

Горные породы

Горные породы - это естественные минеральные агрегаты, формирующиеся в литосфере или на поверхности Земли в ходе различных геологических процессов.

Генетический тип

В основу классификации горных пород положен генетический признак.

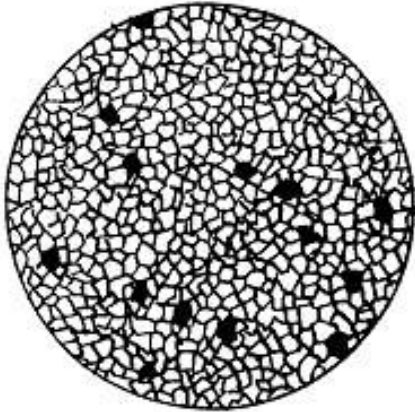
По происхождению выделяют:

- 1) **магматические или изверженные горные породы**, связанные с застыванием в различных условиях силикатного расплава – **магмы и лавы**;
- 2) **осадочные горные породы**, образующиеся на поверхности в результате деятельности различных экзогенных факторов;
- 3) **метаморфические горные породы**, возникающие в результате преобразования ранее сформированных пород (магматических, осадочных и метаморфических) при воздействии высоких температур и давлений.

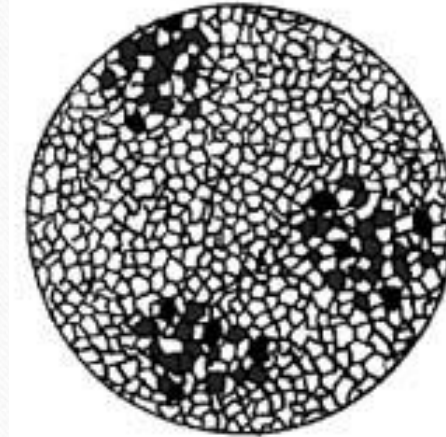
Строение породы определяется структурой и текстурой.

Петрографическая структура – строение породы, обусловленное формой, размерами и взаимоотношением составных частей (кристаллов, основной массы, обломков, органогенных остатков и цемента).

Петрографическая текстура – пространственное сложение породы, обусловленное расположением составных частей, их соотношением в пространстве, а также степенью заполнения ими объема породы.



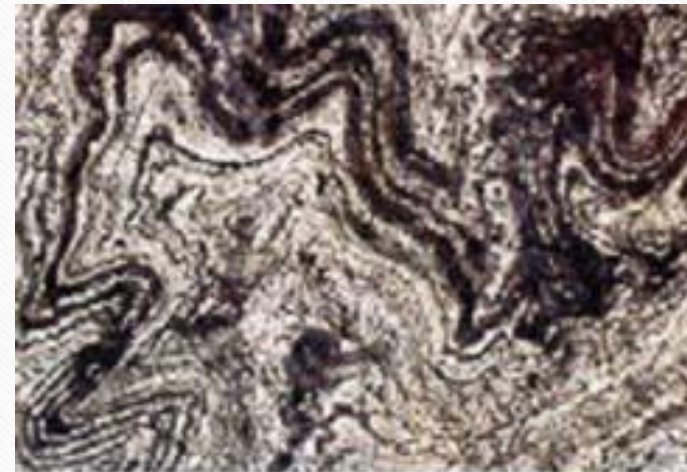
Полнокристаллическая
равномернозернистая **структура**.



Пятнистая **текстура**.



Полнокристаллическая неравномернозернистая
(порфировидная) **структура**.



Флюидальная **текстура**.

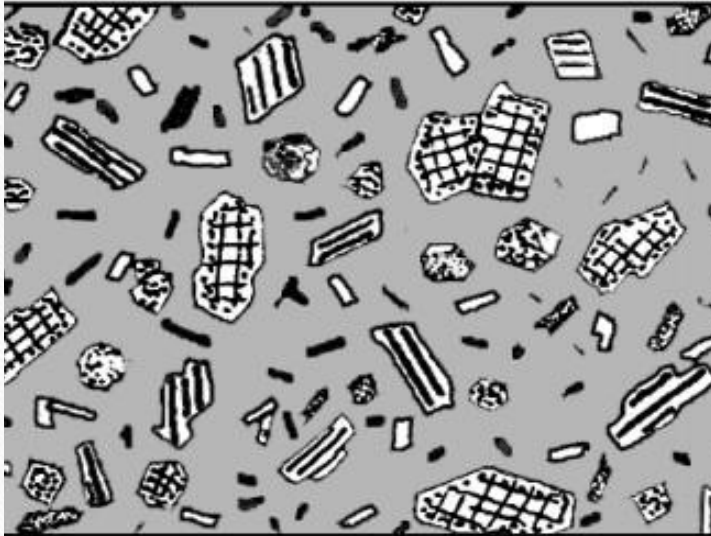
С точки зрения визуального определения составных частей и их взаимоотношения:

