.

2. По промышленному использованию:

- **металлические** - черные, цветные, благородные, редкие и др. металлы;
- **горнохимические** – сера, гипс, каменные соли, рассолы и др.;
- **горноиндустриальные** - абразивы, сорбенты, отбеливатели, драгоценные камни и др.;
- **строительные** - строительный камень, стекольно-керамическое сырьё и др.;
- **каустобиолиты** - торф, угли, горючие сланцы, битумы;
- **газогидроминеральные** – нефть, углеводородные газы, подземные воды и др.

3. По ценности:

- **общераспространённые** - могут разрабатываться без получения специальных лицензий (песок, глина, гранит, торф и т.д.);
- **необщераспространённые** – для разработки требуют лицензий.

Месторождения полезных ископаемых представляют собой важнейшую составляющую часть естественных производительных сил человеческого общества.

Месторождением полезных ископаемых называется участок земной коры, в котором в результате тех или иных геологических процессов произошло накопление минерального вещества, по количеству, качеству и условиям залегания пригодного для промышленного использования.

Руда представляет собой минеральный агрегат, в котором содержание ценных компонентов достаточно для промышленного извлечения и экономически выгодно.

Сопоставление мировых запасов металлов в месторождениях и в рассеянном состоянии в земной коре

Металл	Кларк	Количество металла в 1 км ³ г.п. (тыс.т.)	Мировые запасы металла (тыс.т.)	Объем г.п. (км ³), содержащий соответствующее количество металла (тыс.т.)
V	0.02	500	50	0.1
U	0.0004	10	2000	200

Любое месторождение – исключительное природное явление.

Задача геологов:

Определение тех особых геологических и физико-химических условий, которые привели к локальной концентрации минерального сырья на фоне его регионального рассеяния.

Особенно это относится к крупным и суперкрупным месторождениям: в них сосредоточено около половины запасов минерального сырья, при том, что они составляют только $\frac{1}{4}$ часть (25%) от общего числа месторождений.

КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

КЛАССИФИКАЦИЯ полезных ископаемых по физическому состоянию

Газообразные

Жидкие

Твердые

К газообразным относятся горючие газы углеводородного состава и инертные негорючие газы – гелий, неон, аргон и др.

К жидким – нефть, подземные и поверхностные воды.

К твердым принадлежит большинство полезных ископаемых, которые используются как отдельные элементы (металлы – Au, Ag, Fe и др.), кристаллы (горный хрусталь, алмаз, тальк, слюда), минералы (соли, графит, тальк, слюда), горные породы (гранит, мрамор, глина).

КЛАССИФИКАЦИЯ полезных ископаемых по промышленному использованию

**Рудные
(металлические)**

**Нерудные
(неметаллические)**

**Горючие
(каустобиолиты)**

Гидротермальные

Рудные (или металлические) полезные ископаемые (и соответствующие месторождения) в свою очередь подразделяются на черные, легкие, цветные, редкие, благородные и радиоактивные металлы.

Черные металлы: Fe, Ti, Cr, Mn

Легкие: Al, Li, Be, Mg

Цветные: Cu, Zn, Pb, Sb, Ni

Редкие: W, Mo, Sn, Co, Hg, Bi, Zr, Cr, Nb, Ta

Благородные: Au, Ag, Pt, Os, Ir

Радиоактивные: U, Ra, Th

Благородные металлы – самородки золота



КЛАССИФИКАЦИЯ полезных ископаемых по промышленному использованию

Рудные (металлические)	Нерудные (неметаллические)	Горючие (каустобиолиты)	Гидротермальные
---------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------

Нерудные (или неметаллические) полезные ископаемые (и соответствующие месторождения) подразделяются **по области применения**:

- химическое,
- агрономическое,
- металлургическое,
- техническое,
- строительное сырье.

КЛАССИФИКАЦИЯ полезных ископаемых по промышленному использованию

Рудные (металлические)	Нерудные (неметаллические)	Горючие (каустобиолиты)	Гидротермальные
---------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------

Горючих полезные ископаемые (или каустобиолиты) (и соответствующие месторождения) делятся на:

- нефтяные,
- горючих газов,
- углей,
- горючих сланцев,
- торфа.

КЛАССИФИКАЦИЯ полезных ископаемых по промышленному использованию

Рудные
(металлические)

Нерудные
(неметаллические)

Горючие
(каустобиолиты)

Гидротермальные

Гидротермальные полезные ископаемые (и соответствующие месторождения) разделяются на подземные и поверхностные воды **следующего назначения**:

- бытовые,
- технические,
- бальнеологические,
- минеральные.

В ряде случаев воды содержат **ценные элементы** (Br, J, B, Li, Ra и др.) в количестве, достаточном для их извлечения.

Промышленные кондиции минерального сырья

Количество минерального сырья (руды) в недрах называется его **запасами или ресурсами**.

Качество минерального сырья (руды) определяется **содержанием** в нем **ценных компонентов**.

Для промышленной оценки некоторых видов полезных ископаемых, кроме того, имеет значение наличие в них вредных компонентов или примесей, затрудняющих переработку и использование руд.

Чем выше содержание ценных компонентов и ниже вредных, тем больше ценность руды.

Минимальные запасы и содержание ценных компонентов, а также допустимое максимальное содержание вредных примесей в минеральное сырье, при котором возможна эксплуатация месторождений полезных ископаемых, называются **промышленными кондициями**.

Промышленные кондиции не являются строго определенными и раз навсегда заданными. В разработку вовлекаются все менее богатые руды. Например, в начале 19 века среднее содержание Cu в руде составляло 10 %, в 1930 г. – 1.5 %, в начале 20 века – 2 %, а к настоящему времени оно снизилось до 0.5 %.

Примерные промышленные кондиции для коренных рудных месторождений

Металлы	Типичные элементы	Минимальные запасы, тонн	Минимальные содержания металла, %	Запасы крупных месторождений, тонн
Черные	Fe, Mn	Сотни тысяч	20 – 25	Миллиарды
Цветные	Cu, Pb, Zn, Ni	Тысячи, десятки тысяч	0.3 – 1	Десятки миллионов
Редкие	V, Mo, Sn, Hg, Li, Be	Десятки-сотни	0,1 – 0,2	Сотни тысяч
Радиоактивные	U, Th	Десятки-сотни	0,05 – 0,1	Сотни тысяч
Благородные	Au, Pt	Килограммы	0,003	Десятки тысяч

Чем выше ценность минерального сырья, тем ниже кондиционный промышленный минимум по требованиям к запасам и к содержанию ценных компонентов. Однако оно всегда значительно больше среднего содержания ценных элементов в горных породах земной коры, которое называется **кларком**. Например, для Pb оно выше в 600 раз, для Mo и V – в 200-250 раз, Cu и Au – 100, Fe – 8-10 раз.

Следовательно, месторождения полезных ископаемых представляют собой всего лишь местную повышенную концентрацию тех или иных элементов на общем фоне их широкого рассеяния в земной коре. Многообразие факторов, сочетание которых необходимо для образования месторождений полезных ископаемых, приводит к тому, что **вероятность их возникновения составляет всего 0,02%**. В соответствии с этим количество ценных элементов, сконцентрированных во всех месторождениях земной коры, несопоставимо меньше их общего количества, рассеянного в горных породах Земли.

Генетическая классификация месторождений

Магматогенная (эндогенная) серия

Группа	Класс
Магматическая	Ликвационный Раннемагматический Позднемагматический
Карбонатитовая	Магматический Метасоматический Комбинированный
Пегматитовая	Простые пегматиты Перекристаллизованные пегматиты Метасоматически замещенные пегматиты



Группа	Класс
Альбитит-грейзеновая	Альбититовый Грейзеновый
Скарновая	Известковых скарнов Магнезиальных скарнов Силикатных скарнов
Гидротермальная	Плутоногенный Вулканогенный андезитоидный Вулканогенный базальтоидный (гидротермально-метасоматический гидротермально-осадочный комбинированный)

Седиментогенная (экзогенная) серия

Группа	Класс
Выветривания	Остаточный Инфильтрационный
Россыпная	Элювиальный Делювиальный Пролювиальный Аллювиальный Литоральный Гляциальный
Осадочная	Механический Химический Биохимический Вулканогенный

Метаморфогенная (эндогенная) серия

Группа	Класс
Метаморфизованная	Регионально-метаморфизованный Контактово-метаморфизованный
Метаморфическая	Метаморфический

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ АЕМЫХ

- МПИ – участок земной коры, содержащий скопление полезного ископаемого, пригодное для рентабельной разработки.
- МПИ – природное или техногенное скопление минерального сырья, которое по своим качественным, количественным, горнотехническим, географо-экономическим и геоэкологическим параметрам соответствует его рентабельной разработке (Старостин, Игнатов, 2004).
- Рудопроявление – скопление минерального сырья, которое соответствует требованиям промышленности только по качественным параметрам, но практически не имеет выявленных запасов.

Если по имеющимся данным ещё неясно промышленное значение оцениваемого скопления руд, пользуются понятием - потенциальное месторождение.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

- Совокупность требований предъявляемых к рентабельности месторождения называется промышленными кондициями.
- 1. Качество полезного ископаемого характеризуется:
 - химическими свойствами;
 - техническими свойствами;
 - технологическими свойствами.
- 2. Количество полезного ископаемого оценивается запасами или ресурсами. Запасы п.и. (Q) представляют собой оконтуренные и подсчитанные или предварительно оцененные их объемы (массы) в недрах. Ресурсы (P) – предполагаемые объемы руд.
- 3. Условия залегания (горнотехнические, географо-экономические, геозэкологические параметры).

