

«Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»

дисциплина

«Геология месторождений полезных ископаемых»

тема:

**«Геологические структуры месторождений полезных ископаемых.
Формы рудных тел, условия их залегания и внутреннее строение.
Морфологическая классификация рудных тел. Минеральный и
химический состав руд. Текстуры и структуры руд.»**

Кембаев Максат Кенжебекулы

(ФИО преподавателя)

k.maksat@mail.ru

(Электронная почта преподавателя)

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:

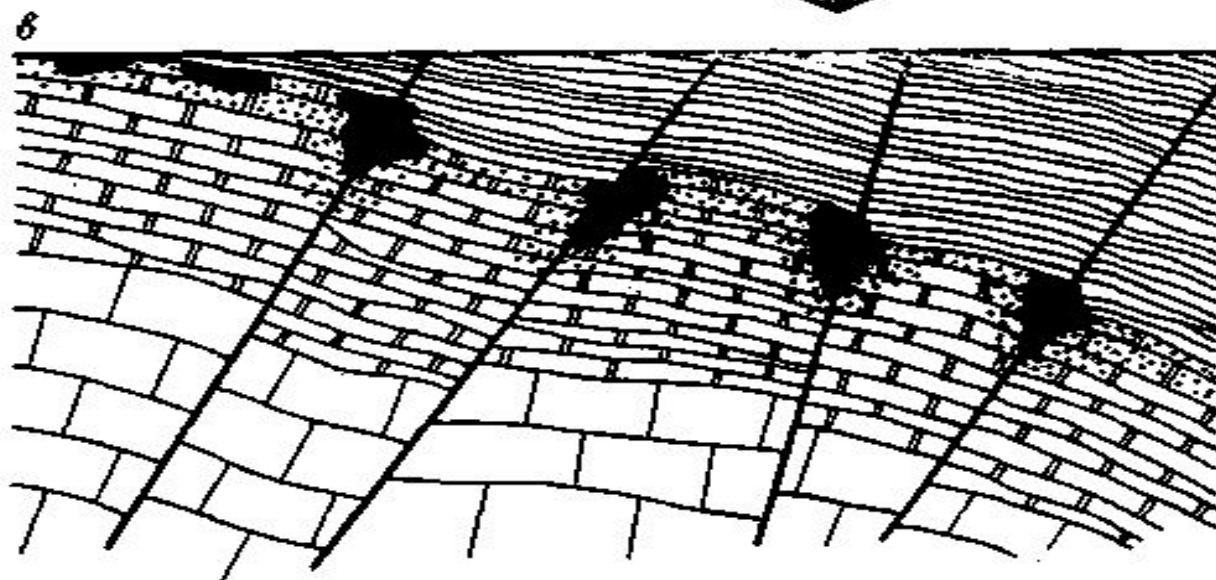
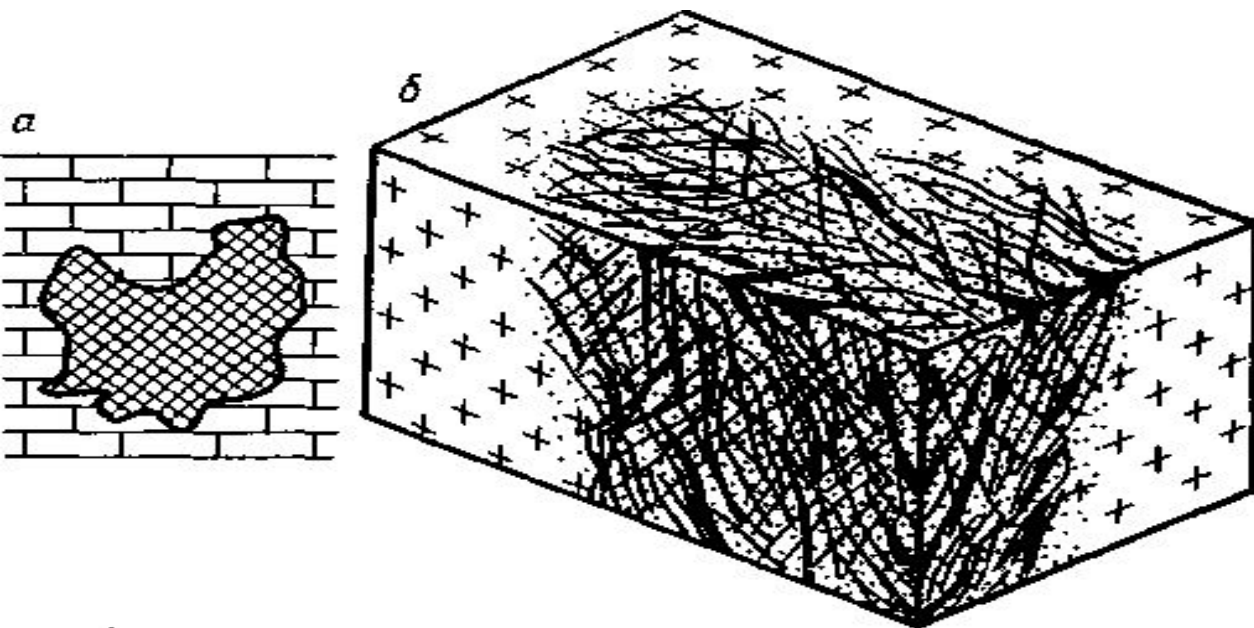
- 1) формы тел;
- 2) характер и форму контактов с вмещающими породами;
- 3) характер выклинивания;
- 4) мощность и ее изменчивость;
- 5) условия залегания;
- 6) выдержанность оруденения;
- 7) соотношение с вмещающими породами по времени образования;
- 8) соотношение с элементами структур и условиями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