Явнозернистые

Кристаллическая

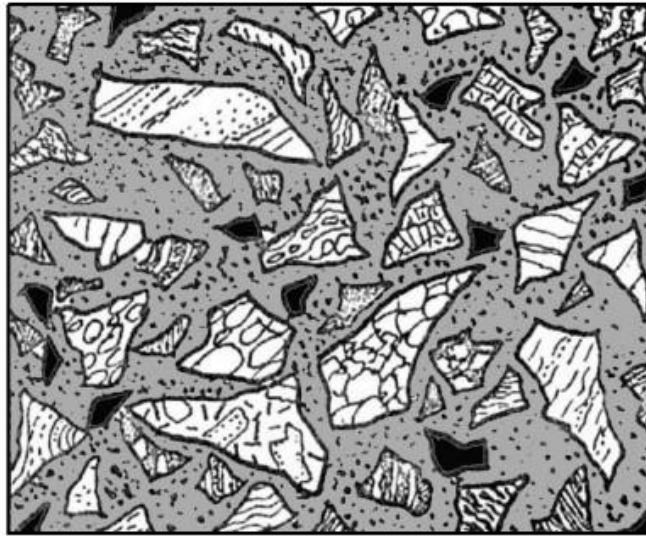
а) Полнокристаллические, $R_1 = K/K$
(кристалл/кристалл);

б) Непонокристаллические,
 $R_2 = K/OM$ (кристалл/основная масса).



2) Обломочная

$R_3 = обл/цем$ (обломок/цемент)



3) Органогенная

$R_4 = орг/орг$ (органика/органика).



Скрытозернистые

1. Микрокристаллические, $R_5 = OM/OM$;

2. Стекловатые, $R_6 = C/C$ (стекло/стекло).

Магматические породы

Фациальный класс

- По геологической классификации, а именно в зависимости от условий, в которых происходило застывание магмы, магматические породы делятся на группы:
 - *интрузивные породы*, образовавшиеся при застывании магмы на глубине;
 - *эффузивные породы* или излившиеся на поверхность, то есть лавы;
 - *субвулканические породы или дайки*, которые формируются при кристаллизации расплава в подводящих каналах.

Магматические породы

- В основе классификации магматических горных пород по химическому составу (основная) определяющее значение имеет *оксид кремния (SiO_2)*, по содержанию которого магматические породы делятся на четыре группы:

- ультраосновные породы, *менее 45 % SiO_2*
- основные породы, *45 – 52 % SiO_2*
- средние породы, *52 – 65 % SiO_2*
- кислые породы, *более 65 % SiO_2*