Лекция 2

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- Горнотехнические параметры включают условия залегания рудных тел, обводнённость и загазованность месторождений, физико-механические свойства рудных тел и вмещающих их пород.
- Географо-экономические параметры характеризуются рельефом, климатическими условиями, инфраструктурой, обеспеченностью энергией, строительными материалами и персоналом района расположения месторождения и стоимостью имеющегося полезного компонента.
- Геоэкологические параметры включают ценность земель отчуждения при освоении месторождения по сравнению с другими видами их использования (в сельском хозяйстве, рекреации и пр.) и затраты на очистку поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и рекультивацию ландшафтов после отработки объекта.

УРОВНИ (ПЛОЩАДИ) РАСПРОСТРАНЕНИЯ МПИ

- I. **Провинции** - к ним относятся крупные структурные элементы земной коры, относящиеся к платформам, складчатому поясу, дну морей и океанов с размещением в их пределах специфических ассоциаций месторождений. Например, выделяют Уральскую провинцию, провинцию Сибирской платформы, дна Тихого океана и т.д.
- II. **Область** – приурочена к тектоническим структурам I порядка и входит составным элементом в провинцию. Вытянутые линейные области, приуроченные к прогибам, глубинным разломам, зонам субдукции и рифтовым системам, называют **рудными поясами**. В пределах континентальных и океанических плит выделяют **бассейны**.
- III. **Рудный район** – местное скопление месторождений в пределах более крупных таксонов. Серию месторождений определённого вида полезных ископаемых сконцентрированных в местах пересечения разломов называют **рудным узлом**.
- IV. **Рудное поле** – небольшой участок земной коры, в пределах которого располагаются сближенные, одновременно образовавшиеся, генетически родственные месторождения.
- V. **Месторождение** – одно или несколько рудных тел, объединённых общностью происхождения и приуроченных к локальной геологической структуре.
- VI. **Рудоносная зона** – совокупность сближенных рудных тел, которая подчиняется единой геологической структуре.
- VII. **Рудное тело (рудная залежь)** – скопление в недрах или на поверхности минерального сырья, которое ограничено контуром экономически целесообразной выемки.

Морфология и условия залегания тел полезных ископаемых

- Минеральные агрегаты, представляющие собой полезные ископаемые, залегают в земной коре в виде геологических тел различной формы.
- Форма, размеры и пространственная ориентировка тел полезных ископаемых среди вмещающих пород определяют их морфологию.
- Морфологические особенности месторождений полезных ископаемых зависят от условий их образования, а также от геологического строения тех участков земной коры, к которым они приурочены.
- Изучение морфологии и условий залегания тел полезных ископаемых имеет большое практическое значение, особенно для составления рациональных проектов разведки и эксплуатации месторождений.

Понятие «морфология тел полезных ископаемых» включает в себя:

- 1) формы тел;
- 2) характер и форму контактов с вмещающими породами;
- 3) характер выклинивания;
- 4) мощность и ее изменчивость;
- 5) условия залегания;
- 6) выдержанность оруденения;
- 7) соотношение с вмещающими породами по времени образования;
- 8) соотношение с элементами структур и условиями залегания вмещающих пород;
- 9) глубину залегания и распространения;
- 10) степень и характер нарушенности пострудными тектоническими процессам

УРОВНИ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

I. **Рудное тело** - скопление в недрах или на поверхности минерального сырья, которое ограничено контуром экономически целесообразной выемки.

Границы тел определяются, во-первых, природными геологическими условиями их образования и послерудного преобразования, во-вторых геолого-экономическими положениями, исходя из требований промышленности к данному виду сырья. Соответственно, границы рудных тел могут быть **естественными и искусственными.**

По морфометрическим параметрам рудные тела делятся на:

- **изометричные** – примерно равновеликие во всех направлениях (шток, штокверк, гнездо, карман);
- **плоские (уплощённые)** – характеризуются двумя протяженными и одним коротким размером (пласт, жила, линза);
- **вытянутые в одном направлении** (столбообразное, трубообразное, воронковидное);
- **комбинированные залежи.**

I. Рудное тело

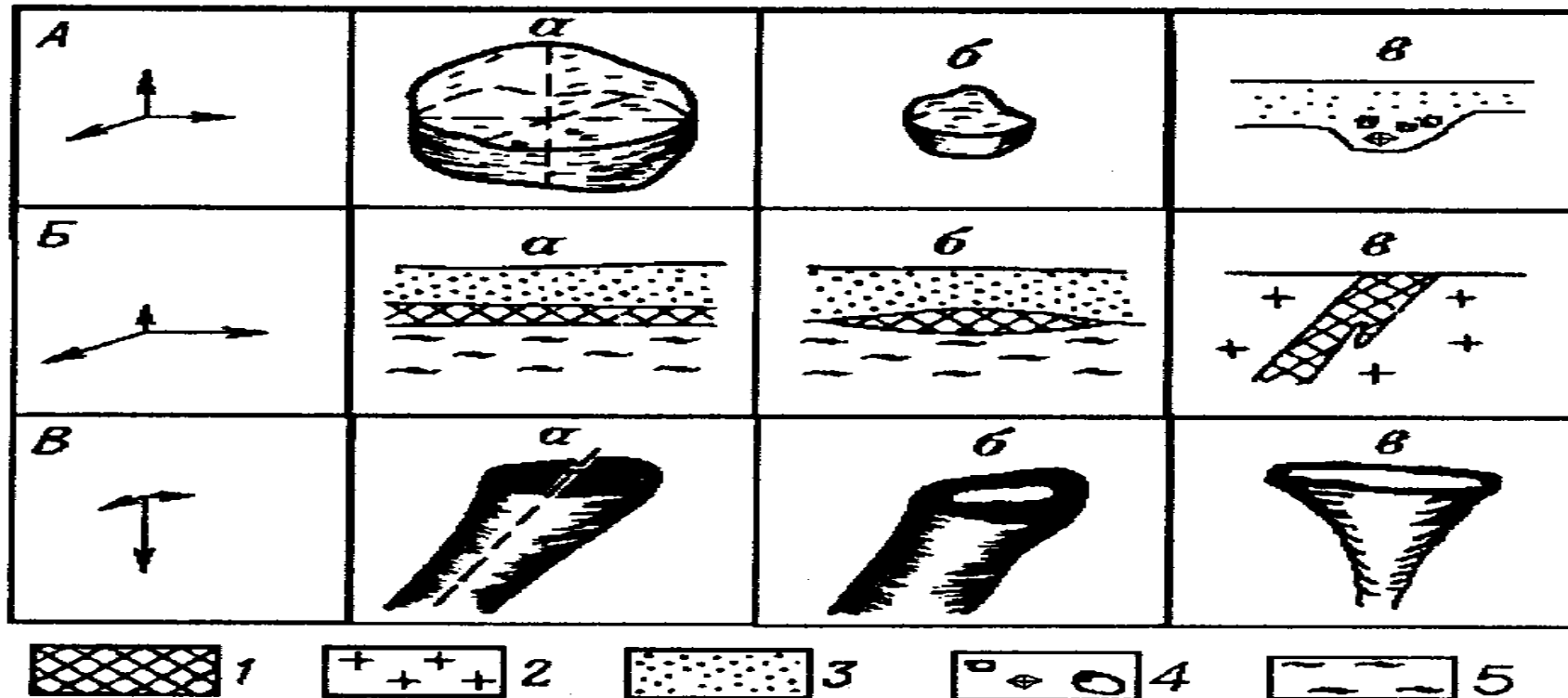


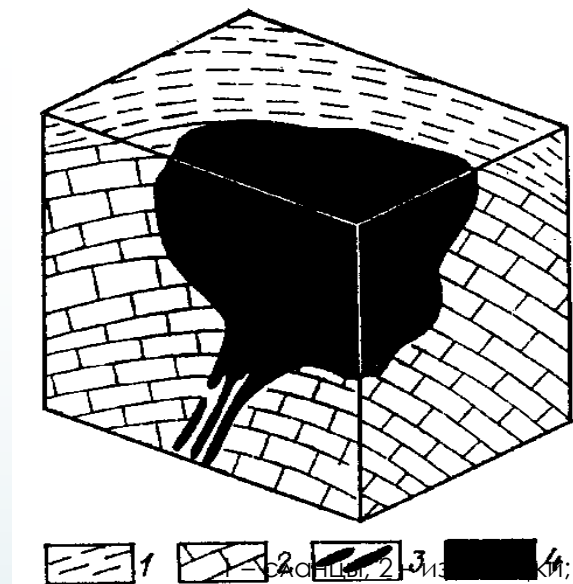
Рис. 2.10. Схематические формы рудных тел (по В. М. Григорьеву и др. с дополнениями): А — изометричные (а — шток, б — гнездо, в — карман); Б — уплотненные (а — пласт, б — линза, в — жила); В — вытянутые в одном направлении (а — столбообразное, б — трубообразное, в — воронковидное); 1 — рудные тела; 2 — гранит; 3 — песок; 4 — гравий, галька и минералы тяжелой фракции; 5 — глина.

Изометричные тела

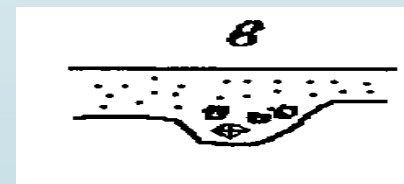
Шток – грушевидное крутоориентированное тело с округлым, эллиптическим горизонтальным сечением, быстро выклинивающееся на глубине, коническое и аркообразное в разрезе.

Гнезда – небольшие изометричные скопления рудного вещества.

Карманы – изометричные накопления рудного материала в зоне выветривания, в карстовых кавернах, в полостях и пустотах вблизи экранирующих поверхностей на гидротермальных месторождениях.



