

Практическое занятие № 3

Магматические горные породы

Преподаватель: - кандидат геолого-минералогических наук
Айриянц Евгения Владимировна

Горные породы – естественные минеральные агрегаты определенного состава и строения, сформировавшиеся в результате геологических процессов и залегающие в земной коре в виде самостоятельных тел.

В основе классификации горных пород лежит их происхождение (генезис).

В инженерной петрологии изучение горных пород направлено на исследование **формы сложения массива, устойчивости к выветриванию, прочности** под действием нагрузки, **водопроницаемости** и других возможных факторов воздействия.

Выделяют **три** генетические **группы горных пород**:

- **Магматические**, образованные при остывании расплавленной магмы;
- **Осадочные**, образующиеся на поверхности земли в процессе отложения **продуктов разрушения** ранее **существовавших пород** (обломочные, химические осадки, минеральные и органические остатки различных организмов);
- **Метаморфические**, образованные в недрах земли в процессе **воздействия** на ранее **существовавшие породы** (магматические и осадочные) **высоких температур, давления и газов.**

Характерные признаки и свойства каждой генетической группы:

- минеральный состав,
- структура,
- текстура,
- характер структурных (кристаллических) связей,
- условия залегания,
- физико-механические свойства — являются следствием особенностей образования горных пород (ГП) и последующего их преобразования в земной коре.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ

Кристаллические зерна
минералов



Магматические
Метаморфические



Обломки минералов и ГП,
кристаллы солей, крытозернистых
минеральных масс, минеральных
остатков организмов



Осадочные горные породы



СТРУКТУРА

Структура горной породы - это строение породы, которое обусловлено состоянием минерального вещества (кристаллическое, обломочное, аморфное), а также формой и размером составных минеральных составляющих.

Выделяют:

- *кристаллическую*
(крупно-, средне, мелкозернистую),

- *стекловатую*



порфировую

- *обломочную* и другие (органогенная, пелитовая) структуры.

ТЕКСТУРА

Текстура горной породы – это сложение породы, обусловленное относительным расположением и распределением составных минеральных частиц в ее объеме.

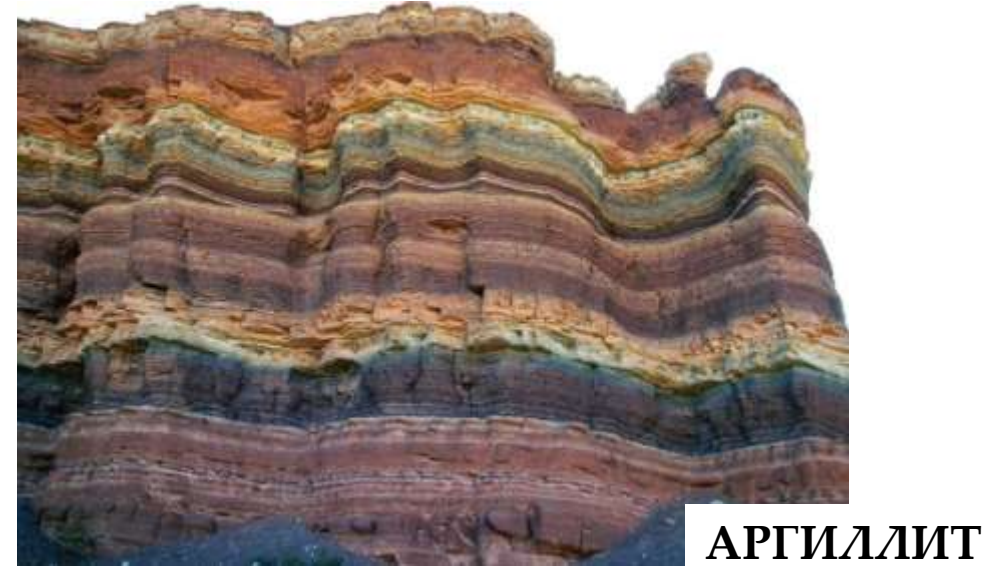
Выделяют:

- *Массивная* характерна для магматических пород, минералы располагаются в объеме породы равномерно по всем направлениям;
- *Слоистая* характерна для осадочных пород; минеральные частицы слагают слои, прослойки;
- *Сланцеватая* характерна для большинства метаморфических пород; минеральные зерна имеют удлиненную, листоватую форму и располагаются в породе параллельно друг другу.

Массивная



Слоистая



Сланцеватая



ХАРАКТЕР СТРУКТУРНЫХ СВЯЗЕЙ

Структурные связи – связи между минеральными частицами, которые слагают горную породу, грунт. Они формируются в результате сложных физико-химических процессов (уплотнение, старение и синерезис, конденсация содержащихся в природе соединений, адсорбция, кристаллизация).

Кристаллизационные (химические) связи образуются в породе при раскристаллизации магматического расплава, выпадении химических солей из водных растворов. Эти связи характерны для пород с кристаллизационной структурой: магматических, метаморфических и осадочных сцементированных.

В инженерной геологии и строительной практике чаще используется термин грунт.

Грунт — горные породы, находящиеся в сфере инженерной деятельности человека.



Геотехнические свойства
грунтов определяются
характером структурных
связей между
минеральными
частицами.

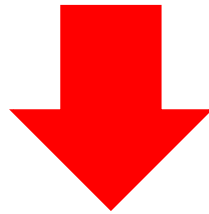
Геотехника объединяет инженерную геологию, занимающуюся исследованием грунтов, механику грунтов, создающую расчетные модели, проектирование фундаментов и подземных сооружений (с учетом особенностей подземных конструкций), технологии производства работ по их устройству и мониторинг за ведением этих работ.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Инженерно-геологическая характеристика