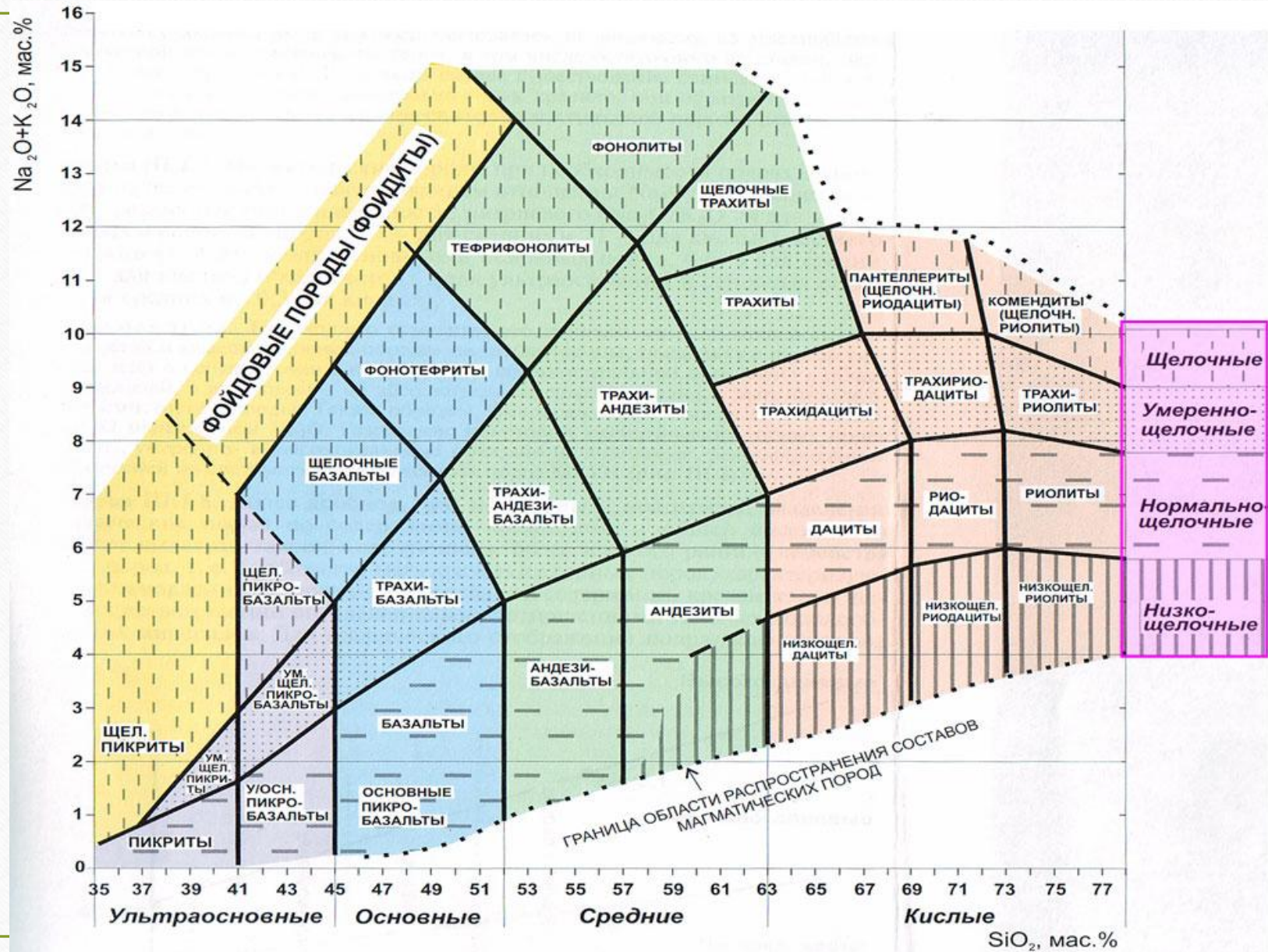
Группа

Магматические породы

Ряд (Серия)

- В зависимости от содержания щелочей (Na_2O , K_2O) относительно SiO_2 внутри групп можно выделить ряды:
 - нормальный (н)
 - умеренно-щелочной (с)
 - щелочной (щ)

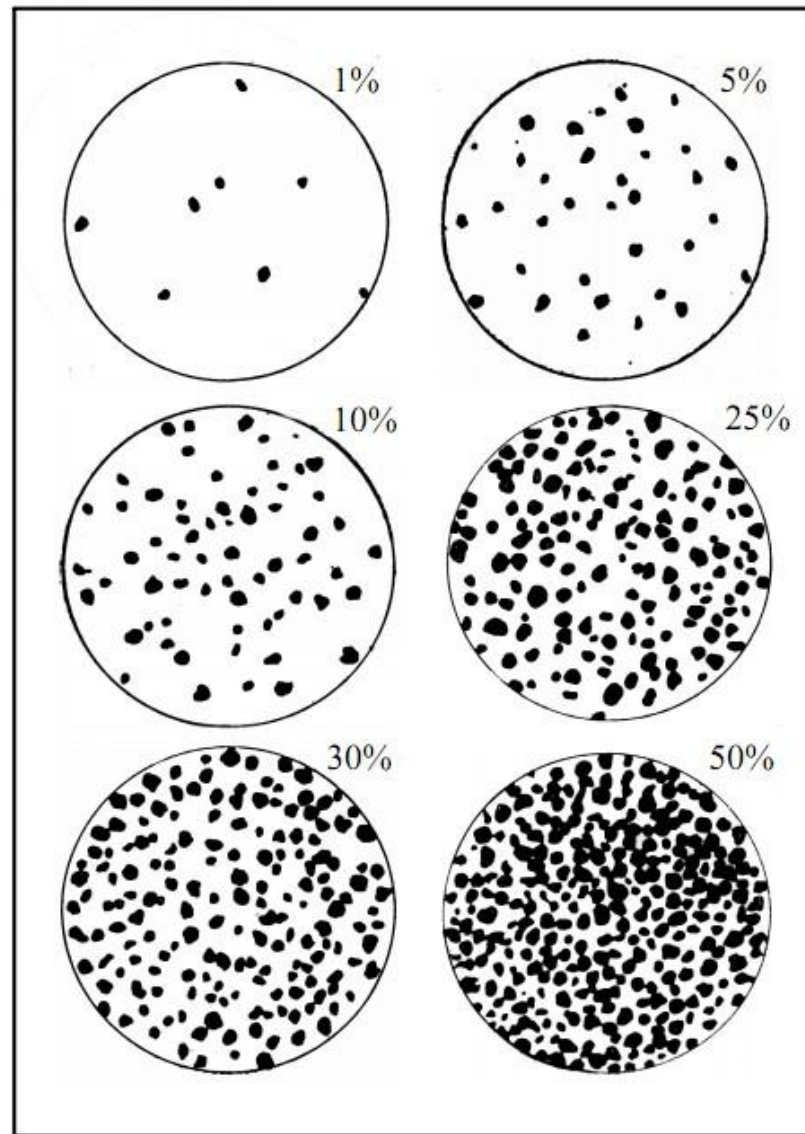
Классификация по
содержанию SiO_2 и
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$
(эффузивные породы)