Формы тел

Для месторождений твердых полезных ископаемых выделяют три основных морфологических типа тел:

- 1) изометричные;
- 2) плитообразные (плоские);
- 3) трубообразные.

Изометричные тела приблизительно равновелики в трех измерениях. К ним относятся штоки, гнезда и штокверки.



Формы
изометричных
тел полезных
ископаемых:

а – шток (план),

б – штокверк,

в – гнезда
(разрез)

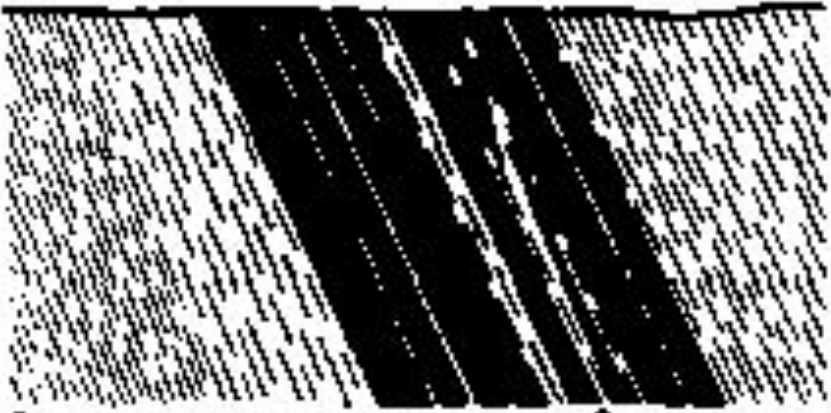
Шток - крупная (более 10 м) изометричная залежь сплошного или почти сплошного минерального сырья. Если размеры таких залежей не превышают 10 м, их называют **гнездами**. В качестве примера можно назвать штоки каменной соли, гнезда хромитов в ультраосновных породах. Основным элементом, определяющим форму и размеры изометричных тел, их поперечное сечение.

Когда шток или гнездо сплющены в одном направлении, образуются **линзы** и **чечевицы** – тела, переходные по форме от изометричных к плитообразным.

Штокверк - объем горной породы, пронизанный различными ориентированными прожилками и насыщенный вкрапленностью минерального вещества. Границы промышленной залежи в пределах штокверка устанавливаются по данным опробования. Примеры: месторождения меди, олова, молибдена и др.

Плитообразные (плоские) тела характеризуются двумя большими и одним (мощность) значительно меньшим размером

а



б



в



**Формы
плитообразных
(плоских) тел
полезных
ископаемых:**

а – сложный пласт,
б – простая жила,
в – сложная жила

Пласт – плитообразное тело, обычно осадочного происхождения, отделенное от других пород более или менее параллельными плоскостями напластования (подошвой или почвой и кровлей пласта). Пласты могут быть **простыми** - однородны по составу и не включают прослоев вмещающих пород, и **сложными** - состоят из чередующихся прослоев полезного ископаемого и вмещающих пород.

