

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- Горные породы представляют естественные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре или на ее поверхности в ходе различных геологических процессов.
- Основную массу горных пород составляют *породообразующие минералы*, состав и строение которых отражают условия образования пород.
- Кроме этих минералов в породах могут присутствовать и другие, более редкие (*акцессорные*) минералы
- Если горная порода представляет агрегат одного минерала, она называется *мономинеральной*. Например, мраморы, кварциты.
- Если в породу входит несколько минералов, она называется *полиминеральной*. Например, граниты.

- *Структура* определяется состоянием минерального вещества, слагающего породу (кристаллическое, аморфное, обломочное), размером и формой кристаллических зерен или обломков, входящих в ее состав, их взаимоотношениями.
- Например, полнокристаллическая, стекловатая, порфирировая, порфирировидная, обломочная.
- Кристаллическая и обломочная структуры подразделяются по величине зерен и обломков. Так, среди кристаллических структур выделяют **крупнозернистые**, с диаметром зерен более 5 мм, **среднезернистые** с зернами от 5 до 2 мм в поперечнике, **мелкозернистые** с диаметром зерен менее 2 мм, афанитовая, или скрытокристаллическая.
- Равномернозернистая, неравномернозернистой.
-
- Под *текстурой* понимают расположение в пространстве слагающих ее частиц (кристаллических зерен, обломков и др.). Выделяют плотную и пористую текстуры, однородную или массивную и ориентированную (спристую, спанцеватую и др.)

- В основу классификации горных пород положен генетический признак.
- 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 при переработке магматических, осадочных, а также ранее образованных метаморфических пород в глубинных условиях при воздействии высоких температур и давления, а также различных жидких и газообразных веществ (флюидов), поднимающихся с глубины.

Магматические горные породы

- **Магматические** горные породы наряду с метаморфическими слагают основную массу земной коры.
- В основе классификации лежит химический состав.
- Учитывается, прежде всего, содержание оксида кремния, по которому магматические породы условно делят на четыре группы кислотности:
- ультраосновные, содержащие менее 45% SiO_2 , основные – 45-52, средние – 52-65 и кислые – более 65%.
- Химический состав может быть определен лишь при лабораторных исследованиях. Однако минеральный состав отражает химический и может быть использован для выяснения группы кислотности.

- *Породообразующими минералами магматических пород* являются минералы класса силикатов:
- кварц, полевые шпаты, слюды, амфиболы, пироксены, которые в сумме составляют около 93% всех входящих в магматические породы минералов, затем оливин, фельдшпатоиды, некоторые другие силикаты и около 1% минералов других классов.
- Если вспомнить химический состав этих минералов, нетрудно убедиться, что в более основных породах должны преобладать цветные (темноцветные), менее богатые кремнеземом железисто-магнезиальные (мафические, или фемические) минералы, а в кислых – преимущественно светлые.

- В зависимости от условий, в которых происходило застывание магмы, магматические породы делят на ряд групп:
- *породы глубинные*, или **интрузивные**, образовавшиеся при застывании магмы на глубине, и *породы излившиеся*, или **эффузивные**, связанные с застыванием магмы, излившейся на поверхность, т.е. лавы.
- Среди интрузивных пород выделяют ряд разновидностей по глубине застывания магмы, а также жильные породы, связанные с застыванием магмы в трещинах.
- К вулканическим породам кроме излившихся относятся пирокластические, представляющие скопление выброшенного при вулканических взрывах и осевшего на поверхность материала – куски застывшей в воздухе лавы, обломки минералов и пород.