Магматические породы

- Породообразующие минералы – 95% (оливин, пироксены, амфиболы, плагиоклазы, калиевый полевой шпат, кварц), акцессорные – 5% (слюды, гранат, циркон, сфен, апатит, хромит, магнетит, шпинель), среди них могут быть выделены рудные минералы (сульфиды, некоторые оксиды) – те минералы, из которых добывают какие-либо элементы.
- Первичные минералы – кристаллизующиеся из магмы, вторичные – развивающиеся при наложении вторичных процессов

Трафареты
М.С. Швецова



Для определения процентного
содержания составных частей
пород

Рис. 1. Вспомогательные таблицы – трафареты М. С. Швецова
для определения процентного содержания составных частей пород

Кислые (65-78% SiO ₂)	Средние (54-65% SiO ₂)	Основные (45-54% SiO ₂)	Ультраосновные (34-45% SiO ₂)
--------------------------------------	---------------------------------------	--	--

Интрузивные породы

<p>Гранодиорит Кварц – <u>15-25%</u> Плагиоклаз – <u>45-65%</u> Кпш – <u>5-15%</u> Биотит+роговая обманка+клинопироксен – <u>8-25%</u></p>	<p>Диорит Плагиоклаз (An₂₅₋₅₀) – <u>60-80%</u> Роговая обманка – <u>0-35%</u> Биотит – <u>0-30%</u> Клинопироксен – редко, до <u>5-20%</u> Кпш, кварц – <u>до 5%</u> Кварцевый диорит – <u>до 15%</u> кварца</p>	<p>Габбро Плагиоклаз – <u>35-65%</u> Клинопироксен – <u>35-65%</u> Ортопироксен - <u>≤5%</u> Оливин - <u>≤5%</u> Роговая обманка - <u>≤5%</u></p>	<p>Перидотит Оливин – <u>40-90%</u> Ортопироксен (энстатит-ферросилит) – <u>10-60%</u> Клинопироксен (диопсид) – <u>10-50%</u> ± Роговая обманка – <u>5-40%</u> ± шпинель, пироп, магнетит</p>
<p>Гранит Кварц – <u>25-45%</u> Плагиоклаз – <u>25-35%</u> Кпш – <u>20-40%</u> Биотит (мусковит) ± роговая обманка ± клинопироксен – <u>3-10%</u></p>	<p>Сиенит <i>(умереннощелочной Na₂O+K₂O – 5-12%)</i> Плагиоклаз – <u>10-30%</u> Кпш – <u>60-80%</u> Биотит+роговая обманка+пироксены – <u>10-20%</u> Кварц – <u>0-5%</u></p>	<p>Пироксенит Пироксен – 90-100% ± оливин, роговая обманка – <u>до 10%</u></p> <p>Горнблендит Роговая обманка – <u>90-100%</u> ± пироксены, оливин – до <u>10%</u></p> <p>Анортозит Плагиоклаз – <u>90-100%</u> ± пироксены, оливин – <u>до 10%</u></p>	<p>Дунит Оливин – <u>90-100%</u> ± пироксены до 5% ± магнетит, пироп, шпинель</p>

Кислые (65-78% SiO ₂)	Средние (54-65% SiO ₂)	Основные (45-54% SiO ₂)	Ультраосновные (34-45% SiO ₂)
--------------------------------------	---------------------------------------	--	--