Пласты могут иметь раздувы и пережимы по мощности, простое или сложное выклинивание. Примерами могут являться пласты угольных, марганцевых, железорудных и других осадочных месторождений.

Тела полезных ископаемых неосадочного происхождения, близкие по форме к пластам, принято называть **пластообразными залежами**.

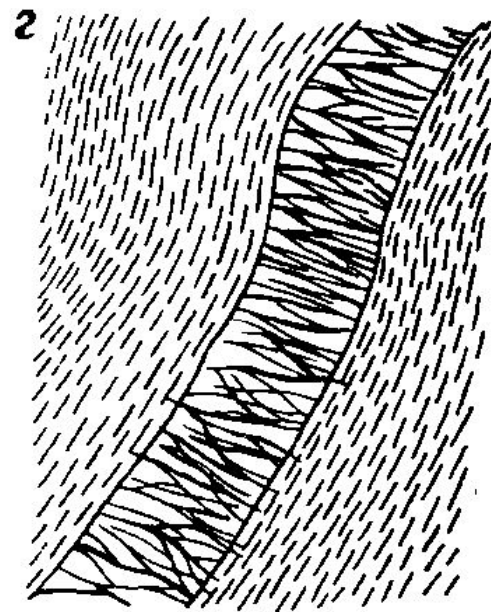
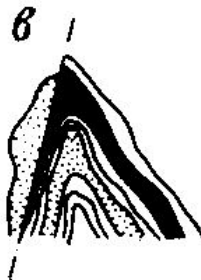
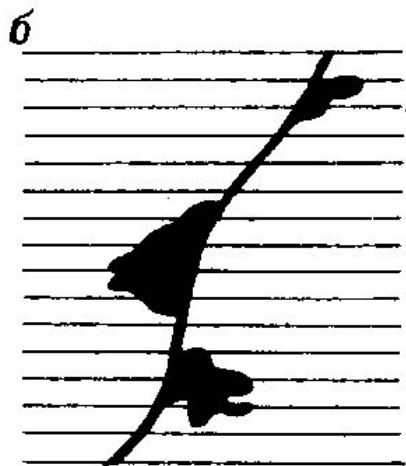
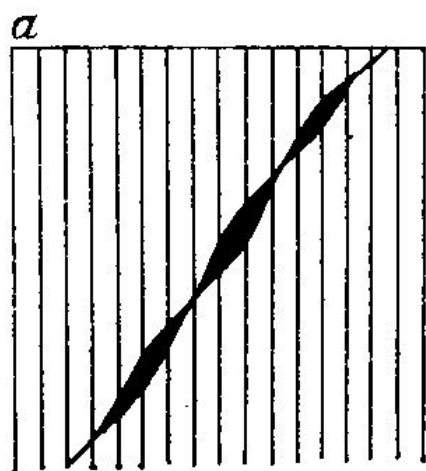
Жилы представляют собой трещины в горных породах, выполненные минеральным веществом полезного ископаемого. Их также считают плитообразными телами, поскольку, протягиваясь по простиранию и на глубину на десятки и сотни метров, они характеризуются значительно меньшим третьим измерением – мощностью, которая обычно изменяется от нескольких сантиметров до первых метров.

Залегание жил может быть наклонным, вертикальным, реже горизонтальным. В случае наклонного залегания породы, перекрывающие жилу, называют породами **висячего бока**, а подстилающие ее – породами **лежачего бока**. Поверхность, по которой минеральное вещество соприкасается с вмещающей породой, называют **зальбандом**. При резком уменьшении мощности жилы говорят о ее **выклинивании** или **пережиме**, при увеличении мощности – о **раздуве**.

Жилы так же подразделяются на простые и сложные.