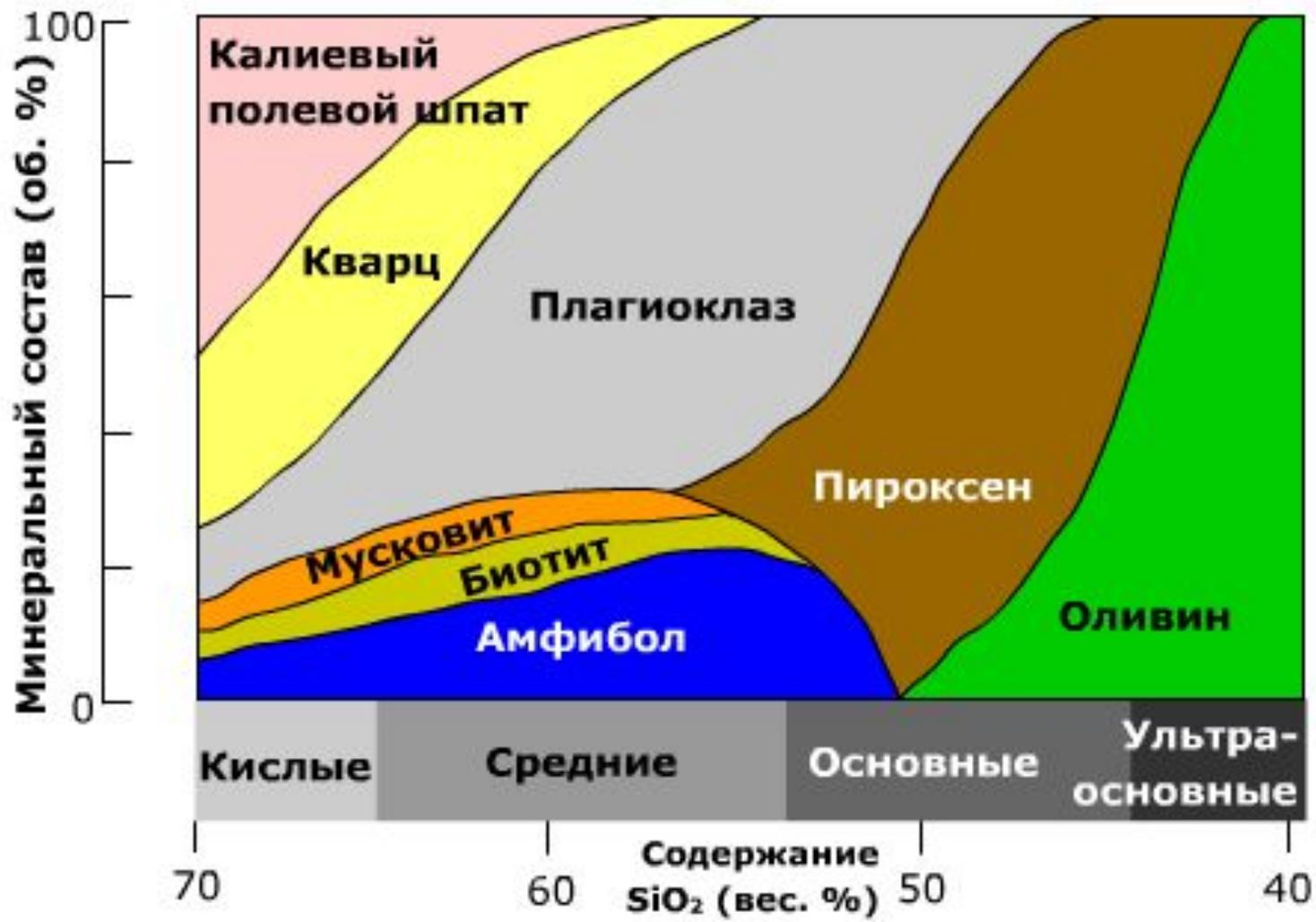
- Физико-химические условия застывания магмы на глубине и лавы на поверхности различны, различны и образующиеся при этом породы.
- Наиболее резко это выражается в структуре пород. На глубине при медленном застывании магмы в условиях постепенного снижения температуры и давления, в присутствии летучих компонентов, способствующих кристаллизации, образуются породы с полнокристаллической структурой.
- Излившаяся на поверхность лава попадает в иные условия температуры и давления, теряет растворенные в ней газы и застывает или в виде аморфной массы, имеющей стекловатую структуру, или образует микрокристаллическую массу.
- У излившихся пород встречается также порфирировая структура, кристаллические включения которой и основная некристаллическая масса возникли в разных