Эффузивные породы

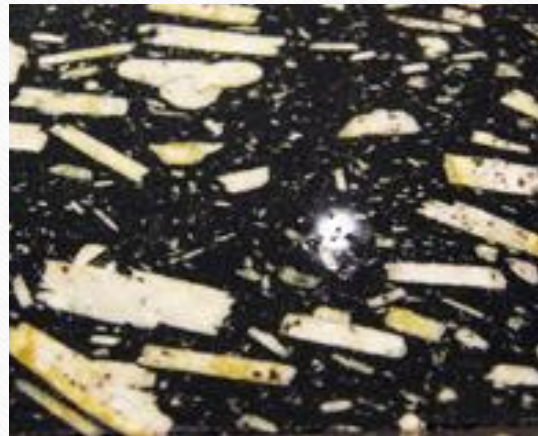
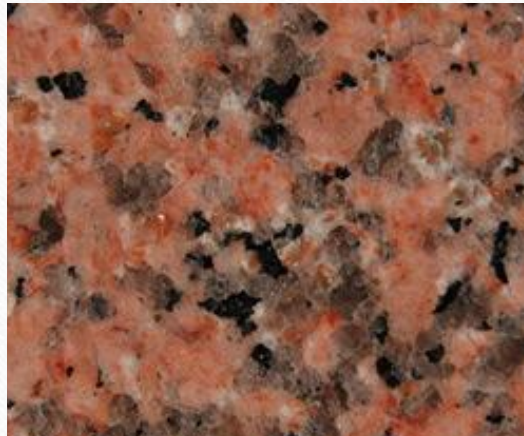
<p>Риолит <u>Вкрапленники</u>: кварц, плагиоклаз (An₅₋₁₅), кпш, ± биотит, роговая обманка <u>Основная масса</u>: кварц, плагиоклаз (альбит), кпш, биотит ± роговая обманка, стекло</p>	<p>Андезит <u>Вкрапленники</u>: плагиоклаз (An₄₀₋₅₀), пироксен, роговая обманка, биотит <u>Основная масса</u>: плагиоклаз, пироксены, роговая обманка, стекло, ± кпш, кварц</p> <p>Трахит (<i>умереннощелочной</i>) <u>Вкрапленники</u>: кпш, плагиоклаз, роговая обманка, пироксен, биотит <u>Основная масса</u>: плагиоклаз, кпш, ± кварц, стекло</p>	<p>Базальт <u>Вкрапленники</u>: клинопироксен, плагиоклаз, оливин, ортопироксен <u>Основная масса</u>: плагиоклаз, клинопироксен, магнетит, ортопироксен, стекло</p> <p>Долерит (диабаз) субвулканическая порода Идиоморфные лейсты плагиоклаза, ксеноморфный клинопироксен.</p>	<p>Пикрит <u>Вкрапленники</u>: оливин, клинопироксен, роговая обманка <u>Основная масса</u>: оливин, клинопироксен, плагиоклаз, ± роговая обманка, стекло</p>
--	--	--	--

Основные типы магматических структур:

А. Явнотернистые (размер зерен больше 0,1 мм):

Кристаллические:

- а) Полнокристаллические, $R_1 = K/K$
(кристалл/кристалл);
- б) Неполнокристаллические, $R_2 = K/OM$
(кристалл/основная масса).



Б. Скрытозернистые (размер зерен меньше 0,1 мм):

- 1. Микрокристаллические, $R_5 = OM/OM$;
- 2. Стекловатые, $R_6 = C/C$ (стекло/стекло).



По абсолютному размеру зерен (для всех, кроме стекловатых)

1. Гигантозернистые > 20 мм
2. Крупнозернистые 5–20 мм
3. Среднезернистые 5–1 мм
4. Мелкозернистые 1–0,1 мм
5. Скрытозернистые $< 0,1$ мм

Основные типы магматических структур:

По относительному размеру зерен:

1. Равномернозернистые;
2. Неравномернозернистые:
 - а) *Порфирировидные* (магматические плутонические, $R_1 = K/K$).

При наличии отдельных крупных кристаллов среди массы мелких в полнозернистых плутонических породах.

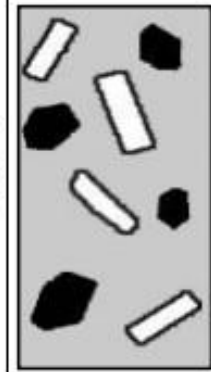
- б) *Порфиоровые* (магматические вулканические, $R_2 = K/OM$).

Субвулканические породы обладают неполнокристаллической порфиоровой структурой, т. е. на фоне скрытокристаллической OM выделяются («плавают») отдельные кристаллы – порфиоровые вкрапленники, которые называют **фенокристаллами**, или фенокристами.