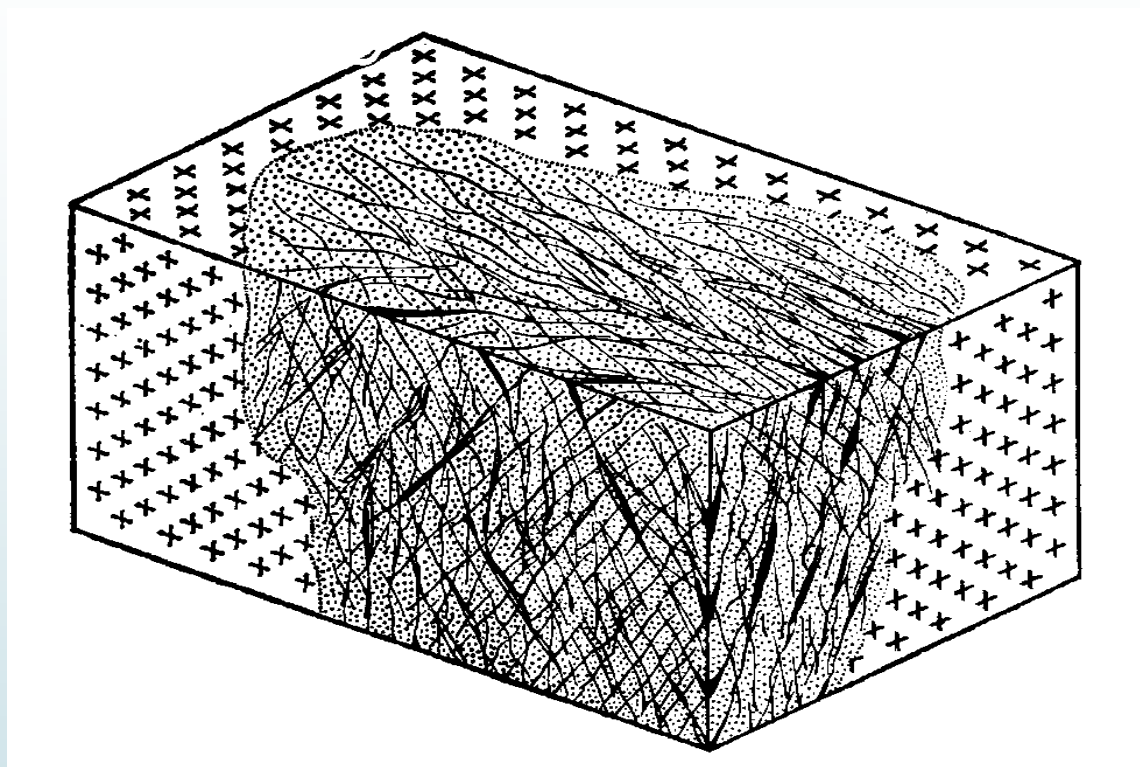
3 – зона трещиноватости; 4 – рудное тело



Изометричные тела

Штокверк – представляет собой относительно изометричный блок горной породы, пронизанный мелкими жилками и насыщенный вкраплен-ностью минерального вещества, разрабатываемый целиком в качестве полезного ископаемого (В.И. Смирнов, 1989).

Штокверк не морфологическое понятие, так как они могут иметь разнообразную форму – трубки, пластообразные залежи, изометричные тела и др. (Старостин, Игнатов, 2004).



Плоские тела

По условиям залегания по отношению к вмещающим породам выделяют: 1. **Согласные сингенетичные тела**.

1.1. Пласты – плоские, пластинообразные тела полезных ископаемых, образующиеся в водных бассейнах синхронно с вмещающими осадочными породами.

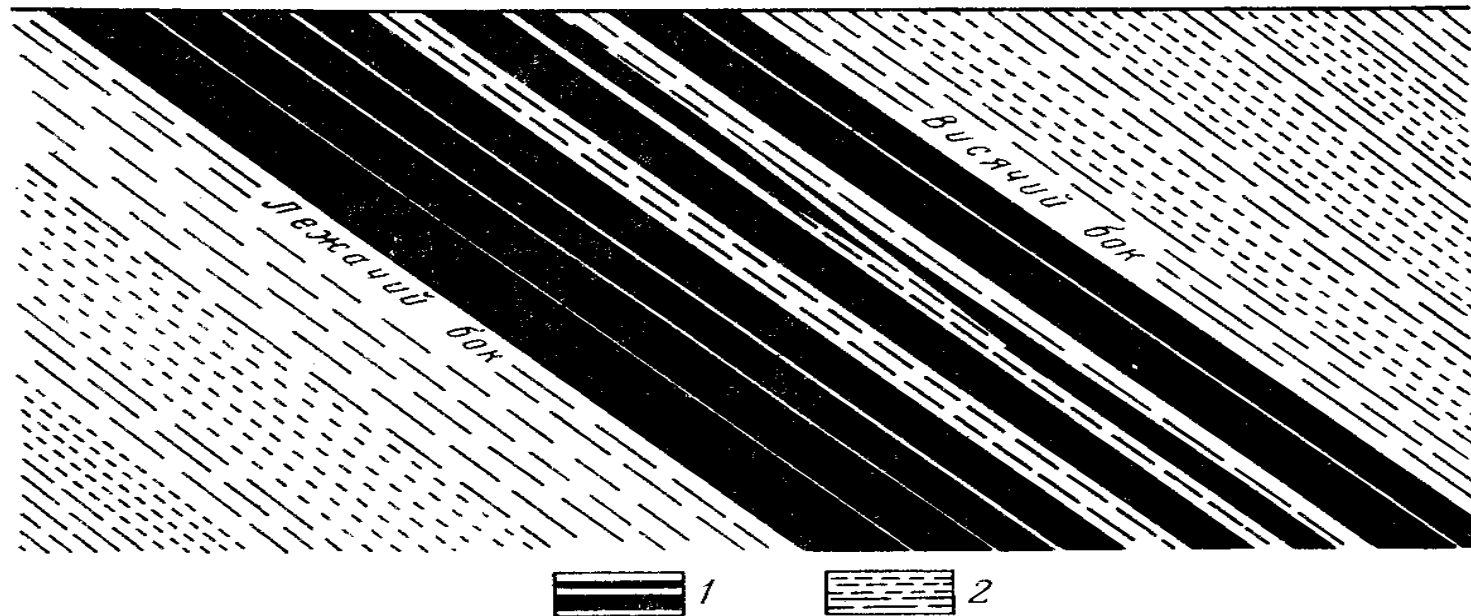
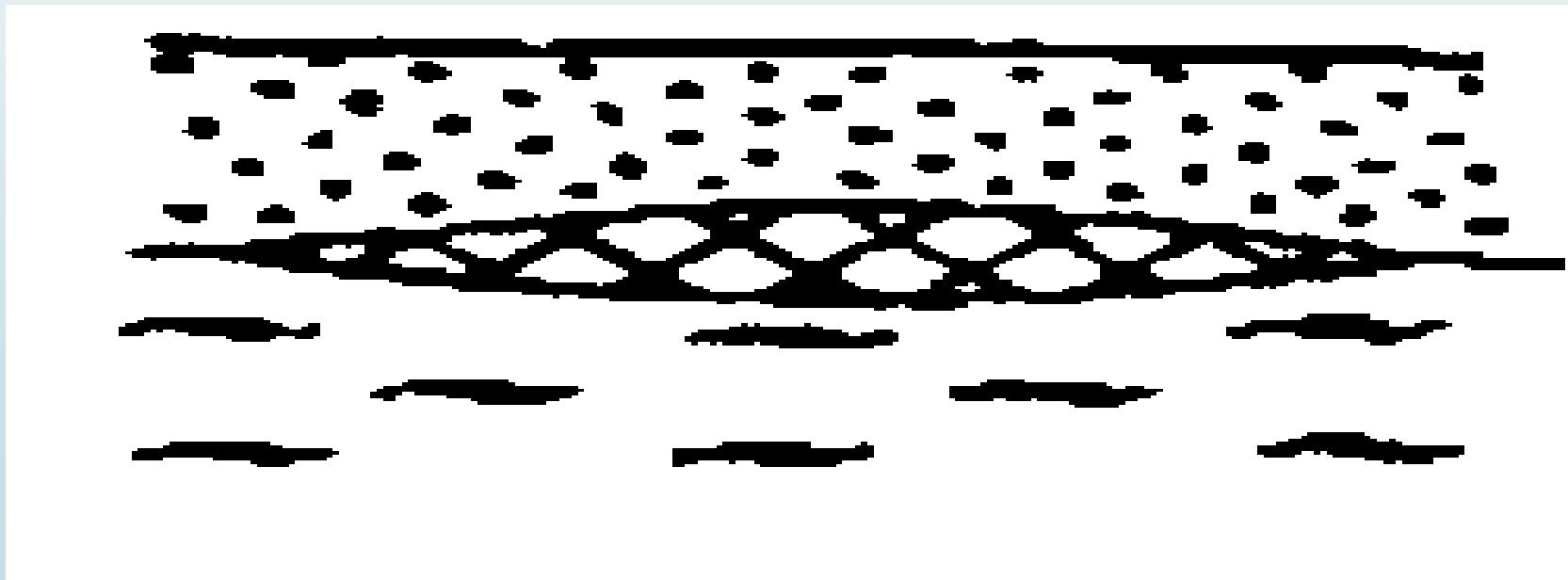


Рис. 3. Строение пласта полезного ископаемого (в разрезе):
1 — пачки и слои полезного ископаемого; 2 — прослой породы

1.2 Линзы - плоские тела дискообразной или лентообразной формы. Типичны для осадочных и вулканогенно-осадочных месторождений, но могут встречаться в метасоматических и магматических объектах.

В.И. Смирнов (1989) **линзы** (образования в осадочных толщах) и **линзообразные залежи** (образования в горных породах эндогенного генезиса) по морфологии относит к переходным образованиям между изометричными и плоскими телами.



2. **Согласные эпигенетичные тела пластообразные залежи** – метасоматические тела, формировавшиеся по осадочным толщам, морфологически похожие на пласты, либо магматогенные залежи в стратифицированных ультраосновных и щелочных плутонах.