Таблица 2.4

Наиболее распространенные магматические горные породы нормального ряда

Условия образования	Характерные		Горные породы нормального (известково-щелочного) ряда				
	текстура	структура	Кислые $\text{SiO}_2 > 65\%$	Средние SiO_2 65-52%	Основные SiO_2 52-45%	Ультраосновные (ультрамафиты) $\text{SiO}_2 < 45\%$	
Эффузивные	Плотная, пористая, флюидальная	Стекловатая, афанитовая, порфирировая	Риолит	Дацит	Андезит	Базальт, долерит	пикрит
Интрузивные	Массивная	Полнокристаллическая, порфирированная	Гранит	Гранодиорит	Диорит	Габбро	Дунит, перидотит, пироксенит
Светлые минералы		Калиевый полевой шпат, кислый плагиоклаз	Кварц	Кислый плагиоклаз, калиевый полевой шпат	Средние плагиоклазы	Основные плагиоклазы	Отсутствуют
Цветные минералы		Биотит, роговая обманка, пироксены		Роговая обманка, биотит, пироксены		Пироксены, роговая обманка, оливин	Пироксены, оливин



- **Щелочной ряд**
- Без фельдшпатоидов – *сиениты* – средние глубинные породы, главными породообразующими минералами которых являются калиевые полевые шпаты (более 30%), меньшую роль играют средние или кислые плагиоклазы и темноцветные минералы (роговая обманка, биотит, реже пироксены). В небольших количествах (до 5%) может присутствовать кварц. Сиениты встречаются довольно редко в виде небольших секущих тел, чаще сопровождают кислые и основные интрузии. Излившиеся аналоги сиенитов – *трахиты* также редки.
- С фельдшпатоидами – *нефелиновые сиениты* – средние глубинные породы, обладающие полнокристаллической структурой. В них преобладают светлые минералы (70% и более): щелочные полевые шпаты и нефелин. Из темноцветных присутствуют биотит, щелочные амфиболы и пироксены. Нефелиновые сиениты образуют обычно небольшие секущие тела типа штоков. Излившиеся аналоги нефелиновых сиенитов – *фонолиты* встречаются еще реже.

- **Жильные** породы формируются при застывании магматических расплавов в трещинах.
- Характерна полнокристаллическая структура, обычно мелкозернистая, часто порфировидная. По минеральному составу могут соответствовать интрузивным породам любой кислотности.
- Нерасщепленные (асхистовые). Минеральный состав аналогичен составу глубинных пород, с которыми они связаны (материнских интрузий). Если структура мелко- или микрозернистая, это отражается в названии породы, например жильный гранит или микрогранит. Если структура жильной породы порфировидная, к названию прибавляется слово порфир (для пород с калиевыми полевыми шпатами) или порфирит (для плагиоклазовых пород) - гранит-порфиры, диорит-порфириты и др.
- Расщепленные (диасхистовые) породы с преобладанием светлых минералов называются аплитовыми (лейкократовыми), а темноцветных – лампрофировыми (меланократовыми). Для светлых пород с крупной (до гигантской) зернистой структурой используется название пегматиты. Наибольшим распространением пользуются кислые пегматиты. Они состоят преимущественно из полевых шпатов и кварца, а также слюд со взаимным прорастанием кристаллов.

- *Вулканоогенно-обломочные (пирокластические)* породы являются результатом скопления выброшенного при вулканических взрывах и затем осевшего материала.
- В зависимости от размера и условий извержения частицы разносятся от места взрыва на большее или меньшее расстояния – от нескольких километров до многих сотен и тысяч километров.
- Осаждающийся на поверхности Земли материал образует рыхлые скопления, которые в зависимости от размеров обломков называются *вулканическим пеплом, вулканическим песком; лапиллями (камушками) и вулканическими бомбами*, достигающими нескольких метров в поперечнике.
- Весь рыхлый пирокластический материал называется *тефрой*.
- В последующем обломки цементируются и образуются крепкие породы - вулканические туфы и агломераты или вулканические брекчии (при больших размерах обломков), а также лавовые брекчии (при лавовом цементе).