Порфирировидная



Порфиоровая



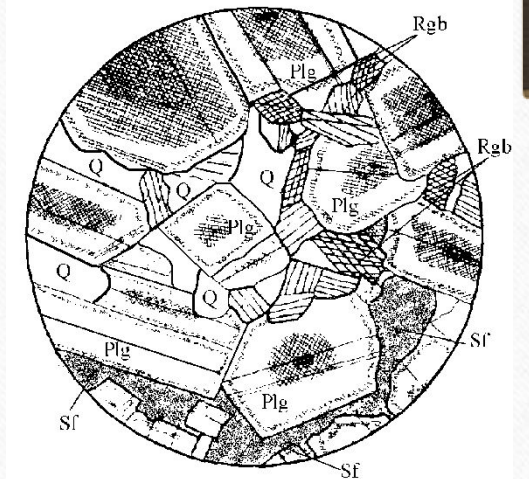
Основные типы магматических структур:

По форме зерен:

1. **Панидиоморфные** структуры определяются наличием идиоморфизма у большинства минеральных зерен и характерны для многих мономинеральных пород, например, таких как пироксениты и оливиниты;

2. **Гипидиоморфные** - в кислых и средних породах минералы отличаются различной степенью идиоморфизма, т. е. выделяются идиоморфные и ксеноморфные минералы

*Идиоморфизм - способность минералов, кристаллизующихся в магме, принимать свойственные им кристаллографические очертания. Зависит от порядка выделения минералов в ходе остывания магматического расплава.
Ксеноморфность - зависимость формы зерен минерала от соседних зерен других минералов*



Основные типы магматических структур:

По форме зерен:

3. **Диабазовая структура** – характерна для основных пород, состоящей из плагиоклаза и темноцветов, определяется резко выраженным идиоморфизмом плагиоклаза и ксеноморфностью темноцветного минерала, обычно выполняющего угловатые промежутки между зернами плагиоклаза;

4. **Габбровая структура** - характерна для основных пород, состоящей из плагиоклаза и темноцветов, все минералы образуют довольно изометричные зерна с примерно одинаковой степенью идиоморфизма, хотя иногда отмечается более выраженный идиоморфизм темноцветных минералов по отношению к плагиоклазу.

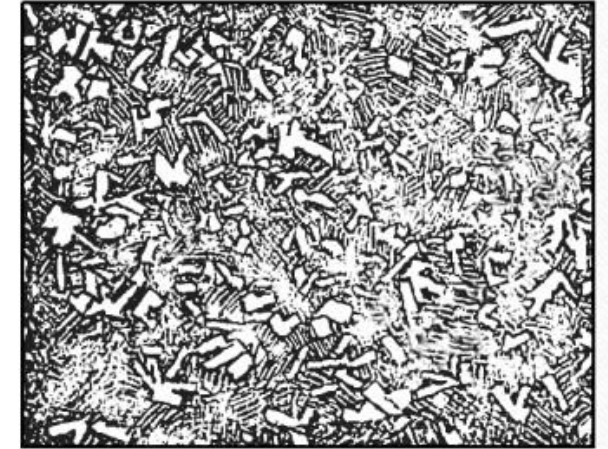


Рис. 5. Диабазовая структура

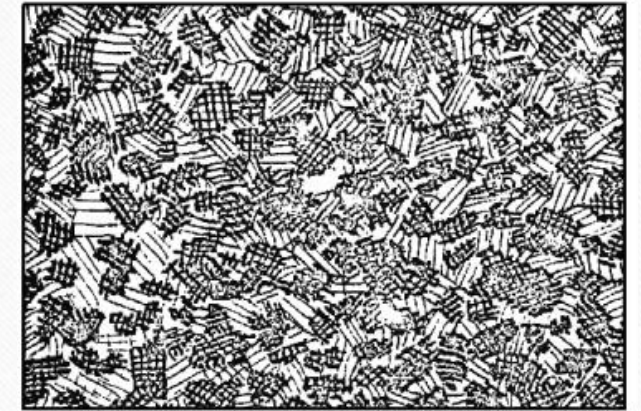


Рис. 4. Габбровая структура

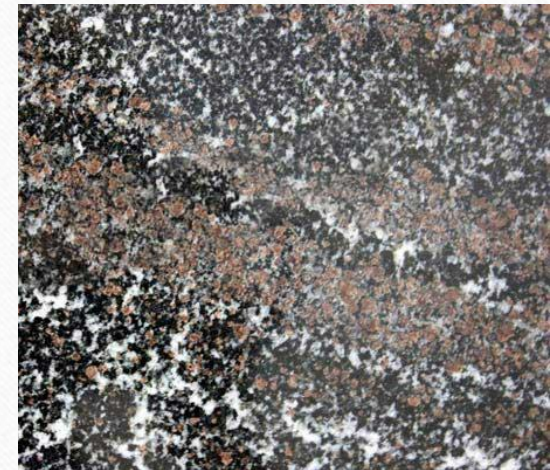
Основные типы текстур:

I. По расположению составных частей в пространстве:

1. Однородная (изотропная) (*магматические*);
2. Неоднородная (анизотропная) (*метаморфические, осадочные*):
 - а) Линейные (линейно-параллельные);
 - б) Плоские (плоско-параллельные);
 - в) Полосчатые (слоистые);
 - г) Линзовидные;
 - д) Сложно-неоднородные (микроскладчатые, сетчатые, сложно-пятнистые, сложно-полосчатые и пр.).



Гранит-аплит с однородной текстурой

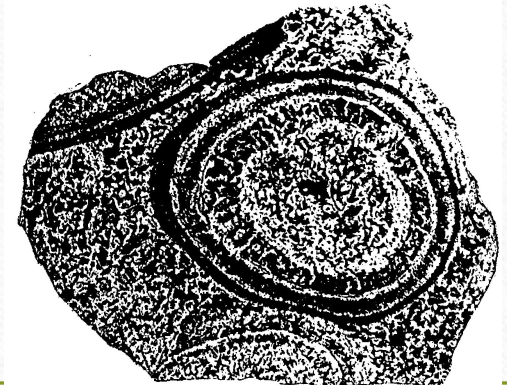


Гранатовый амфиболит с полосчатой текстурой

Основные типы текстур:

II. По степени заполнения составными частями объема породы:

1. Плотные (компактные);
2. Пористые – пузыристые, шлаковые, пемзовые, кавернозные;
3. Миндалекаменные;
4. Друзитовые.



Текстуры магматических пород

Плутонические породы

I Однородные

II плотные (компактные).

Вулканических породы

I Однородные

II Плотные

пористая (пузыристая, шлаковая, пемзовая) текстура
миндалекаменная текстура.

Пузыристая текстура отличается размещением в массе породы округлых или лапчато-округлых пустот (пузырей). Крайний случай пузыристой – **пемзовая** текстура, в которой более 60 % объема породы составляют поры (плотность такой породы может быть менее 1, поэтому она может плавать в воде).

Миндалекаменная текстура отличается минеральным заполнением пор, которые в таком случае называются «миндалинами». Пузыристая и миндалекаменная текстуры являются диагностическими признаками эффузивных пород, хотя встречаются также и в гипабиссальных интрузиях.

Фациальные классы

Подразделение магматических пород по фациям глубинности основано на степени раскристаллизации, зависящей от скорости остывания и количества флюидов:

- 1) глубинные (абиссальные и мезоабиссальные) плутонические породы имеют крупно- и среднезернистые структуры;
- 2) малоглубинные (гипабиссальные) породы малых интрузий или жильные интрузии характеризуются мелкокристаллическими структурами. Встречаются аналоги таких пород и с неполнокристаллической порфировой структурой, а иногда и с миндалекаменной текстурой;
- 3) поверхностные, излившиеся вулканические породы, залегающие в покровах, характеризуются стекловатой или микрозернистой структурами.

Отдельность ГП - способность пород раскалываться на характерные формы блоков. Обусловлена она, как правило, условиями формирования пород.

Специфические формы отдельности – шаровая, подушечная, матрацевидная, линзовидная и др.

Сланцеватость – предельно густая система отдельности, при которой порода может разделяться по трещинам вплоть до отдельных минеральных зерен за счет наличия чешуйчатых, таблитчатых и вытянутых минералов.

Кливаж – система параллельных поверхностей скольжения, секущая структурные и текстурные неоднородности пород, обусловленная обычно механическим воздействием в условиях сжатия и часто маскирующая истинную слоистость.

К специфическим видам полнокристаллических пород, обладающих смешанными переходными признаками (как магматического, так и немагматического характера) относятся **пегматиты** – породы чаще всего кислого состава (реже среднего или основного), структуры и текстуры которых несут признаки как процессов кристаллизации однородного расплава, так и метасоматических (метаморфических) процессов в твердой среде.

Структуры этих пород – пегматитовые (графические);

Текстуры – сложнопятнистые, полосчато-зональные, субконцентрические, друзитовые.