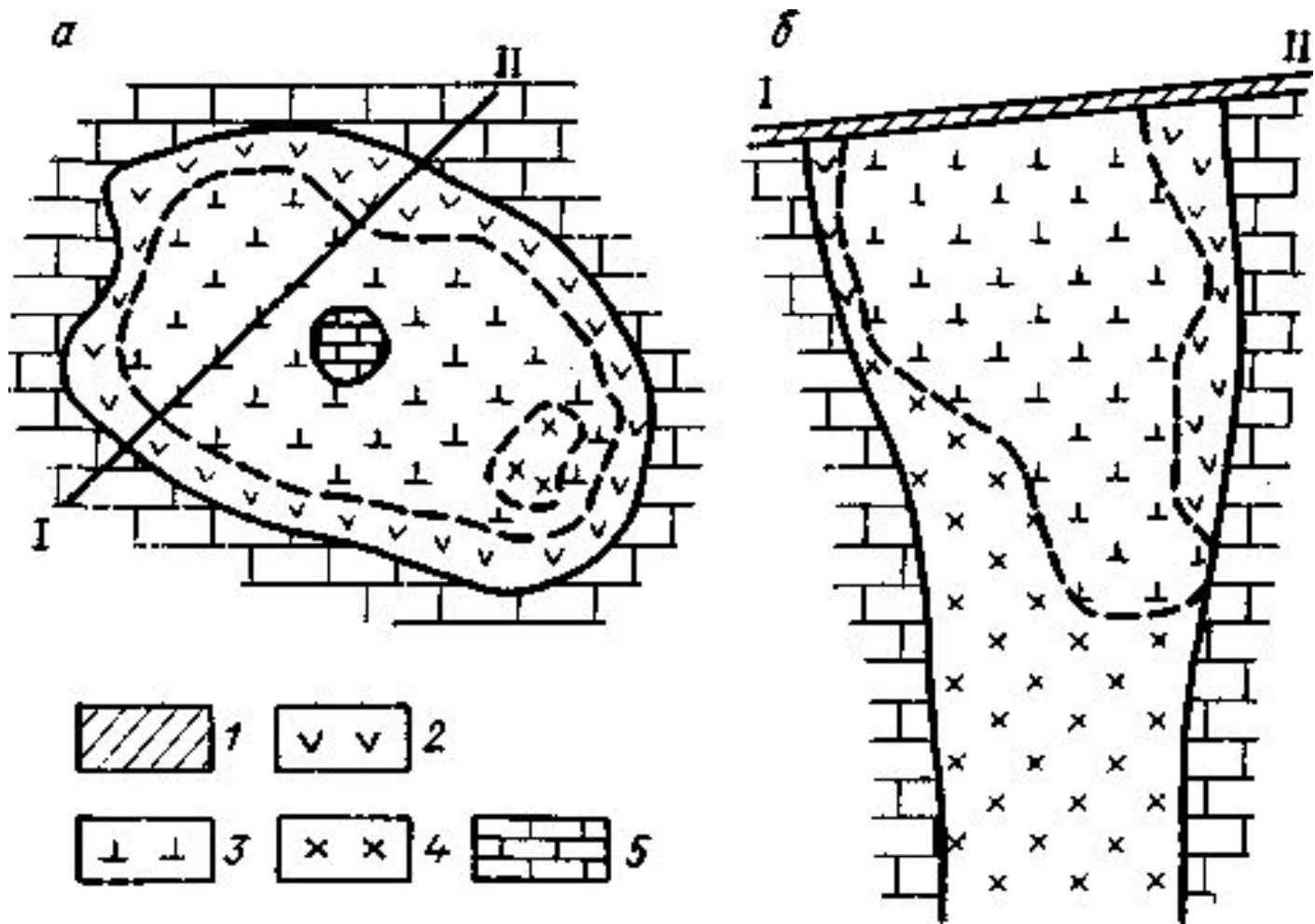
Простые – одиночные минерализованные трещины;
сложные – системы переплетающихся трещин, зон дробления, рассланцевания.

По деталям морфологии среди жил различают **четковидные (а)**, **камерные (б)**, **седловидные (в)**, **лестничные (г)**, разлистования и др.



Основными геологическими элементами, определяющими размеры и условия залегания плитообразных тел, являются направление простирания и длина по простиранию, направление и угол падения, длина по нему, а также мощность.

Трубообразные (столбообразные) тела полезных ископаемых вытянуты по одной оси. Поперечное сечение таких тел может быть изометричным, эллиптическим, линзообразным.