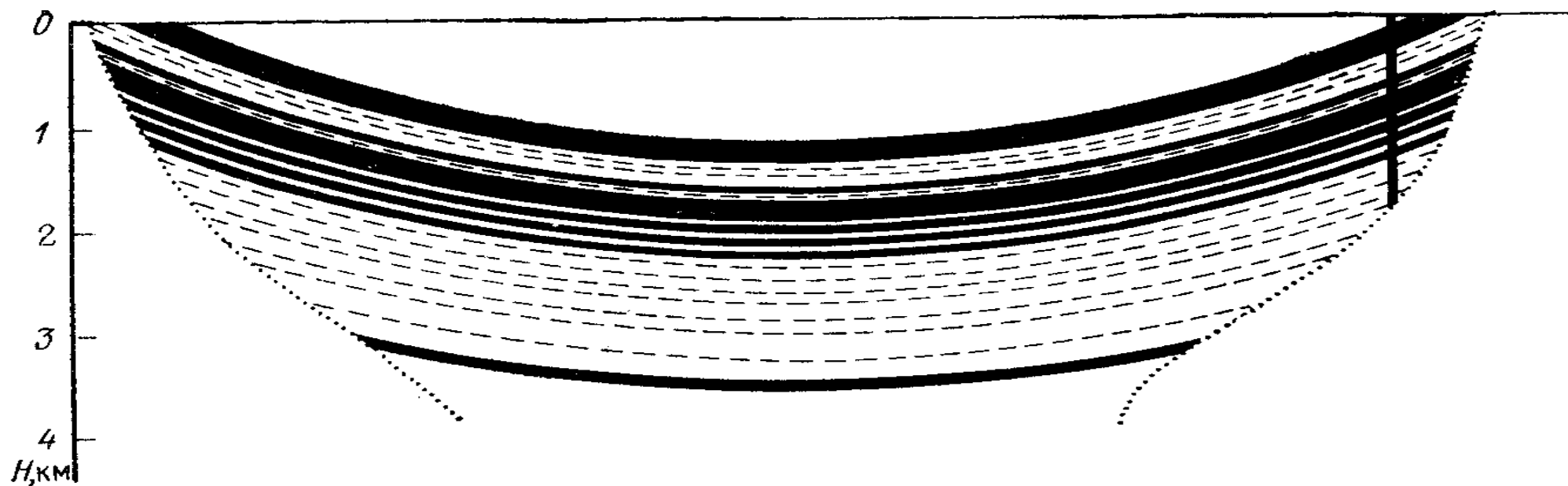


Рис. 26. Поперечный разрез месторождения Великая Дайка, демонстрирующий чередование слоев габбро-пироксенитов. По Б. Ворсту

3. Несогласные эпигенетические тела жилы – это трещины в горных породах, выполненные минеральным веществом. Но имеются и метасоматические жилообразные тела.

3.2. Сложные жилы – минерализованные пучки переплетающихся

3.1. Простые жилы – единичные трещины.

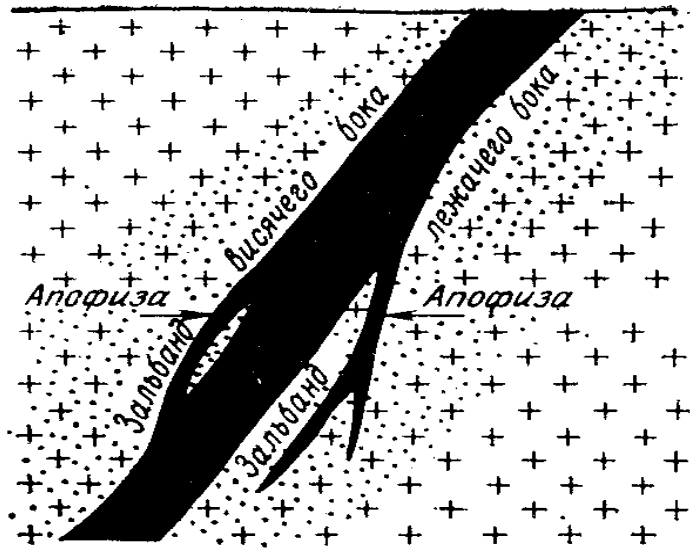


Рис. 4. Простая жила. Точками покрыта площадь измененных околожилных вмещающих пород

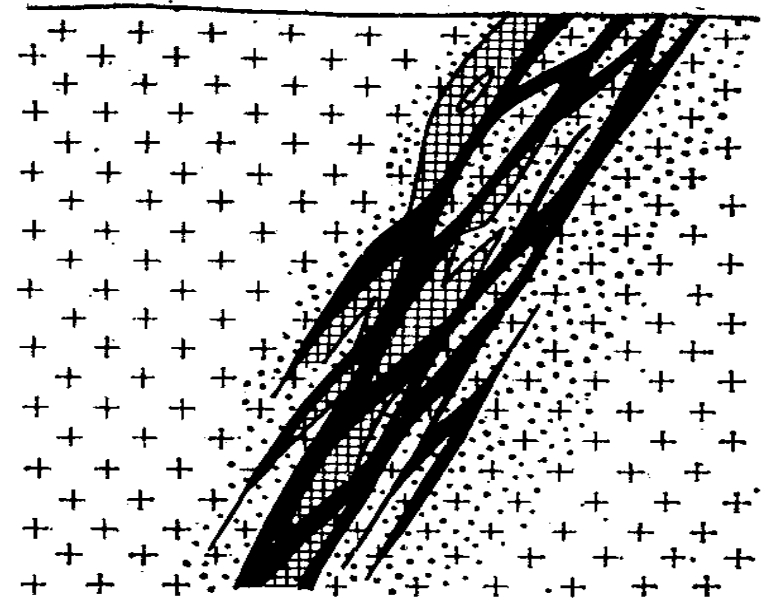


Рис. 5. Сложная жила

По морфологии среди жил выделяются:

Четковидная жила

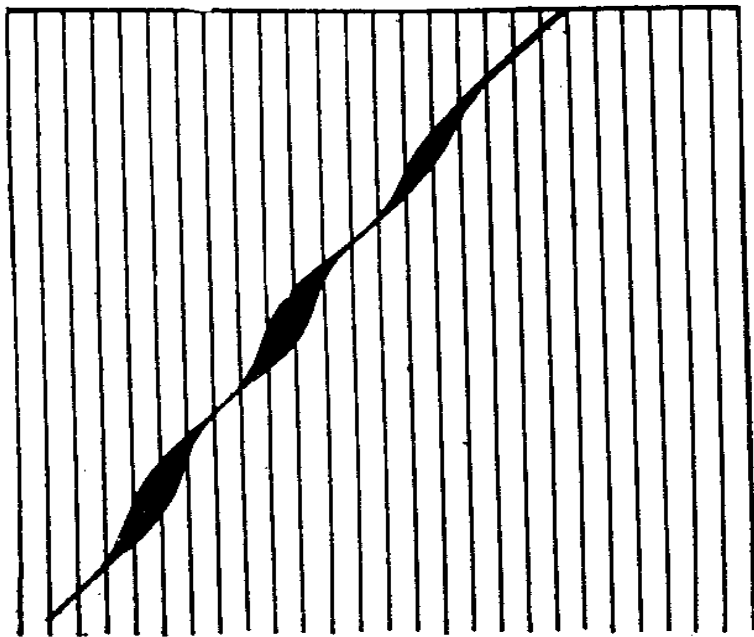


Рис. 6. Четковидная жила

Камерная жила

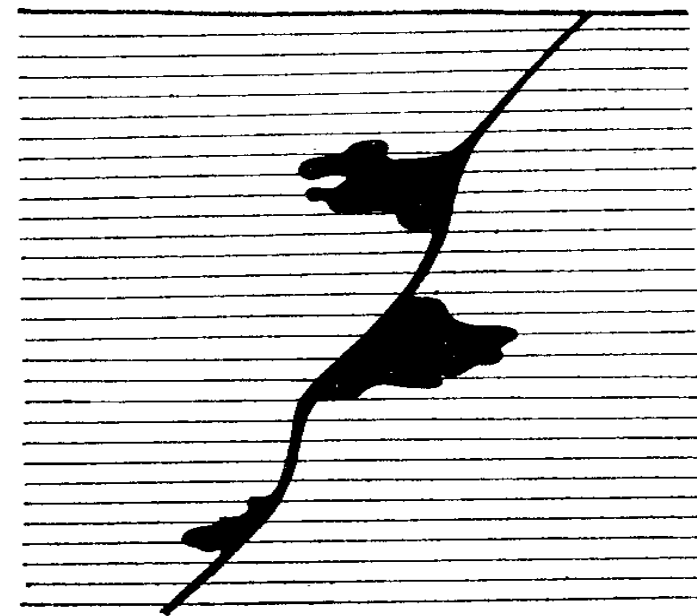
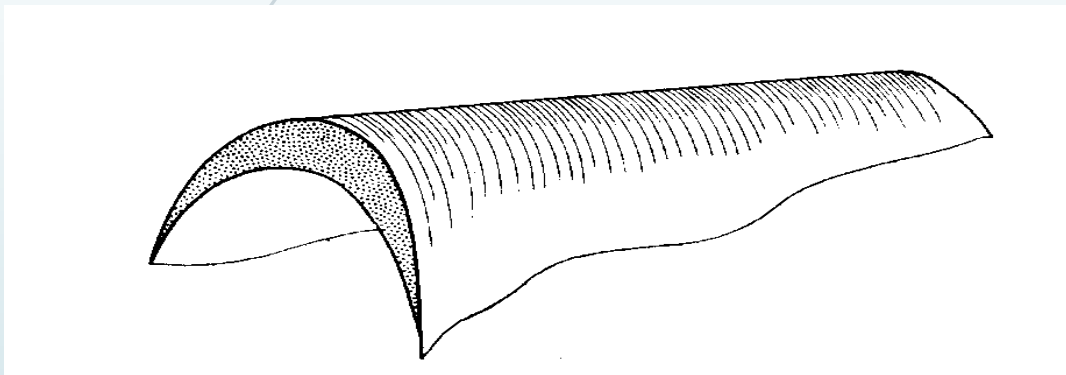
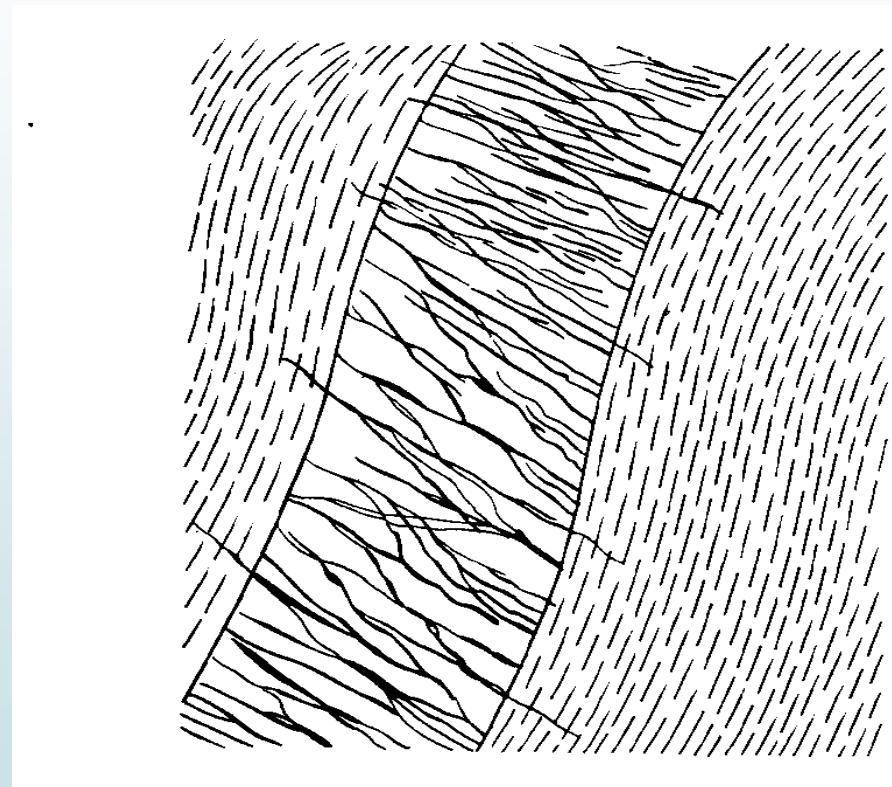


Рис. 7. Камерная жила

Седловидная жила



Лестничные жилы

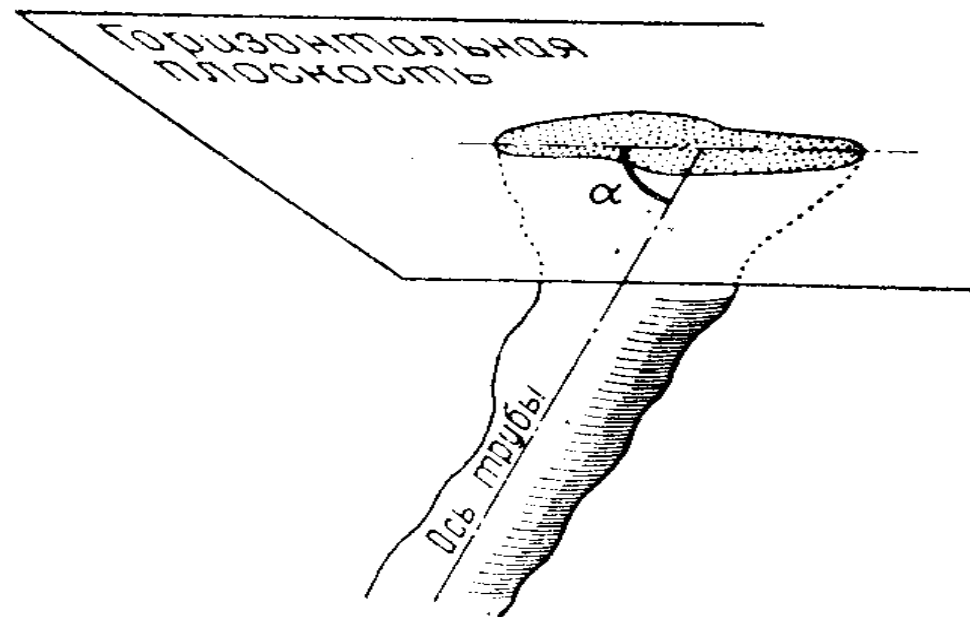


Вытянутые в одном направлении

Трубы, трубки и трубообразные и столбообразные залежи –

удлинённые по одной оси рудные тела.

Наиболее типичны такие формы для алмазоносных трубок, полиметаллических и золотосеребряных залежей в вулканических аппаратах и рудных столбов в узлах пересечения вертикальных трещин на гидротермальных месторождениях.



3.Комбинированные залежи – сложные формы рудных тел, состоящие из нескольких простых морфологических элементов.

Наиболее распространены **грибообразные** и **медузообразные** залежи.

Характерны для субмаринных вулканогенно-осадочных месторождений и остаточных залежей в корях выветривания.

Тела неправильной формы – ящичные, караваеобразные с выступами и пережимами, амебообразные. Могут быть изометричными, уплощенными, дискообразными, удлинёнными, призматическими.

Элементы залегания рудных тел включают: углы и азимуты их падения и простирания для уплощённых рудных тел; углы и азимуты простирания и ныряния осей для столбообразных тел; азимуты и углы склонения для линзовидных и жильных рудных тел.

:

По условиям залегания рудные тела и месторождения могут быть:

1) Открытые рудные тела

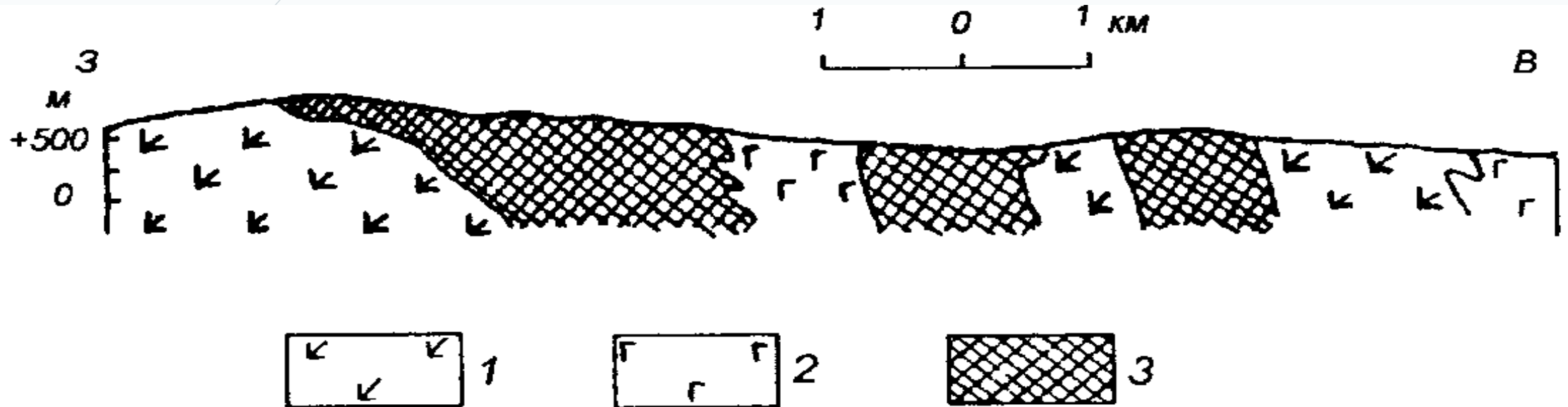


Рис. 2.11. Геологический разрез выходящих на поверхность рудных тел ванадиеносных титаномагнетитов Гусевогорского и Качканарского месторождений. (По В. В. Авдонину и др.). 1 — амфиболиты; 2 — габбро; 3 — рудные залежи.