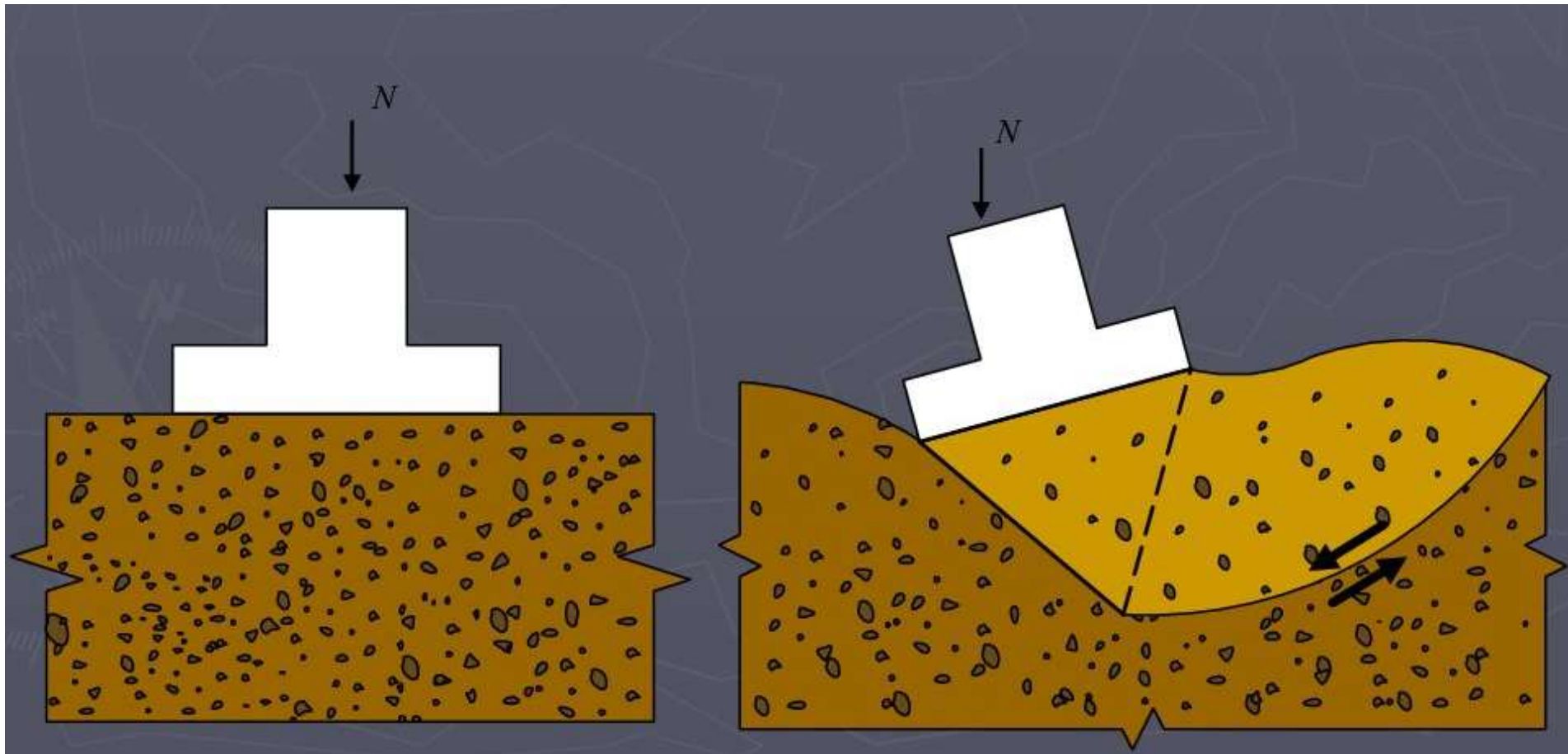
Магматические горные породы (МГП) являются **водоупорными** сами по себе, но **проницаемыми по трещинам**, практически **несжимаемые, невлагоемкие, морозоустойчивые**.

Прочность МГП = прочность **минералов** + прочность **связи** между ними + **структурно-текстурных** особенностей.



Наиболее **прочные** МГП с **полнокристаллическими равномерно-, средне- и мелкозернистыми структурами** и **массивными текстурами**.

На прочность и устойчивость возводимых сооружений влияние оказывает **степень выветрелости пород, степень их трещиноватости и условия залегания**. Выветрелые породы, став трещиноватыми, приобретают новое качество – **водопроницаемость**, что затрудняет возможность их использования.



Характерные признаки и свойства каждой генетической группы:

- **минеральный состав,**
- **структура,**
- **текстура,**
- **характер структурных (кристаллических) связей,**
- **условия залегания,**
- **физико-механические свойства — являются следствием особенностей образования горных пород (ГП) и последующего их преобразования в земной коре.**