- Строительный материал.
- Ультраосновные породы – руды платины, железа, хрома, никеля.
- Основные породы – месторождения магнетита, титаномагнетита, ильменита, медных и полиметаллических руд;
- Средние – магнетит, халькопирит, золото и др.;
- Кислые – содержат золото, цветные, редкие, радиоактивные металлы.
- Нефелиновые сиениты используются как руда на алюминий.
-
- ультраосновные породы часто сопровождаются скоплениями талька, асбеста,
- кислые – мусковита, флюорита,
- щелочные – нефелина, апатита, корунда и др.

Метаморфические горные породы

- Метаморфические горные породы – породы возникшие в результате преобразования ранее существовавших пород разного генезиса.
- При этом первичная структура, текстура и минеральный состав изменился в соответствии с новой физико-химической обстановкой.
- Главными **факторами (агентами)** метаморфизма являются эндогенное тепло, всестороннее (литостатическое) давление, химическое воздействие газов и флюидов.
- Метаморфические породы обладают полнокристаллической структурой. Размеры кристаллических зерен, как правило, увеличиваются по мере роста температур метаморфизма.

- Для метаморфических пород наиболее типичны ориентированные текстуры.
- К ним относятся, например, сланцеватая текстура, гнейсовая, или гнейсовидная текстура, характеризующаяся чередованием полосок различного минерального состава;

- к названиям метаморфических пород, возникших по магматическим породам, прибавляется приставка "орто" (например, ортогнейсы), а к названиям метаморфических, первично-осадочных пород - приставка "пара" (например, парагнейсы).
- Процессы метаморфизма могут быть развиты на огромных площадях в десятки и даже сотни тысяч квадратных километров (региональный метаморфизм), но могут проявляться и на очень небольших площадях (локальный метаморфизм).

- большое разнообразие **минерального** состава.
- Кроме минералов, входящих в состав магматических пород (кварц, полевые шпаты, слюды, амфиболы, пироксены) имеется большая группа минералов, характерных для метаморфических пород.
- Тальк Хлорит Серпентин
Серицит,
- Эпидот Гранат, Актинолит,
Глаукофан,
- Ставролит Кианит

- Для метаморфических пород очень характерны **структуры**
- Конкретные названия определяется латинскими словами: лепидос – чешуйка, нематос – нить, иголка, гранос – зерно.
- Кроме того все метаморфические минералы выросшие, возникшие. Этот процесс называется бластезом. От греческого бластос – росток.
- Гранобластовая
- Лепидобластовая
- Нематобластовая

- В природе чаще встречаются комбинированные структуры, например, нематолепидобластовая.

- Породы контактового метаморфизма чаще всего обладают кристаллобластовыми структурами.

- **Породы регионального метаморфизма.** Региональный метаморфизм происходит в диапазоне температур от 300-400° до 900-1000° С, давление меняется в пределах от 3-5 -10 до 10-15-10 кб.
- Метаморфизм простых по химическому составу пород, таких, как кварцевые песчаники или известняки, заключается только в изменении структуры и текстуры, а минеральный состав почти не изменяется.

- *Фашии метаморфизма.*
- Постепенное нарастание интенсивности метаморфизма полнее всего можно проследить на примере преобразования первично-глинистых (пелитовых) пород. *Филлиты.* Метаморфические изменения выражены в них появлением мельчайших кристалликов слюд и сланцеватой текстуры.
- *Серицит- и хлоритсодержащие сланцы.* В этих породах первичные глинистые минералы уже полностью перекристаллизованы и кристаллические зерна новообразованных минералов имеют вполне различимые на глаз размеры, т.е. структура пород полнокристаллическая.

- *кристаллические сланцы*, существенную роль, в которых играют слюды.
- Для кристаллических сланцев характерны средне- и крупнозернистая структура, и сланцеватая текстура.
- слюдяные сланцы, состоящие из кварца, слюды и небольшого количества полевых шпатов. По преобладанию той или иной слюды различают мусковитовые, биотитовые и двуслюдяные сланцы.