2) Перекрытые рудные тела

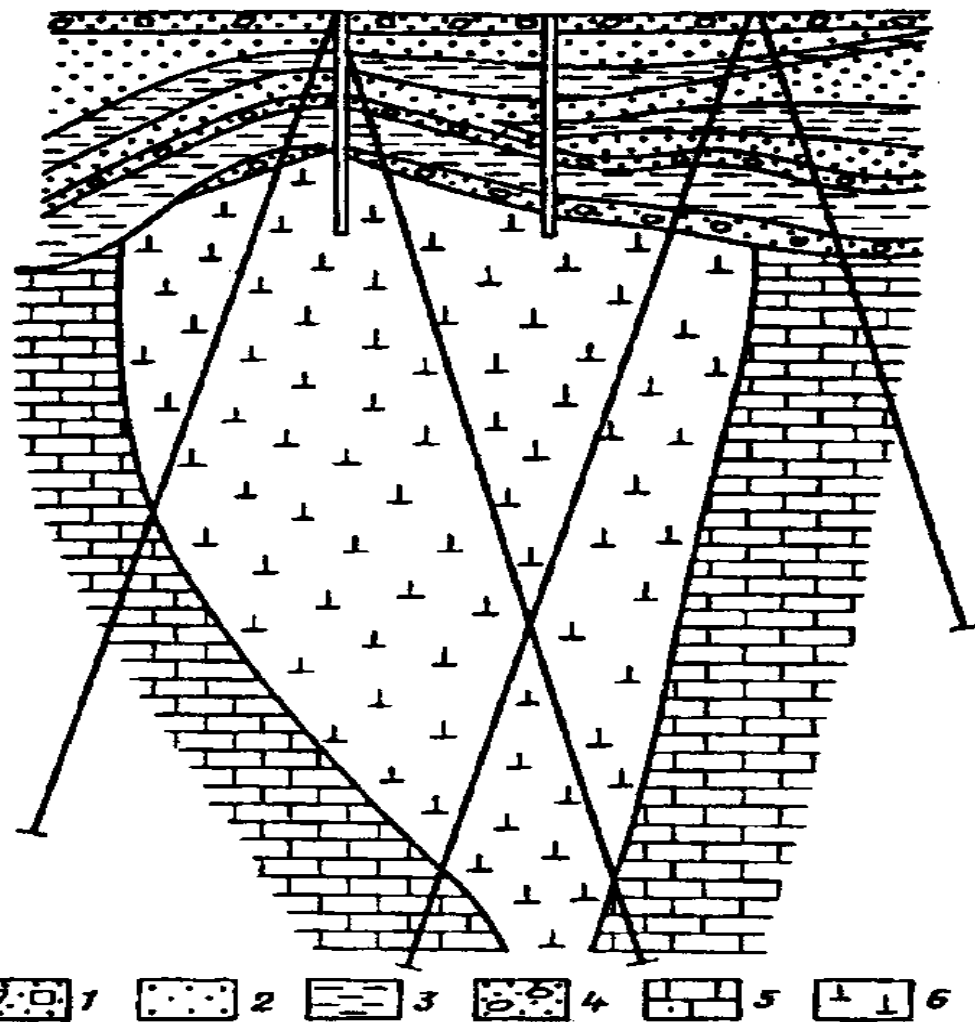


Рис. 2.12. Перекрытое чехлом мезозойских и кайнозойских отложений залегание алмазоносной кимберлитовой трубки имени XIII съезда КПСС, Малоботуобинский район (Якутия).
(По А. Д. Харькову и др.).

3) Слепые (скрытые) рудные тела

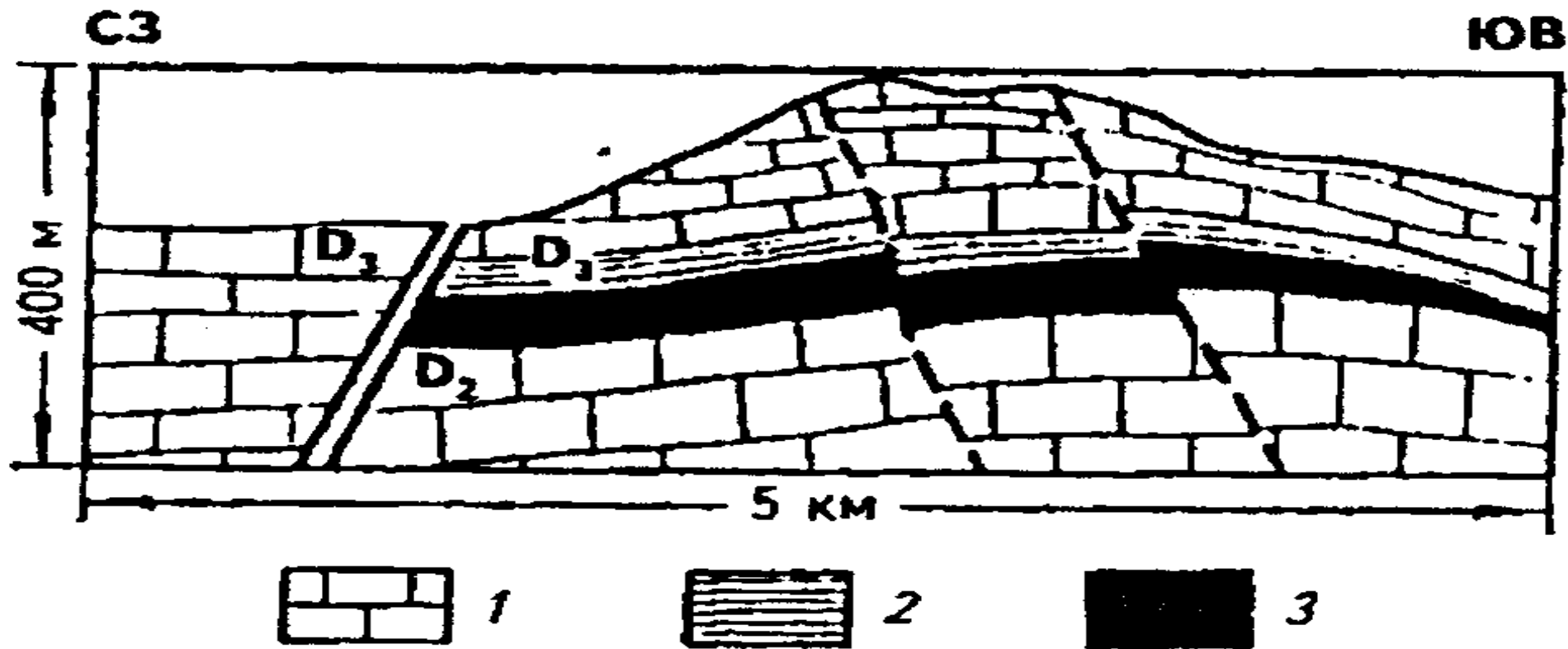


Рис. 2.13. Схематический разрез слепого (скрытого) сурьмяного месторождения Сигуаньшань (КНР). (По А. Ильину). 1 — известники; 2 — глинистые сланцы; 3 — рудоносный горизонт.

II Участки рудных тел

Участки рудных тел могут выделяться:

1. По технологическим типам руд.
2. По содержанию полезного ископаемого.

Богатые участки в теле полезного ископаемого называются

рудными столбами.

Морфологические – обусловлены местными раздувами жилы.

Концентрационные – связаны с локальными высокими концентрациями полезных компонентов.

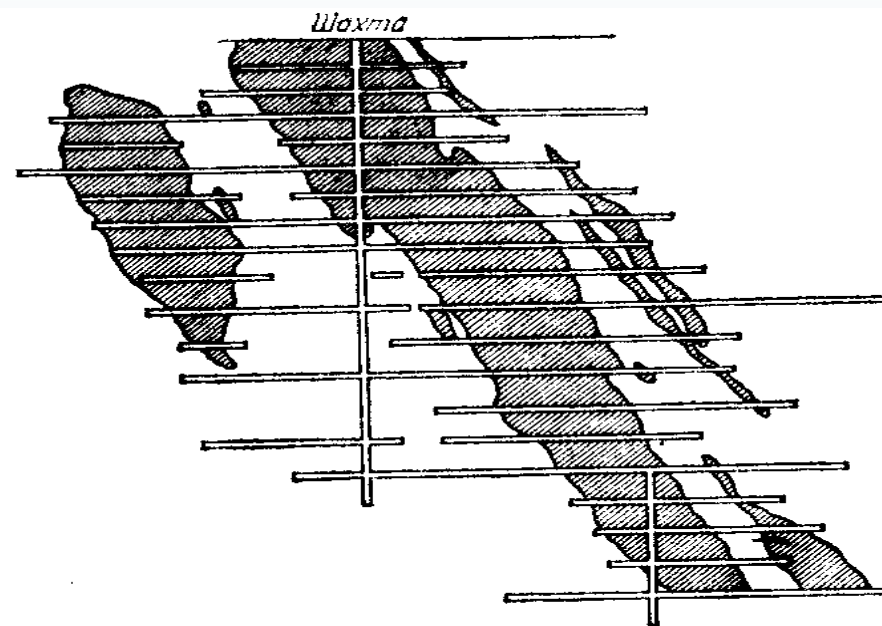


Рис. 11. Рудные столбы в плоскости жилы

Контактами тел полезных ископаемых называют их границы с окружающими (вмещающими) породами.

В случае наклонного или горизонтального залегания верхний контакт является **висячим**, в нижний – **лежачим**.

По характеру контакты бывают четкими (резкими), когда граница между полезными ископаемыми и вмещающими породами видна невооруженным глазом, и постепенными, если сплошная масса полезного ископаемого переходит в породу через зону постепенно убывающей вкрапленности.

В этом случае граница между полезным ископаемым и породой устанавливается по результатам опробования.

По форме контакты бывают ровными и сложными (извилистыми).

Выклинивание – окончание тела полезного ископаемого по простирацию и падению. Различают три основных типа выклинивания: простое – когда мощность полезного ископаемого постепенно уменьшается до полного исчезновения, тупое – если полезное ископаемое в направлении простираения или падения прекращается резко (например, в результате смещения по тектоническому нарушению, или срезано эрозионными процессами) и сложное – когда тело полезного ископаемого расщепляется на тонкие пропластки и прожилки или закономерно рассеивается.

- 
- **Мощность полезного ископаемого, как и горных пород**, – это расстояние между кровлей (висячим контактом) и подошвой (лежачим контактом).
 - Мощность может быть истинной (кратчайшее расстояние) и видимой (любое расстояние между кровлей и подошвой).
 - Условия залегания тела полезного ископаемого (как и любого другого геологического тела) характеризуют его положение в пространстве.
 - Помимо уже известных для горных пород элементов залегания (линия простирания, линия падения и угол падения) для характеристики условий залегания тел полезных ископаемых добавляются еще два: **линия восстания и склонение**.
 - Линия восстания получается так же, как и линия падения (пересечением с поверхностью геологического тела вертикальной плоскости, перпендикулярной линии простирания), но направлена в противоположном от линии падения направлении – в сторону наибольшего подъема тела.
 - Угол восстания равен углу падения.

- 
- **Склонение тела полезного ископаемого** – отклонение по мере углубления длинной оси рудного тела от направления простирания.
 - Угол, образованный длинной осью рудного тела с линией простирания, называется **углом склонения**.
 - По характеру залегания тела полезных ископаемых (как и горные породы) могут иметь **горизонтальное, наклонное** (моноклинальное), складчатое или складчато-разрывное залегание.
 - При описании условий залегания тел полезных ископаемых следует иметь в виду, что в качестве горно-геологической характеристики имеют значение не столько средние значения элементов залегания, сколько их изменчивость.