а – геологический план, б – разрез кимберлитовой трубки. 1 – наносы; 2–4 – кимберлит: 2 – измененный желтый, 3 – измененный зеленый, 4 – малоизмененный; 5 – карбонатные породы

Морфология и условия залегания трубообразных тел определяются **углом погружения (или ныряния), длиной по направлению погружения и площадью поперечного сечения**. Угол погружения – это угол между осью трубообразного тела и горизонтальной плоскостью; он может изменяться от 0 до 90°. Размеры поперечного сечения и длина оси достаточно изменчивы.

Наиболее типичные представители их – алмазоносные трубки взрыва и рудные столбы. **Рудными столбы** - обогащенные полезными компонентами участки столбообразной формы, заключенные среди более бедных руд, или участки жил с резко увеличенной мощностью, которые (участки) имеют изометричное поперечное сечение и вытянуты по падению жилы. Такие рудные столбы чаще всего образуются в местах пересечения разноориентированных жил.

Контакты тел полезных ископаемых

- 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 простиранию и падению. Различают три основных типа выклинивания:
 - 1) *простое* – когда мощность полезного ископаемого постепенно уменьшается до полного исчезновения;
 - 2) *тупое* – если полезное ископаемое в направлении простирания или падения прекращается резко (например, в результате смещения по тектоническому нарушению, или срезано эрозионными процессами);
 - 3) *сложное* – когда тело полезного ископаемого расщепляется на тонкие пропластки и прожилки или закономерно рассеивается.

Мощность полезного ископаемого

– это расстояние между кровлей (висячим контактом) и подошвой (лежачим контактом). Мощность может быть **истинной** (кратчайшее расстояние) и **видимой** (любое расстояние между кровлей и подошвой). Помимо геологического определения мощности существуют понятия промышленной мощности полезного ископаемого. **Рабочей** считается минимальная мощность, при которой полезное ископаемое целесообразно эксплуатировать. Этот вид мощности также иногда называют **минимальной выемочной** или **кондиционной**. **Эксплуатационной** называется суммарная мощность полезного ископаемого и породы, прихватываемой в процессе разработки. **Полезная мощность** определяется как сумма мощностей пропластков полезного ископаемого в пределах эксплуатационной мощности.

Месторождения плитообразной формы бывают как однопластовые, так и многопластовые. В последнем случае вводится понятие «**продуктивной толщи**» и ее мощности – как суммы мощностей полезного ископаемого и окружающих пород. В этом случае может разрабатываться как вся продуктивная толща, так и каждое рудное тело или группа тел отдельно друг от друга. Богатство продуктивной толщи определяется **коэффициентом продуктивности** (для угленосных толщ) *или* **коэффициентом рудоносности** (для других видов полезных ископаемых) – отношением суммарной мощности полезного ископаемого к общей мощности продуктивной (рудоносной) толщи.

Условия залегания тела полезного ископаемого характеризуют его положение в пространстве. Здесь помимо линии простирания, линии падения и угла падения добавляются еще два: линия восстания и склонение.

Линия восстания 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 могут иметь горизонтальное, наклонное (моноклинальное), складчатое или складчато-разрывное залегание.

Выдержанность оруденения

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** – 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.

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 (бонанца)

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 вмещающих пород и элементов структур.

Согласные тела - имеют те же условия (и элементы) залегания, что и вмещающие породы. Как правило, это тела сингенетические по отношению к вмещающим породам.

Глубина залегания

Глубина распространения оруденения

Размах оруденения

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.

Качественные характеристики полезных ископаемых

Изучение качественных характеристик полезных ископаемых имеет основное значение для определения параметров разведочной сети, от которых зависят полнота и достоверность геологической информации, а также продолжительность и стоимость разведки. Качественные показатели обуславливают экономические показатели горнодобывающего предприятия, т.к. с их помощью определяется количество полезных компонентов, а также технология обогащения и переработки сырья.

Сохраняемость (способность сохранять свои свойства без изменений при достаточно длительном хранении) применительно к минеральному сырью, это стойкость к выветриванию, окисляемость, способность к слеживанию или самовозгоранию и др. обусловливается прежде всего вещественным составом, структурно-текстурными характеристиками, а также физико-химическими и физико-механическими свойствами.

Технологичность (свойства, определяющие условия и особенности обогащения и переработки) – обогатимость, флотуемость, 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.