Пегматиты

Кристаллизация при температуре 400—600°C из остаточных, наиболее кислых компонентов магматического очага, обогащенных летучими компонентами, а также элементами, которые не вошли в состав породообразующих минералов:

Li, Cs, Be, Ta, Nb, Sn, W, U, Th

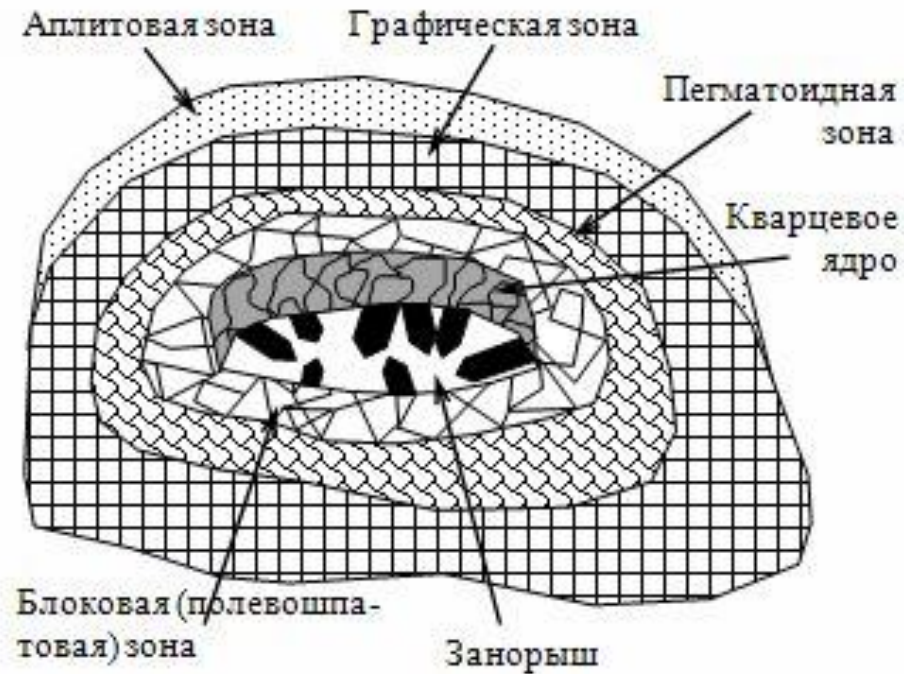


Рис. 14. Зональность замкнутого пегматитового тела

1. Аплитовая зона. Если остаточный расплав внедряется по тектоническому нарушению возникает внешняя зона. Сложена мелкозернистым кварц-полевошпатовым агрегатом, который кристаллизуется вдоль стенок трещины, видимо потому, что по сравнению с остаточным расплавом стенки трещин значительно более холодные, и это сразу вызывает кристаллизацию множества зародышей.

2. Графическая зона. Летучие компоненты снижают вязкость и температуру кристаллизации. Состав расплава становится *эвтектическим* (когда идет одновременная совместная кристаллизация двух минералов). Для кислых пород - **полевошпат и кварц**. Образуется «*графические*» (*письменные*) срастания этих минералов, которые первоначально и получили название *пегматит*.

3. Пегматоидная зона. Температура падает. Образование очень **крупных индивидов полевого шпата и кварца**. Именно вследствие разжижения расплава летучими ионами, строящими решетку этих минералов, могут легко передвигаться, и это обеспечивает хорошее питание растущих кристаллов. Такие агрегаты, состоящие из крупных индивидов кварца и полевого шпата, называют *пегматоидными*.

3. Полевошпатовая зона. При дальнейшем остывании остаточного расплава пегматоидная кристаллизация сменяется образованием **блоковых агрегатов**. Отдельные кристаллы полевого шпата и кварца начинают разрастаться, вытесняя кристаллы другого минерала, и образуют **гигантские индивиды – блоки**, иногда по несколько тонн весом. В этой зоне **полевой шпат вытесняет кварц**.

4. Кварцевое ядро.

После исчерпания материала для кристаллизации блокового полевого шпата **остающийся в избытке кварц завершает кристаллизацию**.

5. Занорыш.

К зоне кварцевого ядра или кварцевой оси бывают приурочены полости, стенки которых усажены хорошо образованными кристаллами дымчатого кварца, топаза, берилла, турмалина.

Пример макровизуального описания образца горной породы:

Структура:

Явнозернистая, кристаллическая

Крупнозернистая

Неравнозернистая, порфировидная.

Гипидиоморфнозернистая

Текстура:

Однородная

Массивная

Состав:

КПШ = 60%

Qtz = 18 %

Bt = 17%

Amf = 5%

Гранодиорит-порфир