- 
- **Выдержанность оруденения** является характеристикой степени прерывистости (или непрерывности) полезного ископаемого в пределах его рабочего контура (или мощности).
 - С этой точки зрения выделяются четыре типа залежей:
 - 1) выдержанные – в пределах тела полезного ископаемого по всей его площади (и мощности) участки, не содержащие промышленных концентраций полезного ископаемого, практически отсутствуют;
 - 2) относительно выдержанные – в пределах рабочего контура присутствуют участки с непромышленным оруденением или вообще безрудные, но общая площадь таких участков не превышает 25 % всей площади тела полезного ископаемого;
 - 3) невыдержанные – внутри рабочего контура участки с нерабочей мощностью или пустыми породами) занимают 25–50%;
 - 4) крайне невыдержанные – площадь некондиционных участков или пустой породы составляет более 50 % от площади всей залежи.

- Выдержанность оруденения может также характеризоваться площадным или объемным коэффициентом рудоносности (K_p):
- выдержанные K_p более 0,9; относительно выдержанные $K_p=0,9-0,75$;
- невыдержанные $K_p=0,75-0,5$ и крайне невыдержанные K_p менее 0,5.
- По возрастному соотношению с вмещающими породами различают две группы рудных тел (и месторождений): сингенетические и эпигенетические.

Классификация форм тел полезных ископаемых

По геометрическому признаку	По соотношению с вмещающими породами	
	сингенетические	эпигенетические
Изометричные	Шток, гнездо	Шток, гнездо, штокверк
Плитообразные	Пласт, линза	Жила, линза, чечевица
Трубообразные	-	Труба, рудный столб

- **Сингенетическими являются тела**, сформировавшиеся одновременно или почти одновременно с окружающими породами в результате одного процесса.
- Типичными примерами могут служить практически все осадочные месторождения.
- **Эпигенетическими называются тела**, образовавшиеся позднее вмещающих пород.
- К этой группе относятся различного рода жилы и трубки взрыва.
- Все описанные рудные тела могут либо выходить на дневную поверхность, либо залегать на той или иной глубине.
- В последнем случае их называют **«слепыми» или скрытыми**.
- В зависимости от глубины, на которой размещаются тела полезных ископаемых, их делят на **поверхностные (до 100 м) и глубокозалегающие**.
- По характеру залегания среди тел полезных ископаемых различают **горизонтальные (угол падения до 10°) и наклонные**.
- При угле падения более 45° тела называют **крутопадающими**.
- По соотношению с условиями залегания вмещающих пород и элементов структур выделяют тела **согласные и секущие**.
- **Секущие – тела** полезных ископаемых, пересекающие вмещающие породы, или имеющие условия залегания заметно отличающиеся от условий залегания вмещающих пород и элементов структур.
- Секущие тела всегда являются **эпигенетическими** по отношению к вмещающим породам.

Эпигенетические тела по этому признаку разделяются на три группы:

- 1) **согласные** или почти согласные с элементами слоистости вмещающих пород (минерализованные пласты, тела гидротермально-осадочных и инфильтрационных месторождений);
- 2) **несогласные** с напластованием окружающих пород, но согласные с контактными поверхностями пород различного состава или генезиса (тела в стратифицированных интрузиях, скарнах, остаточные месторождения выветривания и др.);
- 3) **несогласные** с напластованием окружающих пород или залегающие в неслоистых породах, но согласные с условиями залегания или положением рудовмещающих структур (тектоническими трещинами определенного порядка, пересечением трещин друг с другом или с замковыми частями складок и др.).

Глубина залегания –

- это расстояние по вертикали от земной поверхности до верхней кромки тела полезного ископаемого.
- С этой точки зрения выделяют тела поверхностные, выходящие на поверхность, приповерхностные, глубина залегания которых менее 100 м, и глубинные, залегающие на глубинах более 100 м.
- Глубина распространения оруденения – расстояние от земной поверхности до нижней границы оруденения.
- Размах оруденения – разность между глубиной распространения и глубиной залегания.
- Тела полезных ископаемых любой формы иногда нарушены постминерализационными тектоническими деформациями, усложняющими первоначальную структуру месторождения и нередко вызывающими серьезные трудности при разведке.

Качественные характеристики полезных ископаемых

- Качество минерального сырья характеризуется рядом свойств, которые определяют его соответствие назначению (области использования), сохраняемость и технологичность.
- К свойствам (характеристикам) полезного ископаемого, которые обуславливают его соответствие назначению, относятся:
 - -вещественный (минеральный и химический) состав, текстурно-структурные характеристики, содержание основных полезных компонентов, содержание сопутствующих (попутных) полезных компонентов, содержание вредных компонентов, распределение полезных и вредных компонентов в объеме месторождения или тела полезного ископаемого.
- Качество горно-рудного сырья определяется содержанием полезных минералов и совокупностью показателей, характеризующих их специфические свойства, которые устанавливают возможности и условия промышленного использования.
- Такими свойствами для различных видов минерального сырья являются:
 - окраска,
 - отсутствие дефектов кристаллической структуры,
 - масса алмазов;
 - гибкость, длина волокна и
 - кислотоупорность асбеста и др.

- **Технологичность** (свойства, определяющие условия и особенности обогащения и переработки) – обогатимость, флотированность, абразивность и др. зависят также от вещественного состава, структурно-текстурных характеристик и физико-механических свойств.
- **Понятие «качество полезного ископаемого»** включает в себя следующий комплекс разнообразных показателей:
 - 1) вещественный (минеральный и химический) состав;
 - 2) структурно-текстурные характеристики;
 - 3) содержание основных, сопутствующих и вредных компонентов;
 - 4) распределение ценных и вредных компонентов в объеме месторождения или тела полезного ископаемого;
 - 5) физико-механические и физико-химические свойства.
- **Вещественный состав металлических и неметаллических руд определяется соотношением рудных или ценных и сопутствующих им нерудных или жильных минералов.**
- В металлических рудах рудные минералы являются носителями ценных металлов, в неметаллических – ценные минералы служат носителями элементов-металлоидов или же сами представляют практический интерес благодаря специфическим свойствам.

➤ По составу преобладающей части минералов выделяются следующие типы руд:

- самородные – самородные металлы и интерметаллические соединения – медь, золото, платина;
- сернистые и им подобные – сульфиды, арсениды и антимониды тяжелых металлов – меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, молибдена;
- оксидные – оксиды и гидроксиды железа, марганца, хрома, олова, урана, алюминия;
- карбонатные – карбонаты железа, марганца, магния, свинца, цинка, меди;
- сульфатные – сульфаты бария, стронция, кальция;
- фосфатные – апатитовые и фосфоритовые неметаллические руды, а также фосфаты некоторых металлов;
- силикатные – сравнительно редкие руды железа, марганца, меди;
- широко распространенные неметаллические полезные ископаемые – слюда, асбест, тальк;
- галоидные – минеральные соли и флюорит.

IV. Минеральные индивиды

Строение минерального индивида, характеризуется структурой.

Структура руды

определяется формой, размерами и пространственными соотношениями внутри минерального агрегата.

На основании изучения структур можно сделать выводы для обоснования технологии переработки

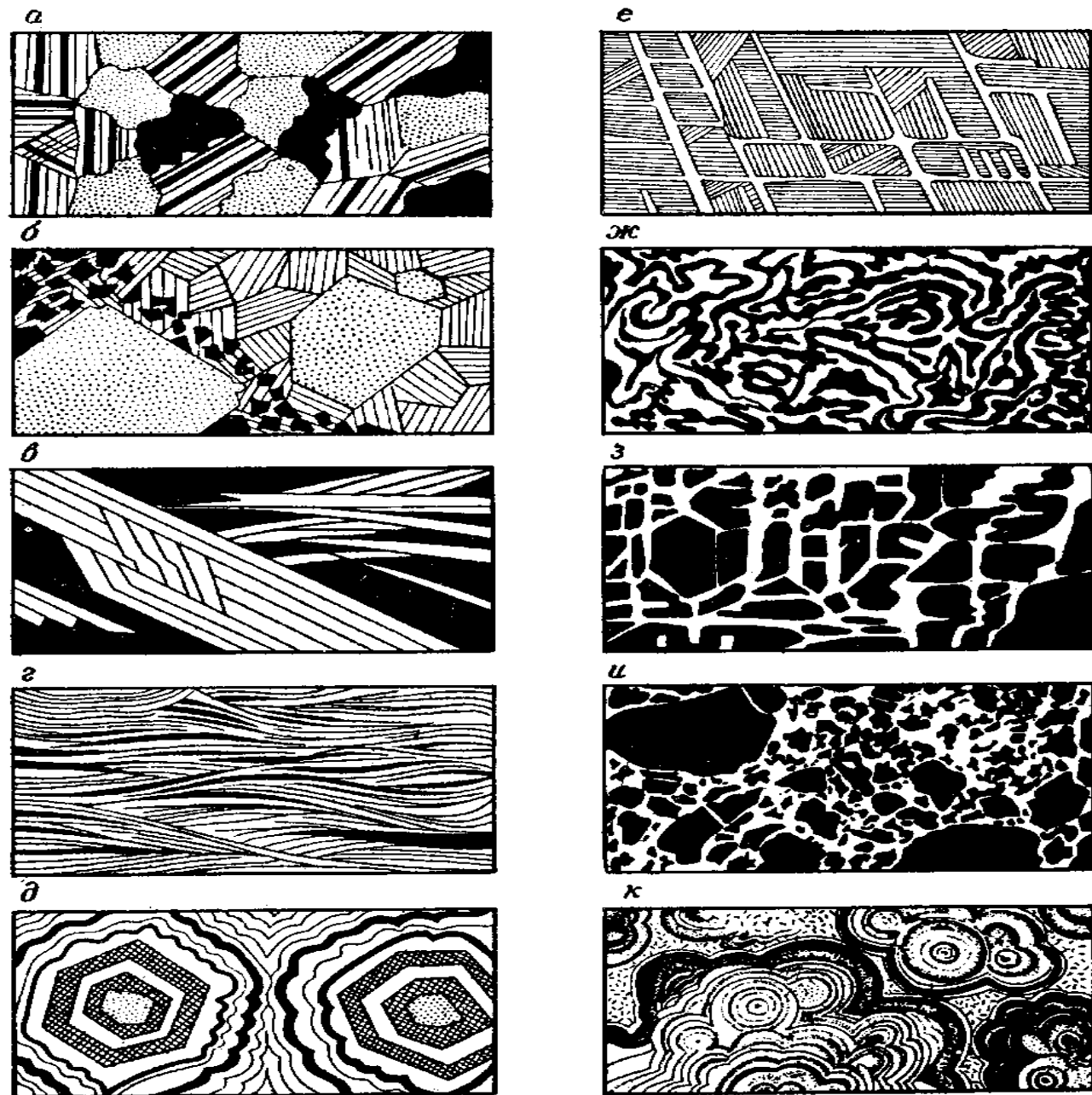


Рис. 17. Некоторые типы структур руд:

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

Микроструктура изучается в мелкозернистых агрегатах под микроскопом.