- По вещественному составу, определяющему промышленную ценность и технологические свойства, полезные ископаемые разделяются на природные типы и промышленные сорта.

Типами полезных ископаемых называют их природные разновидности, выделяемые в зависимости от минерального состава, текстурных и структурных особенностей с учетом возможности пространственного обособления.

Промышленные сорта включают один или несколько природных типов полезных ископаемых, разработка которых рентабельна и обеспечивает необходимое качество получаемой продукции. По степени концентрации ценных минералов различают следующие сорта: богатые (массивные, сплошные), рядовые и бедные (вкрапленные) руды. По генезису руды делят на первичные (неизмененные) и вторичные.

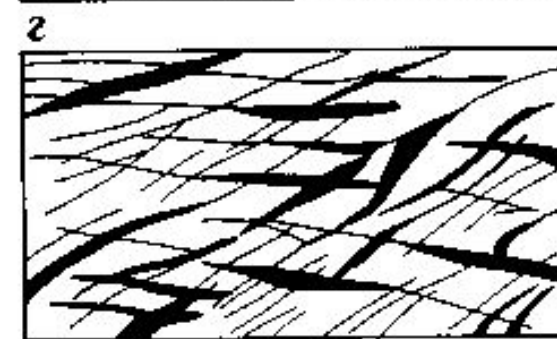
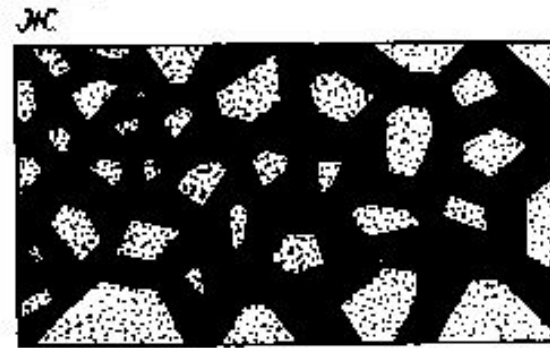
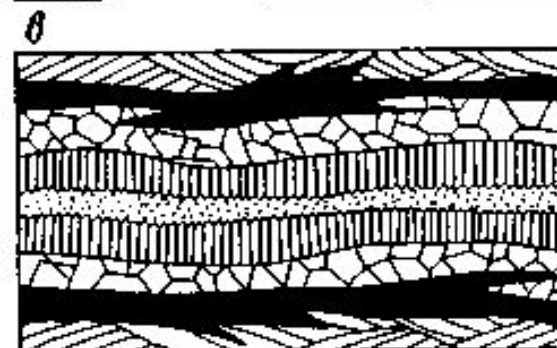
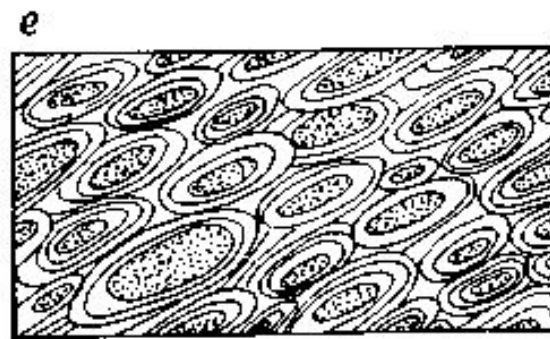
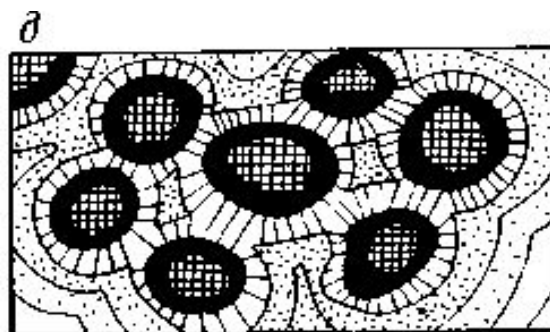
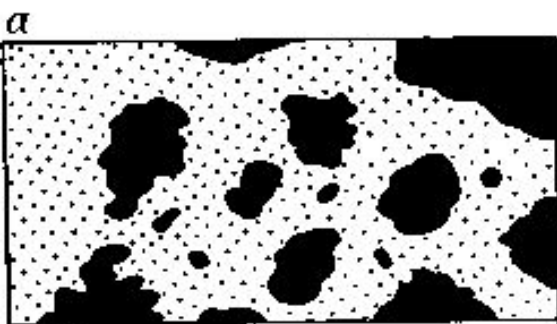
Текстурно-структурные особенности

полезных ископаемых являются важными показателями оценки качества минерального сырья для технологических целей.