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ



ИНТРУЗИВНЫЕ

Глубинные породы

Остывание медленное
на глубине высокие P и $T^{\circ}C$

Форма залегания –
батолиты, штоки,
лакколиты и др. интрузии

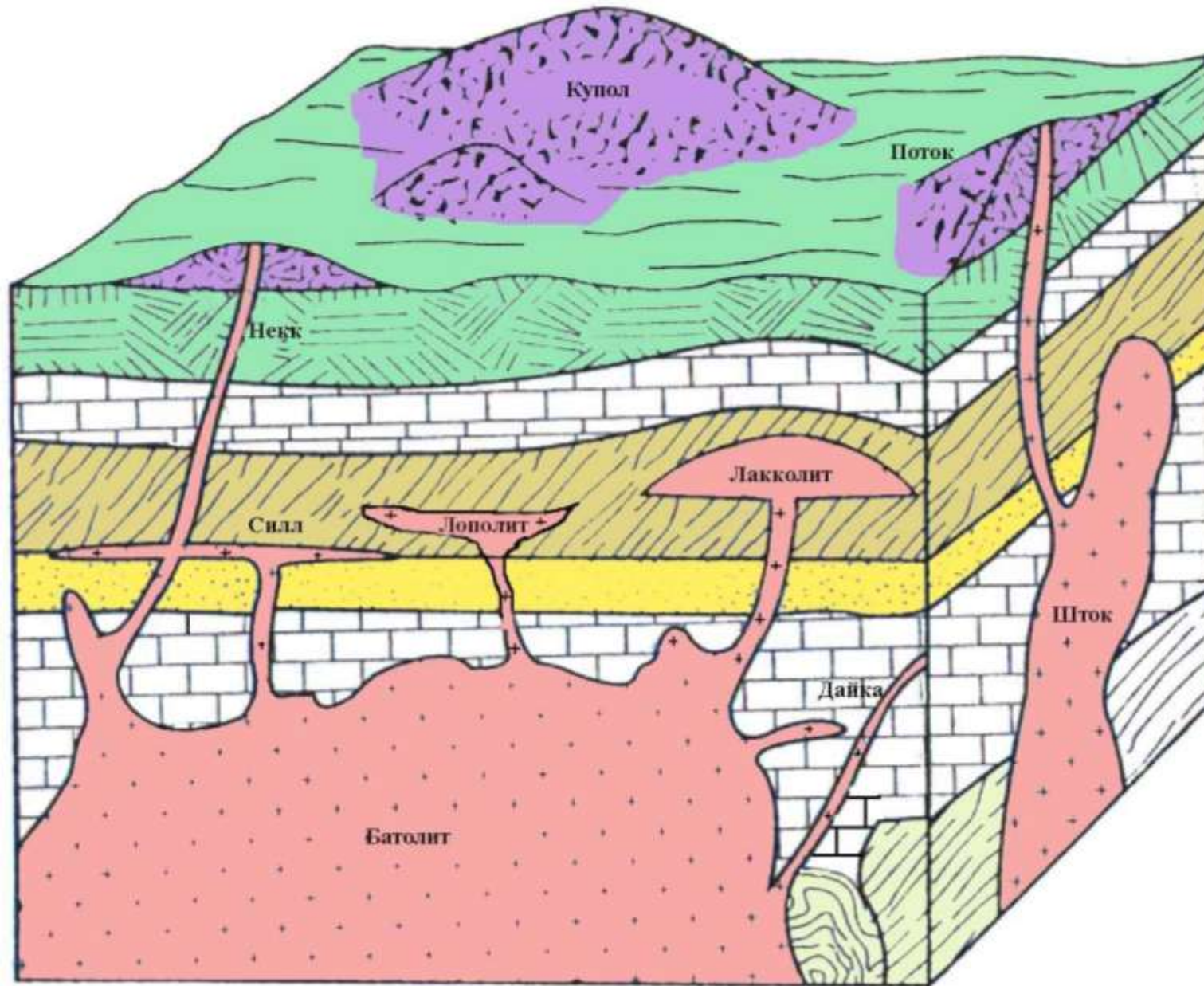
ЭФФУЗИВНЫЕ

Излившиеся породы

Остывание быстрое на поверхности
резкое снижение P и $T^{\circ}C$

Форма залегания – покровы,
потоки, некки, вулканические
конусы

ФОРМЫ ЗАЛЕГАНИЯ МГП



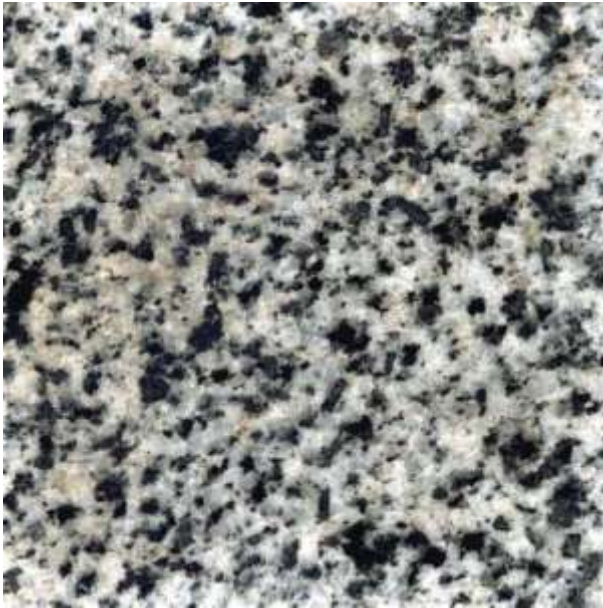
ИНТРУЗИВНЫЕ
батолит (плутон),
шток, лакколит,
дайка, силл(трапп)

ЭФФУЗИВНЫЕ
лавовый покров,
лавовый поток,
купол, некк

СТРУКТУРА МПГ

ИНТРУЗИВНЫЕ

Структура –
полнокристаллическая,
средне и крупнозернистая



ЭФФУЗИВНЫЕ

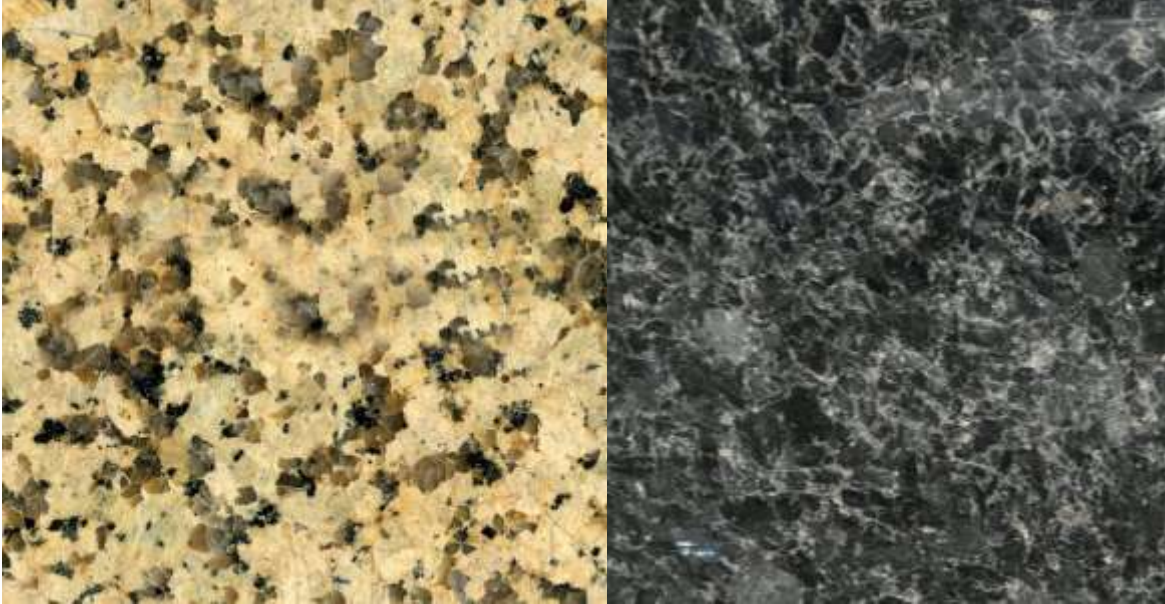
Структура –
неполнокристаллическая:
порфировая, стекловатая



ТЕКСТУРА МПГ

ИНТРУЗИВНЫЕ

Текстура –массивная, плотная



ЭФФУЗИВНЫЕ

Текстура - массивная, плотная,
миндалекаменная, флюидальная,
брекчевидная



Отдельность МГП – способность горных пород раскалываться на характерной формы блоки по существующим в породах трещинам, появившимся при образовании пород под влиянием изменений температур и давлений.

Отдельность возникает в результате сокращения объема магмы при ее затвердевании.

Выражается в системе трещин, разбивающих массив пород на блоки различных форм (плиты, призмы, столбы и пр.)



Трещины отдельности играют большую роль при оценке инженерно-геологических свойств массива МГП (например, при гидротехническом строительстве, добыче строительных материалов и др.)