- **Фация зеленых сланцев**
- *Филлит* (агрегат кварца, серицита, альбита, хлорит, часто графит). Структура гранолепидобластовая.
- *Кварц-серицитовый сланец*. (кварц, серицит, альбит). Структура гранолепидобластовая.
- *Хлоритовый сланец*. Хлорит, эпидот, актинолит, альбит и кварц. Структура гранолепидобластовая.
- *Тальковый сланец* Структура лепидобластовая.

- **Эпидот-амфиболитовая фация.**
- *Слюдяной (кристаллический) сланец.*
Биотит, мусковит, кварц, полевые шпаты. Как правило, бывают порфиробласты гранатов, кианита, ставролита и др. Исходными породами могут быть осадочные (аргиллиты и песчаники) или кислые магматические породы. Структура лепидогранобластовая или гранолепидобластовая

- **Амфиболитовая фация.**
- *Гнейс* - кварц, полевые шпаты, слюды; меньшая роль принадлежит амфиболам. Может присутствовать гранат, эпидот. Породам присущи средне- и крупнозернистая (лепидогранобластовая) структура и гнейсовая (полосчатая) текстура – чередование светлых кварц-полевошпатовых и темных биотит-роговообманковых полос.
- *Амфиболит*. Роговая обманка и плагиоклаз. В небольших количествах гранат, биотит, кварц. Исходные – основные магматические породы. Структура нематобластовая или гранонематобластовая. Текстура внешне массивная, но под микроскопом видна ориентировка кристаллов амфибола.

- Ультраосновные породы преобразуются в *серпентиниты и тальковые сланцы*. Структура скрытокристаллическая, текстура массивная.
- В ультраметаморфических условиях, характеризующихся сочетанием очень высоких температур и давлений, образуются *гранулиты* – кварц-полевошпатовые породы, содержащие значительные количества гранатов; структура мелко- и тонкозернистая, текстура гнейсовидная.
- При большем давлении образуются *эклогиты*, массивные тяжелые породы, состоящие преимущественно из граната и пироксена (омфацита).

Индекс минералы



Кварц и полевые шпаты стабильны в широком диапазоне температуры и давления. Следовательно, они не несут информацию об условиях кристаллизации, в отличие от некоторых других минералов метаморфических пород

Индекс минералы



Хлорит стабилен только в условиях низких ступеней, мусковит – низких и средних, биотит – средних, гранат – средних и высоких, ставролит – средних и высоких, силлиманит – средних и высоких



Если порода содержит кварц, полевой шпат, хлорит, мусковит, биотит, гранат – она испытала метаморфизм средних ступеней.

А если кварц, полевой шпат, биотит, гранат, ставролит, силлиманит – средних-высоких

• Локальный метаморфизм.

- Продукты **дислокационного** метаморфизма.
- *Тектонические брекчии*. Раздробленные породы – из угловатых обломков различных размеров, сцементированных более тонким материалом.
- *Катаклазит*. Перетертая горная порода, состоящая из деформированных, раздробленных зерен минералов.
- *Милонит*. Еще более тонко перетертая порода. Отличается линзовидно-полосчатой текстурой
- *Кимберлит* – в трубках взрыва. омфацит, пироп и алмаз.



Брекчия, Дален, Телемарк



Брекчия, Шпицберген

Тектоническая брекчия и катаклазит



Тонко измельченные
зерна минералов

Милонит, Лейрдален, Йотунхаймен

- Продукты **контактового метаморфизма** и метасоматоза.
- *Роговики* обладают микрокристаллической структурой, различной, часто серой до черной, окраской, массивной текстурой. Наиболее обычны кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены, гранаты.
- Если магма взаимодействует с породами другого состава начинается миграция компонентов. Меняется состав как магмы (эндоконтакт), так и вмещающих пород (экзоконтакт).