■ Среди структур полезных ископаемых по морфологическим признакам выделяются следующие типы:

- - равномернозернистая,
- - неравномернозернистая,
- - пластинчатая, волокнистая,
- - зональная,
- - кристаллографически ориентированная,
- - тесного срастания,
- замещения,
- - дробления,
- - колломорфная,
- - сферолитовая,
- - обломочная.

■ *Равномернозернистая структура* характеризует минеральные агрегаты, сложенные зернами минералов приблизительно одного размера. Она типична для эндогенных месторождений.

■ В рудах магматогенных месторождений встречаются равномернозернистые структуры отложения (гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, сидеронитовая и др.), а метаморфогенных – структуры перекристаллизации.

■ *Неравномернозернистая структура* отмечается в мелкозернистых агрегатах, включающих выделения крупных зерен, или в крупнозернистых агрегатах, содержащих мелкие включения какого-либо минерала.

■ Этот тип структур присущ магматическим и гидротермальным месторождениям.

■ *Пластинчатая и волокнистая структуры*, наблюдаемые в эндогенных месторождениях характеризуются соответственно пластинчатой и нитевидной формой слагающих полезное ископаемое минеральных выделений.

III . Минеральный агрегат – совокупность более или менее одновременно образовавшихся минералов.

Строение минерального агрегата характеризуется текстурой.

Текстура руды определяется формой, размерами и пространственным расположением минеральных агрегатов.

На основании изучения текстур можно делать выводы об истории формирования месторождения.

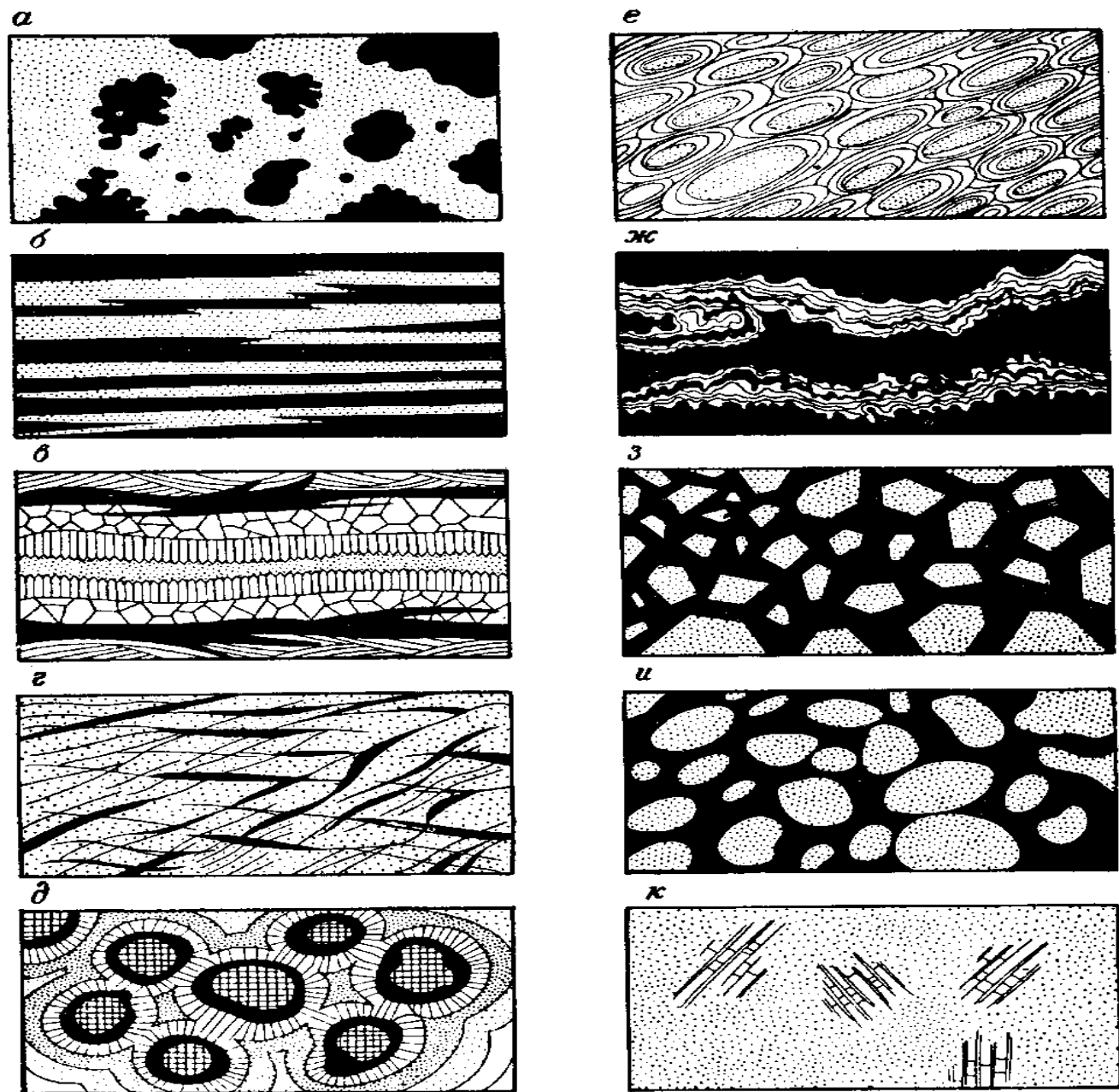


Рис. 16. Некоторые типы текстур руд:

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

- **Содержание** (количество металла, оксида или минерала в единице массы или объема) полезных и вредных компонентов или минералов является важнейшей характеристикой качества полезных ископаемых.
- Качество металлических и агрономических руд, горнохимического сырья определяется их вещественным составом и характеризуется содержанием полезных компонентов и вредных примесей.
- В коренных рудах определяется содержание металлов (меди, железа, марганца, кобальта, никеля и др.) или оксидов соответствующих элементов (Al_2O_3 , TiO_2 и др.).
- Качество россыпных полезных ископаемых выражается в единицах плотности песков или горной массы ($\text{кг}/\text{м}^3$
- горной массы магнетита, хромита, циркона и др. или $\text{г}/\text{м}^3$ песков золота, платины при раздельной добыче и др.).
- По содержанию основного компонента выделяются руды богатые, рядовые и бедные (убогие), но для разных видов полезных ископаемых границы сортов руд весьма различны.
- Например, для железа богатыми считаются руды с содержанием железа более 60 %, для меди – 3 %, олова – 1 %, золота – 10 г/т (0,00001%) и др.

Руда состоит из рудных (промышленных) и сопутствующих минералов.

Рудный минерал – химическое соединение или самородный элемент, который содержит полезный компонент или является таковым.

Сопутствующий нерудный (жильный) **минерал** – минерал, включенный в руду и не содержащий полезных компонентов (не являющийся промышленным).

Различают текстуры и структуры разного масштаба: **мега** – наблюдаемые в обнажениях и горных выработках, **макро** – видимые в образцах, **микро** – устанавливаемые под микроскопом.

V. Химический элемент. В составе полезных минералов различают: **полезные элементы**, например в магнетитовой железной руде **Fe** – главный, **Ti, V** – попутные;

вредные элементы – **S, P, Pb** (в той же руде);

инертные – **Ca, Si**.

VI. Физические свойства:

- свойства самого полезного ископаемого (плотность, прочность...),
- аномалии физических полей.

Контрольные вопросы

- 1. Что называется полезным ископаемым, рудой?
- 2. Как разделяются полезные ископаемые по физическому состоянию и промышленному использованию?
- 3. Объясните, почему понятие «месторождение полезного ископаемого» является геолого-экономическим.
- 4. Дайте характеристику основных морфологических типов тел полезных ископаемых.
- 5. Какие элементы определяют форму, размеры и условия залегания изометричных, плоских и трубообразных рудных тел?
- 6. Какие тела (месторождения) полезных ископаемых называются сингенетическими и эпигенетическими, согласными и секущими?
- 7. Какие существуют типы выклинивания и контактов тел полезных ископаемых?
- 8. Что такое типы и сорта полезных ископаемых?
- 9. Что называется текстурой и структурой полезных ископаемых?
- 10. Дайте характеристику основных видов текстур и структур полезных ископаемых.
- 11. Какими показателями характеризуется качество металлических руд, горно-рудного сырья, строительных материалов?
- 12. Как характеризуется распределение полезных и вредных компонентов в объеме месторождения полезных ископаемых?