Столбчатая отдельность

*Столбчатые базальты
на юге Исландии*

Матрацевидная отдельность



Мегалиты Горной Шории

Подушечная отдельность

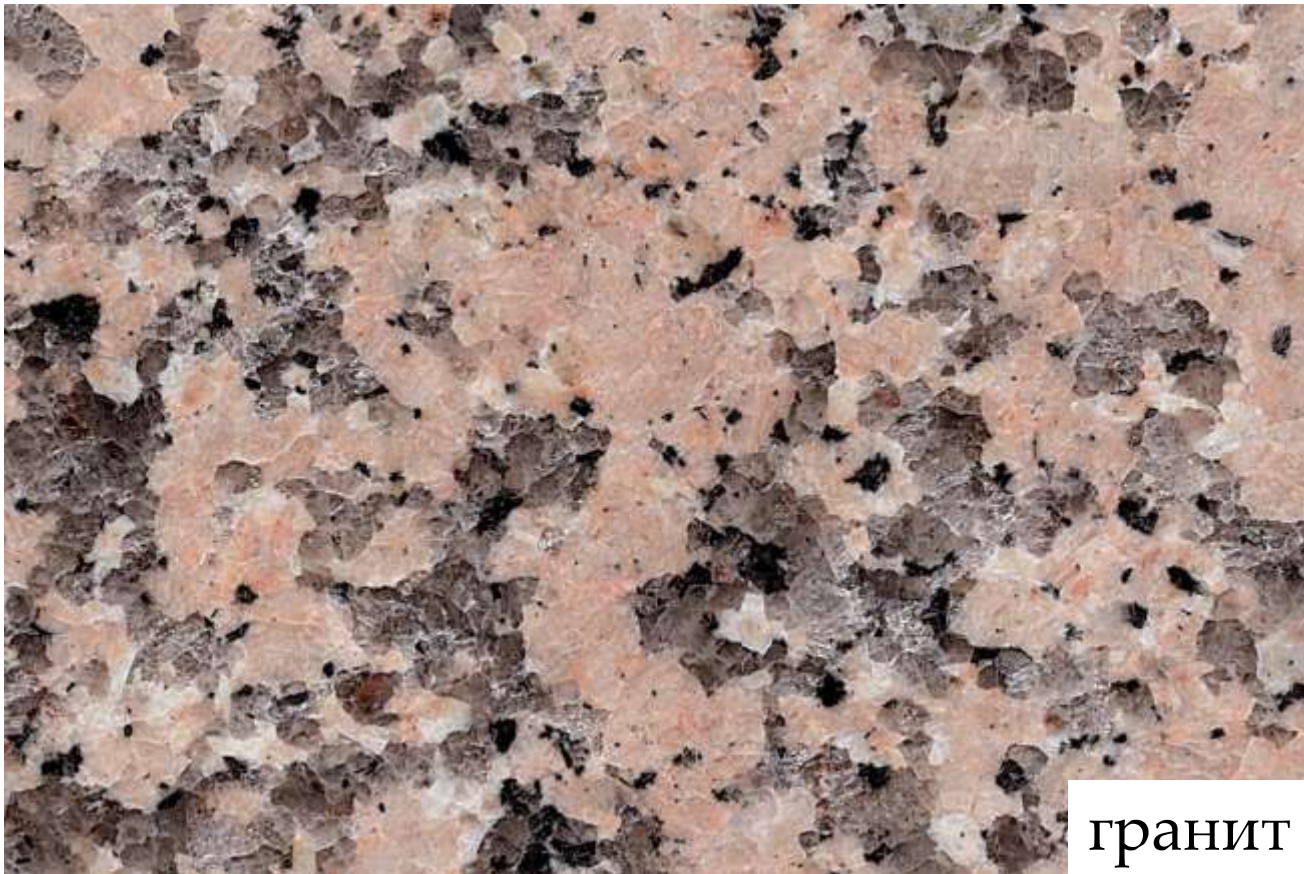


Базальты

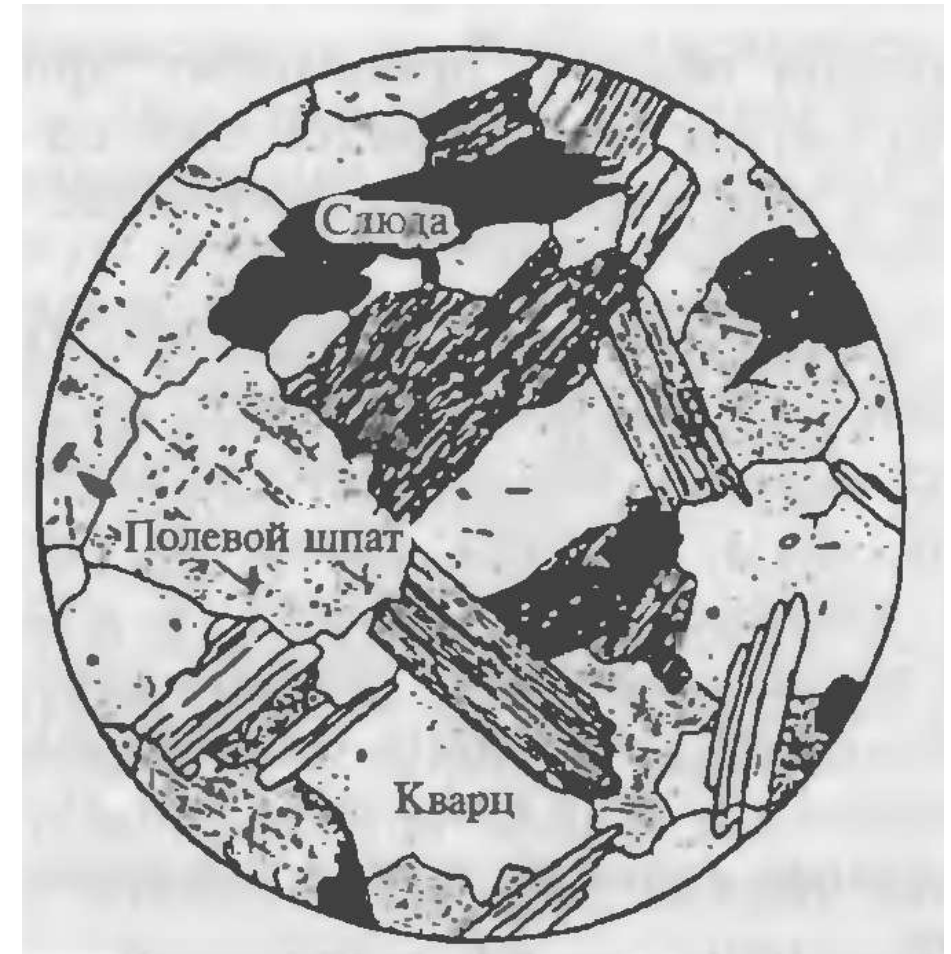
МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МПГ

Структура и минеральный состав определяют название МПГ.