- *Скарны*. На контакте карбонатов и кислых магматических пород. Гранаты, кальцит, везувиан, эпидот. Часто магнетит. Структура гранобластовая.
- *Серпентиниты*. Гидротермально измененные ультраосновные породы. Процесс может быть автометаморфическим, так и алло, связанных с воздействием гидротерм других, более поздних интрузий.
- *Листвениты* – кварц-карбонатная порода. Конечный продукт гидротермального преобразования ультраосновных пород: серпентинизация – карбонатизация – лиственитизация. Зеленый цвет за счет фуксита – зеленой хромовой слюды. Характерен пирит, содержащий золото.
- *Березит* – гидротермально измененные кислые магматические породы. Полевые шпаты замещены серицитом. Кварц и серицит с постоянной примесью пирита.

Осадочные породы

- Выделяют три группы:
- *Обломочные породы;*
- *Глинистые породы;*
- *Хемогенные и органогенные породы.*
-

- Важнейшим признаком, характеризующим строение осадочных пород, является их слоистая текстура.
- Образование слоистости связано с условиями накопления осадков. Любые перемены этих условий вызывают либо изменение состава отлагающегося материала, либо остановку в его поступлении. В разрезе это приводит к появлению слоев, разделенных поверхностями напластования и часто различающихся составом и строением.



- *Структура* осадочных пород отражает их происхождение
- обломочные породы состоят из обломков пород и минералов, т.е. имеют обломочную структуру;
- глинистые – сложены мельчайшими зернами преимущественно глинистых минералов – пелитовая структура;
- хемобиогенные обладают либо кристаллической структурой (от ясно видимой до скрытокристаллической), либо аморфной, либо органогенной, когда порода представляет собой скопление скелетных частей организмов или их обломков.

- **Обломочные породы.**
- грубообломочные породы (псефитовые), состоящие из обломков более 2 мм в поперечнике;
- среднеобломочные или песчаные породы (псаммитовые), состоящие из обломков от 2 до 0,05 мм в поперечнике,
- мелкообломочные, или пылеватые породы (алевритовые), состоящие из обломков от 0,05 до 0,005 мм в поперечнике.
- В пределах каждого гранулометрического типа породы подразделяются по окатанности обломков, а также в зависимости от того, представляют ли эти обломки рыхлые скопления или скреплены (цементированы) каким-либо

- Обломочные породы характеризуются также и составом обломков.
- Однородные по составу породы часто состоят из обломков кварца как одного из наиболее устойчивых минералов.
- К породам смешанного состава относят, например, аркозовые породы, содержащие обломки продуктов разрушения гранитов: калиевых полевых шпатов, кислых плагиоклазов, меньше кварца и слюд.
- Если преобладают обломки средних, основных и ультраосновных магматических пород и слагающих их минералов, а также метаморфических сланцев и аргиллитов, обломочные породы называются граувакковыми

- Наиболее распространенными осадочными породами являются **глинистые**, на долю которых приходится больше 30% от объема всех осадочных пород.
- Глинистые породы в основном состоят из мельчайших (меньше 0,02 мм) кристаллических (реже аморфных) зерен глинистых минералов. Кроме того, в их состав входят столь же мелкие зерна хлоритов, окислов и гидроокислов алюминия, глауконита, опала и других минералов, являющихся продуктами химического разрушения различных пород и отчасти глинистых минералов.
- Третья составляющая глинистых пород - разнообразные обломки размерами меньше 0,01 мм (0,005 мм). По степени литифицированности среди глинистых пород выделяют *глины*, - легко размокающие породы и *аргиллиты* - сильно уплотненные, потерявшие способность размокать глины.

- Кроме песчаных, пылеватых и глинистых пород существует еще ряд *смешанных пород*, состоящих из частиц разных размеров и состава.
- *супеси*, содержащие наряду с песчаными до 20-30% глинистых частиц
- *суглинки*, в которых количество глинистых частиц увеличивается до 40-50%.

- Классификация **хемогенных и органогенных горных** пород обычно производится по химическому составу слагающих их минералов.
- На долю *карбонатных пород* в осадочной оболочке Земли приходится около 20 %.
Главный породообразующий минерал этих пород - кальцит, в меньшей степени – доломит. Соответственно, наиболее распространенными среди карбонатных пород являются *известняки* - мономинеральные породы, состоящие из кальцита. Цвет известняков обычно светлый – белый, светло-желтый, светло-серый, но примесями может быть изменен в любой, вплоть до черного.