Взаимоотношения минеральных агрегатов, форма, размеры и способы сочетания в них минералов влияют на схему переработки полезных ископаемых, обуславливают оптимальную крупность их дробления и измельчения, обеспечивающую наиболее полное раскрытие зерен и извлечение полезных компонентов в соответствующие концентраты.

Текстура полезных ископаемых определяется пространственным взаиморасположением минеральных агрегатов, отличающихся друг от друга по составу, форме, размерам и структуре. По масштабам проявления выделяют мега-, макро- и микротекстуру. Первая характеризует крупные по площади минеральные агрегаты, взаимоотношения между которыми изучаются в естественных или искусственных обнажениях. Макроструктура различается визуально в отдельных штуфах полезного ископаемого. Микротекстура наблюдается под микроскопом.

По морфологическим признакам выделяются следующие типы текстур полезных ископаемых: **массивная, пятнистая, полосчатая, прожилковая, сфероидальная, почковидная, дробленая, пустотная, каркасная, рыхлая.**



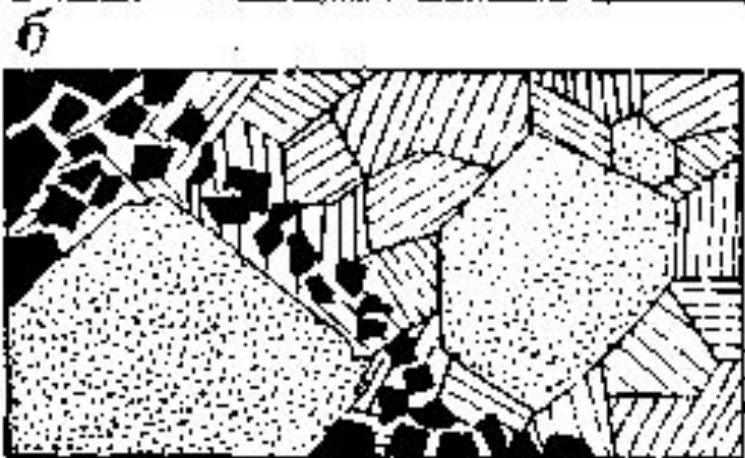
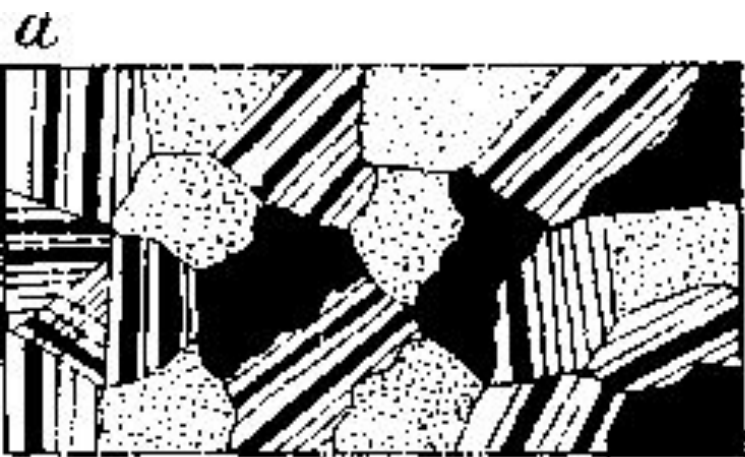
Типы текстур полезных ископаемых (по В.И.Смирнову):

- а – пятнистая,
- б – полосчатая,
- в – крустификационная,
- г – прожилковая,
- д – кокардовая,
- е – оолитовая,
- ж – брекчиевая

Структура полезных ископаемых

определяется формой, размерами и способом сочетания отдельных минеральных зерен или их обломков в пространственно обособленных минеральных агрегатах. 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.



Типы структур полезных ископаемых (по В.И.Смирнову):

- a* – равномернозернистая,
- б* – неравномернозернистая,
- в* – кристаллографически ориентированная,
- г* – дробления, *д* – колломорфная

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, горно-химического 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 (кг/м^3 горной массы магнетита, хромита, циркона и др. или г/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.