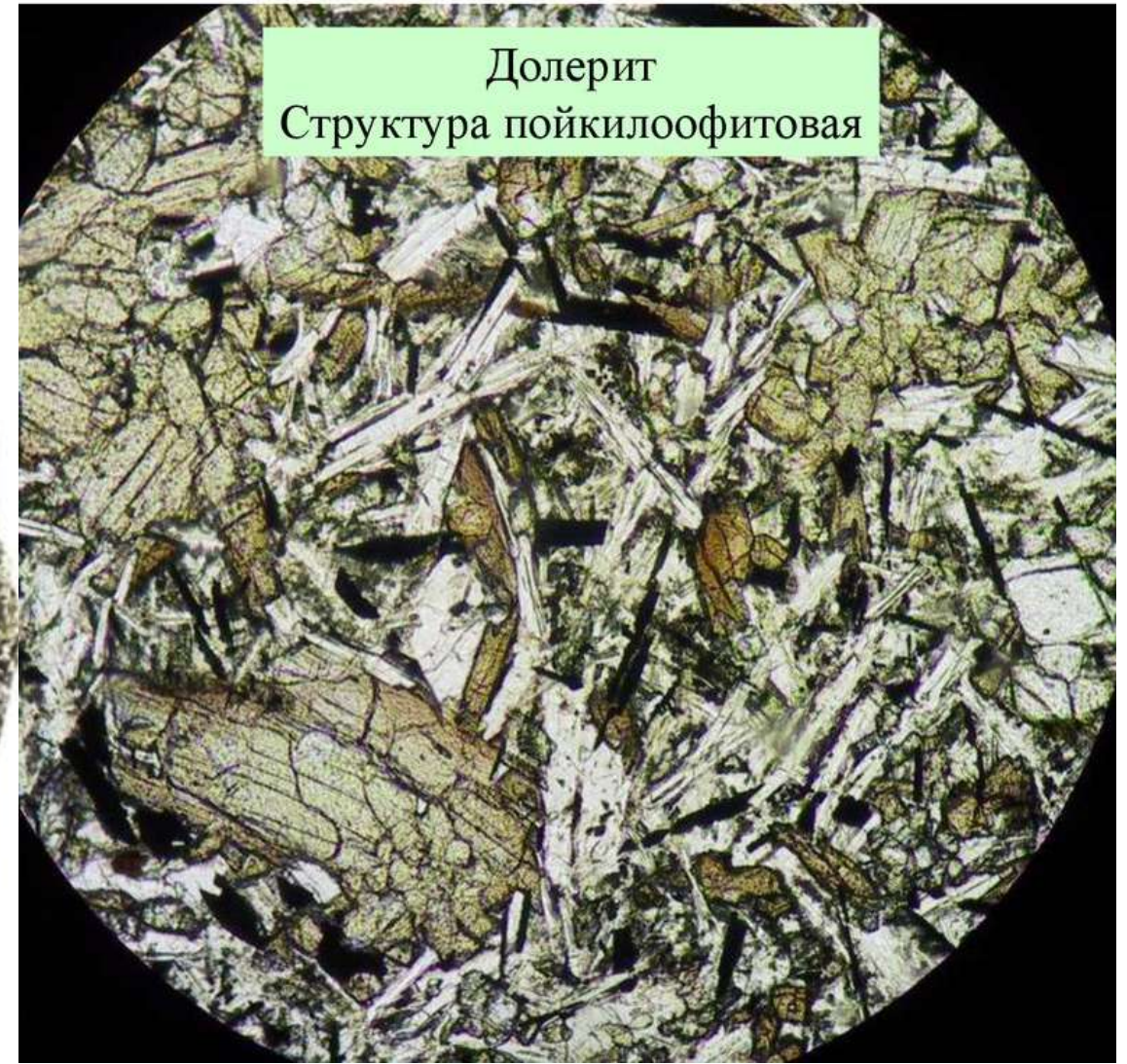
➤ **Сиалические минералы** - Na-K-алюмосиликаты
(Al_2O_3 - SiO_2) –полевые шпаты, кварц – слагают кислые и ультра-кислые МПГ (например, гранит)



гранит



➤ **Фемические минералы** – Fe-Mg-силикаты - роговая обманка, пироксены, оливин - слагают основные и ультраосновные МГП (например, базальт, диабаз)



ГЛАВНЫЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

 Уменьшение содержания SiO₂	Кварц, Полевые шпаты (калиевый полевой шпат, кислые, средние и основные плагиоклазы)	Светлые минералы
	Биотит Роговая обманка Пироксен Оливин	Темные минералы

Химическая классификация

По условиям образования	Структура		Светлые (светлосерые, розовые, красные)		Темные (серые, темносерые, зеленые, черные)			
			Содержание SiO ₂					
			ультра-кислые	кислые	средние		основные	ультра-основные
			Ортоклазовые			Плагиоклазовые		Бесполево-шпатовые
			Ортоклаз Кварц Слюда	Ортоклаз Кварц Альбит Роговая обманка Слюда	Ортоклаз Альбит Роговая обманка	Альбит Роговая обманка Авгит Биотит	Лабрадор Анортит Авгит Роговая обманка	Оливин Авгит
эффузивные	Стекловатая	Обсидиан, пемза, вулканический туф						
	Порфировая	Кайно-типные	—	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	—
		Палео-типные	—	Кварцевый порфир	Порфир	Порфирит	Диабаз	—
Интрузивные	Кристаллическая	-	Пегматит	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Дунит пироксенит

Эффузивные породы разделяются на **палеотипные** (древне-вулканические) и **кайнотипные** (нововулканические).

Палеотипные породы имеют буровато-зеленый цвет за счет наличия **вторичных минералов** – хлорита, и др. Порфировые выделения «вкрапленники», -тусклые, выветрелые.

Кайнотипные породы более свежие, порфировые выделения их имеют стеклянный блеск, видна спайность.

При диагностике МГП следует знать следующие закономерности:

1) в кислых породах в обязательном порядке **присутствует кварц**, с переходом к породам среднего состава и далее его содержание постепенно приближается к нулю, а **слюда замещается роговой обманкой**.