- Известняки бывают химического и органического происхождения, а также обломочные.
- Среди хемогенных известняков различают:
 - 1) плотные микрокристаллические массы, в которых кристаллическое строение определяется лишь микроскопически – плотные (пелитоморфные) известняки;
 - 2) скопление оолитов скорлуповатого или радиально-лучистого строения, соединенных известковым цементом – оолитовые известняки,
 - 3) сильнопористые породы, состоящие из мелкокристаллического или скрытокристаллического кальцита – известковые туфы или травертины;

- Среди биогенных известняков, прежде всего, выделяются известняки, состоящие из цельных остатков органогенных построек или отдельных раковин – известняки-ракушняки и из их обломков – органогенно-детритовые известняки.
- Следующий признак для подразделения органогенных известняков основывается на систематической принадлежности органических остатков. Например, выделяют известняки коралловые, брахиоподовые, фузулиновые и др.
- Иногда органические остатки бывают столь мелки, что невооруженным глазом не могут быть обнаружены. В таких случаях макроскопически не удастся установить принадлежность породы к тому или другому из названных генетических типов. К таким породам относится, например, *мел*, состоящий в основном из раковинок фораминифер и остатков кокколитофорид (известковых водорослей), не видимых невооруженным глазом и часто претерпевших значительные изменения.

- В известняках обычно присутствуют различные примеси - кремнезем, углистое вещество, терригенный материал и др.
- Одной из распространенных пород смешанного состава является *мергель* - порода, состоящая из кальцита и на 25-75% из глинистых частиц. Внешне она мало отличима от известняков. Определяющим признаком является реакция с соляной кислотой, после которой на высохшей поверхности породы возникает пятно, вызванное концентрацией глинистых частиц.

- *Доломиты* представляют агрегаты минерала того же названия. Похожи на известняки и отличаются от них более слабой реакцией с соляной кислотой. Образуются главным образом при химических изменениях известняков, а также путем выпадения из водных растворов.
- Карбонатные породы широко используются в различных отраслях промышленности - в металлургии, для изготовления огнеупоров, в строительном деле и др.

- *Кремнистые породы* состоят главным образом из опала и халцедона. Так же, как карбонатные, они могут иметь биогенное, химическое и смешанное происхождение.
- *диатомиты и радиоляриты*,
- *Трепелы* - породы, состоящие из мельчайших зернышек опала, скрепленных опаловым цементом. Макроскопически неотличимы от диатомитов.
- *Опоки*, как и трепелы, состоят из зернышек опала и остатков кремневых скелетов организмов, что можно установить только микроскопически.
- Химическое происхождение имеют *гейзериты* и *кремнистые туфы*, состоящие также из опала. Это светлоокрашенные породы с пористой текстурой. Образуются на поверхности из вод гейзеров и горячих минеральных источников.
- *Кремни* - породы также химического происхождения, состоящие из халцедона, опала, глинистых частиц. Встречаются также виде конкреций, возникших в процессе диагенеза.

- *Галоидные и сульфатные породы* относятся к химическим образованиям, выпадающим в осадок из растворов. Классифицируются по минеральному составу.
- *Каменная соль* - светлоокрашенные полнокристаллические агрегаты галита, образующие слоистые толщи, в которых нередко чередуются с прослоями других, близких по генезису пород (калийных солей, гипса и др.).
- Из сернокислых пород наибольшим распространением пользуется *гипс*, состоящий из минерала того же названия. Встречается в виде полнокристаллических, обычно мелкозернистых светлоокрашенных агрегатов.

- *Каустобиолиты* (греч. "каустоо" - горючий, "биос" - жизнь) образуются из растительных и животных остатков, преобразованных под влиянием различных геологических факторов. Эти породы обладают горючими свойствами, чем и обусловлено их важное практическое значение. К ним относятся породы ряда углей (торф, ископаемые угли), горючие сланцы, нефть и газы.