Вредные примеси оказывают существенное влияние на оценку качества многих видов минерального сырья, особенно руд черных металлов. Так, для руд железа и марганца вредной примесью являются сера и фосфор. Даже небольшие содержания этих примесей в железных рудах ухудшают качество получаемого металла, снижают производительность металлургических агрегатов. Фосфор при его высоком (более 5 %) содержании в железных рудах из вредной примеси переходит в полезный компонент. С другой стороны, наличие в железной руде в небольшом количестве полезных примесей (хрома, ванадия, титана) улучшает качество руды, делает ее природно-легированной.

Рентабельность разработки во многом зависит от уровня комплексного использования минерального сырья.

К числу попутных полезных ископаемых (компонентов) относятся:

- 1) породы вскрыши и совместно залегающие полезные ископаемые с основными рудными телами;
- 2) второстепенные рудные и нерудные минералы (пирит, сфалерит, галенит, барит и др.), извлекаемые в товарные концентраты, либо элементы, присутствующие в концентратах основных металлов в виде примесей, извлекаемых на стадии переработки концентратов (золото и серебро – при переработке медных и свинцовых концентратов и др.);
- 3) редкие и рассеянные элементы в составе рудообразующих минералов основных промышленных концентратов цветных металлов (ртуть), кадмий и индий в цинковых концентратах, галлий, рубидий, цезий – в нефелиновых концентратах и бокситах и др.

Необходимость обязательного извлечения попутных компонентов может обуславливаться и с целью охраны окружающей среды.

Распределение компонентов может быть закономерным или случайным. В первом случае обычно наблюдается определенная зональность оруденения – например, последовательная смена минеральных типов или промышленных сортов *по простиранию* (от одного фланга к другому), *по падению* (сверху-вниз), *по мощности* (от лежачего контакта к висячему); или чередование через определенные расстояния сортов и типов руд и др.

При отсутствии четко выраженных закономерностей оценивается степень равномерности (или неравномерности) распределения содержания компонентов с помощью приемов математической статистики. В практике геологоразведочного дела для приближенной оценки степени неравномерности распределения полезных и вредных компонентов часто применяется коэффициент вариации V . Он характеризует колеблемость частных значений измеряемого параметра относительно среднего.

Коэффициент вариации V определяется по формуле, % :

- $$V = \sqrt{\frac{\sum (C_i - \bar{C})^2}{n - 1}} / \bar{C} \times 100$$

где C_i – значение содержания компонента в каждой пробе; $\bar{C}$ – среднее содержание компонента в рудном теле или его участке, определяемое способом среднего арифметического; n – количество измерений (проб).

Распределение компонентов считается равномерным, если V не превышает 40 %, неравномерным при $V = 40\text{--}100$ %, весьма неравномерным при $V = 100\text{--}150$ % и крайне неравномерным при V , превышающем 150 %.

Вопросы для самоподготовки:

1. Дайте характеристику основных морфологических типов тел полезных ископаемых.
2. Какие геологические элементы определяют форму, размеры и условия залегания изометричных, плоских и трубообразных тел полезных ископаемых?
3. Какие тела (месторождения) полезных ископаемых называются сингенетическими и эпигенетическими, согласными и секущими?
4. Какие существуют типы выклинивания и контактов тел полезных ископаемых?
5. Назовите основные виды тектонических нарушений первичного залегания тел полезных ископаемых.

Вопросы для самоподготовки:

6. Какие свойства полезного ископаемого обуславливают его соответствие назначению, сохраняемость, технологичность?
7. Какие характеристики определяют вещественный состав металлических и неметаллических руд, ископаемых углей, строительных горных пород?
8. Назовите главные промышленные минералы руд алюминия, вольфрама, железа, марганца, меди, никеля, серы, фосфора.
9. Что такое типы и сорта полезных ископаемых?
10. Что называется текстурой и структурой полезных ископаемых?
11. Дайте характеристику основных видов текстур и структур полезных ископаемых.
12. Какими показателями характеризуется качество металлических руд, горнорудного сырья, строительных материалов?
13. Как характеризуется распределение полезных и вредных компонентов в объеме месторождения полезных ископаемых?