2) в средних породах из темных минералов преобладает **роговая обманка**. Различие между диоритом и сиенитом: в **диоритах** доминирует **плагиоклаз**, в **сиенитах** – два полевых шпата (**плагиоклаз и калиевый полевой шпат (ортоклаз)**).

3) в основных породах из темных минералов преобладает **пироксен**. При приближении к среднему составу наряду с пироксеном встречается роговая обманка, при смещении в сторону ультраосновных пород - оливин.

4) в состав ультраосновных пород не входят светлые минералы. В них преобладают оливин и пироксен.

АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ

1. **Определяется структура породы** и по ней - происхождение и группа (интрузивная, эффузивная).
2. **Определяется наличие и вид полевых шпатов** и по ним — кислотность пород (ортоклазовые (КПШ), плагиоклазовые, бесполевошпатовые).
3. Если главным породообразующим является ортоклаз (КПШ) — **определяется наличие кварца**, тем самым выясняется, к какой из групп относится порода (группе гранита или сиенита).
4. Если главным породообразующим минералом является плагиоклаз (ортоклаз (КПШ) отсутствует) — **определяется вид плагиоклаза** (альбит, лабрадор) и тем самым определяется группа (диоритов, габбро) и **название породы**.

УЛЬТРАОСНОВНЫЕ МПГ

ДУНИТ– интрузивная МПГ

- мономинеральный состав- **ОЛИВИН**
- структура - мелкозернистая
- текстура – массивная
- зональные массивы с другими у/о МПГ

Использование

эффективный огнеупорный материал. Добавляют в жидкий бетон для повышения прочности

выдерживает температуры до 1700 градусов.



Пироксенит (черный принц)— интрузивная МПГ

- мономинеральный состав- пироксен
- структура - средне- и крупнозернистая
- текстура – массивная
- зональные массивы с другими у/о МПГ

Использование

используют для облицовки фасадов и интерьеров, а также для сооружения малых архитектурных форм и скульптурных объектов. Заполнение печей



Химическая классификация

По условиям образования	Структура		Светлые (светлосерые, розовые, красные)		Темные (серые, темносерые, зеленые, черные)			
			Содержание SiO ₂					
			ультра-кислые	кислые	средние		основные	ультра-основные
			Ортоклазовые			Плагиоклазовые		Бесполево-шпатовые
			Ортоклаз Кварц Слюда	Ортоклаз Кварц Альбит Роговая обманка Слюда	Ортоклаз Альбит Роговая обманка	Альбит Роговая обманка Авгит Биотит	Лабрадор Анортит Авгит Роговая обманка	Оливин Авгит
эффузивные	Стекловатая	Обсидиан, пемза, вулканический туф						
	Порфировая	Кайно-типные	—	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	—
		Палео-типные	—	Кварцевый порфир	Порфир	Порфирит	Диабаз	—
Интрузивные	Кристаллическая	-	Пегматит	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Дунит пироксенит

ОСНОВНЫЕ МПГ

ГАББРО – интрузивная МПГ

- минеральный состав -
плагноклаз – более 50%
(преимущественно лабрадор)
авгит (пироксен)- 45%
акцессорные (оливин, роговая обманка,
магнетит и др.)
- структура - *крупнозернистая*
- текстура – массивная
- лакколиты, лополиты, силлы и штоки,
тектонические пластины (офиолиты).

Использование

строительный и облицовочный камень высокой прочности для приготовления щебня и дорожного камня. В дорожном строительстве - высокая насыпная плотность (интенсивные нагрузки)



ДИАБАЗ – эффузивная МПГ (гипобиссальная)

- минеральный состав -
плагиоклаз (лабрадор) - 50%
вкрапленники
авгит- 45%
- структура – *мелкозернистая, порфировая, долеритовая*
- текстура – массивная
- **силлы, дайки, покровы, траппы**

Использование

В строительстве для создания дорожных покрытий, насыпей и фундаментов. Для создания бортовых камней, причалов и других сооружений для морской инфраструктуры. Строительный и облицовочный камень.



3. Долеритовая (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.



БАЗАЛТ – эффузивная МПГ

- минеральный состав -
плагиоклаз (лабрадор) - 50%
авгит- 45% ± оливин
- структура – *стекловатая, порфировая,*
- текстура – *плотная, пористая*
- *потоки и покровы*
 - столбчатая отдельность



Использование

При кладке фундаментов, опор мостов, в качестве заполнителей для бетонов, балласта. Применяются в каменнолитейной промышленности, для отливки специальных труб для химической промышленности, изготовления изоляторов и т. д.

Базальт и диабаз применяются в
каменнолитейной промышленности



Химическая классификация

По условиям образования	Структура		Светлые (светлосерые, розовые, красные)			Темные (серые, темносерые, зеленые, черные)		
			Содержание SiO ₂					
			ультра-кислые	кислые	средние		основные	ультра-основные
			Ортоклазовые			Плагиоклазовые		Бесполево-шпатовые
			Ортоклаз Кварц Слюда	Ортоклаз Кварц Альбит Роговая обманка Слюда	Ортоклаз Альбит Роговая обманка	Альбит Роговая обманка Авгит Биотит	Лабрадор Анортит Авгит Роговая обманка	Оливин Авгит
эффузивные	Стекловатая	Обсидиан, пемза, вулканический туф						
	Порфировая	Кайно-типные	—	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	—
		Палео-типные	—	Кварцевый порфир	Порфир	Порфирит	Диабаз	—
Интрузивные	Кристаллическая	-	Пегматит	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Дунит пироксенит

СРЕДНИЕ МГП

ДИОРИТ – интрузивная МПГ

- минеральный состав -
плагноклаз – более 65% (альбит)
роговая обманка - 25%
акцессорные (авгит, биотит), кварц
- структура – *полнокристаллическая, равномернозернистая*
- текстура – однородная
- штоки, лакколиты, интрузивные массивы.
- плитчатая отдельность

Использование

В строительстве для создания дорожных покрытий, насыпей и фундаментов. Для создания бортовых камней, причалов и др.



ПОРФИРИТ – эффузивная МПГ (гипобиссальная)

- минеральный состав -
плагиоклаз – – **вкрапленники**
роговая обманка - 25%
- структура – *порфировая*,
- текстура – *плотная*
- *потоки, дайки, силлы.*

Использование

как строительный материал:
щебень, бут, брусчатка для
мощения улиц и дорог, при
наличии яркой окраски — в
качестве облицовочного
материала.



АНДЕЗИТ – эффузивная МПГ

- минеральный состав -
плагиоклаз – **вкрапленники**
роговая обманка, **биотит** –
вкрапленники
- структура – *порфировая*,
- текстура – *плотная, пористая, флюидальная*
- **потоки и покровы**



Использование

Щебень из андезита крепкий, кислотоупорный и погодоустойчивый, может применяться для дорожного строительства, оснований фундаментов и в качестве наполнителя различных видов бетона.

СРЕДНИЕ МГП

СИЕНИТ – интрузивная МПГ

- минеральный состав -
плагиоклаз +КПШ (ортоклаз) 65%
амфибол, биотит, пироксен,
оливин - 25%
акцессорные (авгит, биотит), кварц
- структура – *полнокристаллическая,
равномернозернистая*
- текстура – *массивная*
- штоки, интрузивные массивы.
- отдельность пластовая или параллелепипедная.



Использование

Устойчивым к кислотам, малый износ, истираемость. Для мощения площадей, тротуаров, вытачивают раковины, столешницы. Как огнеупор андезит используется в стеклах.

ПОРФИР – эффузивная МПГ (гипобиссальная)

- минеральный состав -

ортоклаз – – **вкрапленники**

Основная масса сложена

альбит+кши+биотит+роговаяобманка

- структура – **порфировая**,
- текстура – **плотная**
- **интрузивные тела.**

Использование

Камень использовали для создания различных предметов искусства и архитектурных сооружений. Материал для отделки интерьеров, например, стен, полов и каминов



ТРАХИТ – эффузивная МПГ

- минеральный состав -

КПШ > плагиоклаз 65-70%

**биотит, амфибол, пироксен –
вкрапленники**

- структура – *порфировая,
скрытокристаллическая*

- текстура – *полосчатая, пористая,
флюидальная*

- **потоки, купола, щитовидные вулканы, дайки**

Использование

Для изготовления шашки, бута, щебня, красиво
окрашенные разности — облицовочный материал
Как кислотоупорный материал.



Химическая классификация

По условиям образования	Структура		Светлые (светлосерые, розовые, красные)			Темные (серые, темносерые, зеленые, черные)		
			Содержание SiO ₂					
			ультра-кислые	кислые	средние		основные	ультра-основные
			Ортоклазовые			Плагиоклазовые		Бесполево-шпатовые
			Ортоклаз Кварц Слюда	Ортоклаз Кварц Альбит Роговая обманка Слюда	Ортоклаз Альбит Роговая обманка	Альбит Роговая обманка Авгит Биотит	Лабрадор Анортит Авгит Роговая обманка	Оливин Авгит
эффузивные	Стекловатая	Обсидиан, пемза, вулканический туф						
	Порфировая	Кайно-типные	—	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	—
		Палео-типные	—	Кварцевый порфир	Порфир	Порфирит	Диабаз	—
Интрузивные	Кристаллическая	-	Пегматит	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Дунит пироксенит

КИСЛЫЕ МПГ

ГРАНИТ— интрузивная МПГ

- минеральный состав -
полевой шпат – более 60%
кварц- 30—35%,
роговая обманка+слюда – 10%
- структура – *полнокристаллическая
равномернозернистая*
- текстура – массивная
- батолиты, штоки

Использование

Плотная, твёрдая и прочная порода.

Используется в качестве

облицовочного материала. Имеет низкое водопоглощение и высокую устойчивость к морозу и загрязнениям. Он оптимален для мощения как внутри помещения, так и снаружи.



КВАЦЕВЫЙ ПОРФИР – эффузивная МПГ (гипобиссальная)

- минеральный состав -
кварц +плагноклаз
– **вкрапленники**

Основная масса сложена
плагноклаз+кши+ кварц

- структура –**порфировая**,
- текстура – **плотная**
- **потоки, покровы..**



Использование

В качестве бутового камня, щебенки при приготовлении бетона и балласта для дорог. Облицовочный материал.

РИОЛИТ (ЛИПАРИТ) – эффузивная МПГ

- минеральный состав -

Полевой шпат 65-70%

Вулканическое стекло

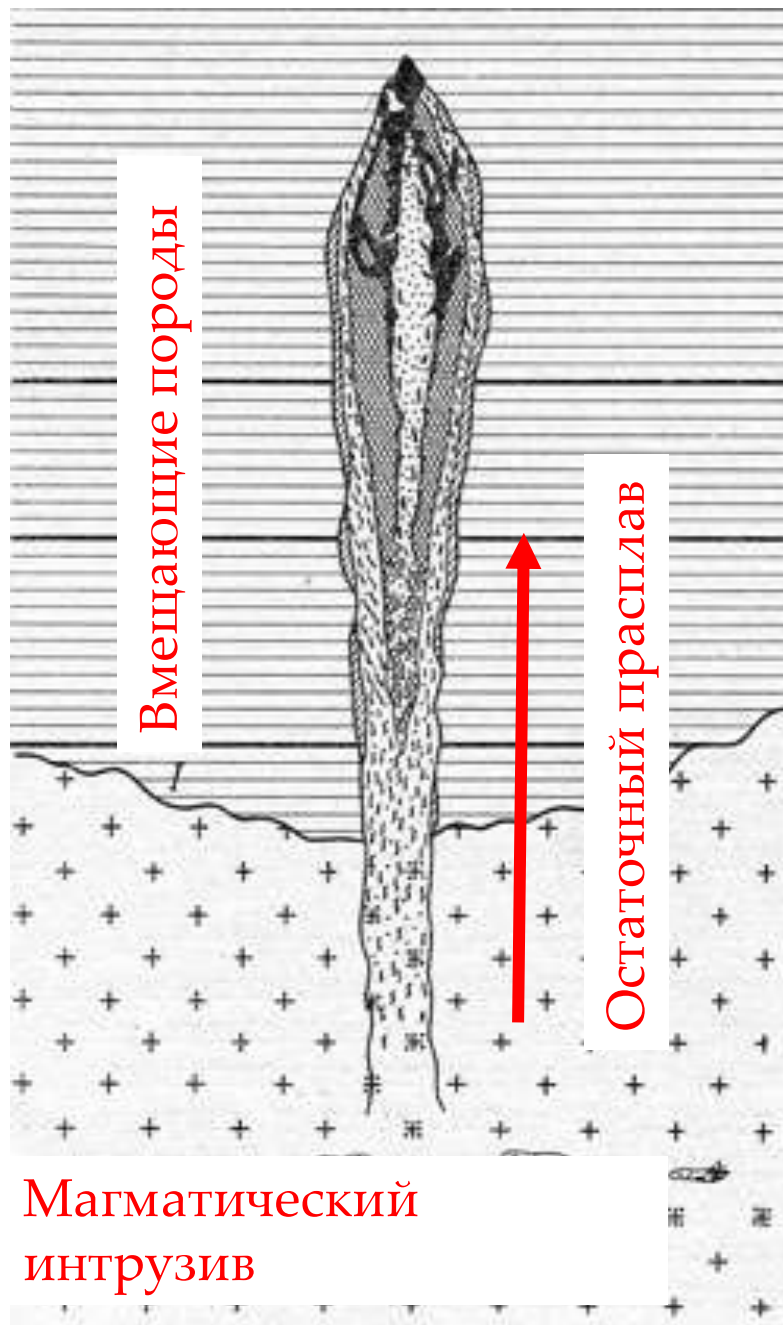
Биотит+роговая обманка

- структура – *стекловатая, порфировая*
- текстура – *мелкопористая, полосчатая флюидальная*
- потоки, купола

Использование

В качестве бутового камня, щебенки при приготовлении бетона и балласта для дорог. Облицовочный материал.





Пегматиты

К концу основной стадии магматической кристаллизации и образования соответствующих типов пород обычно возникает остаточный расплав, обогащенный летучими компонентами. Наличие легколетучих компонентов обуславливает высокую текучесть остаточного расплава, проникающего в трещины и полости вмещающих пород, порожденных тем же интрузивом.

Такие образования называются пегматитами, или пегматитовыми жилами.

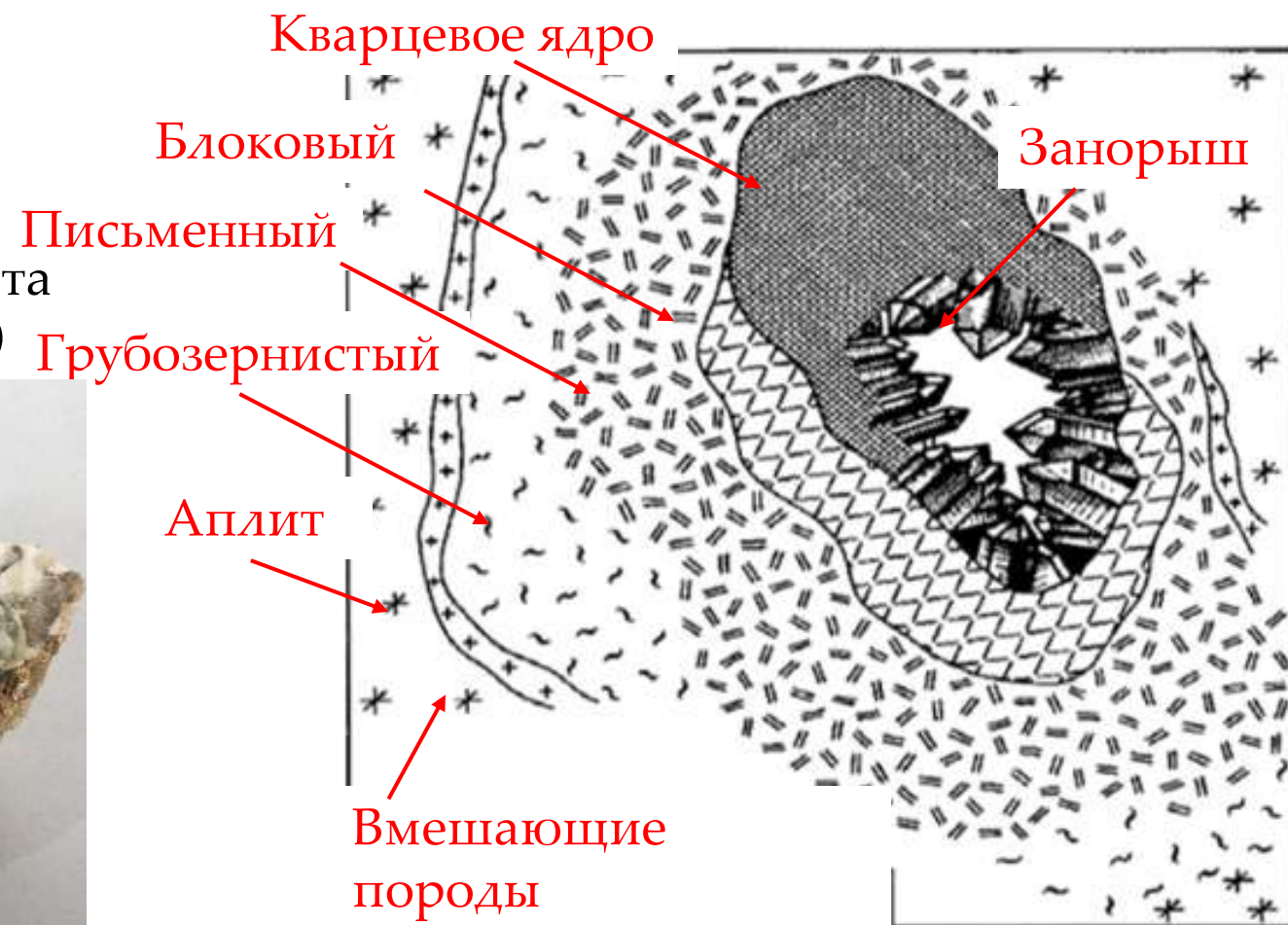
Пегматиты (от греч. «тестообразный, вязкий») – позднемагматические преимущественно жильные образования, формирующиеся на завершающих ступенях отвердевания интрузивных массивов и расположены близ их кровли. Имеют зональное строение, крупнозернистую структуру и обогащены редкими минералами.



Декоративная разновидность – письменный пегматита («еврейский камень»)



Кристалл турмалина из занорыша кварцевого пегматита



УЛЬТРАКИСЛЫЕ МГП -Содержание SiO_2 более 75%

ПЕГМАТИТ–

- минеральный состав -
полевой шпат – более 60%
кварц – 30-35%,
мусковит– 10%
+акцессорная минерализация
- структура – *полнокристаллическая,
крупнозернистая*
- текстура – массивная
- *жилы, линзы*

Использование

Облицовочный материал. Керамика.



Основные показатели для оценки физико-механических свойств МПГ:

- **предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (прочность грунтов)** (отношение нагрузки при которой происходит разрушение образца к площади первоначального поперечного сечения);
- **плотность скелета грунта** (отношение массы образца грунта к его объему);
- **коэффициент выветрелости** (отношение плотности выветрелого грунта к плотности монолитного грунта);
- **степень размягчаемости** (снижение прочности при взаимодействии с водой);
- **степень водопроницаемости;**