

Осадочные и метаморфические горные породы

Лекция 12

План лекции

1. **Осадочные горные породы.**
 - **обломочные породы;**
 - **хемогенные и органогенные породы.**
2. **Метаморфические горные породы.**
 - **особенности метаморфических пород;**
 - **классификация метаморфических пород.**

Осадочные горные породы

Образуются на поверхности Земли за счет физического, химического разрушения любых пород, и в результате жизнедеятельности организмов.



Способы образования осадочных пород

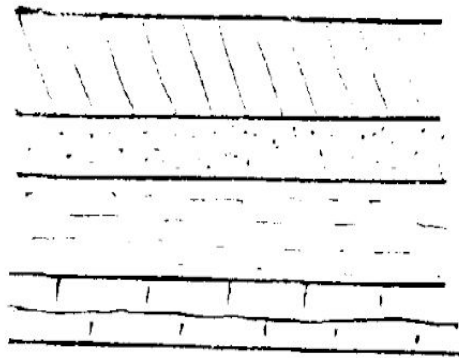
1. **Осаждение обломочного материала**, возникающего при механическом разрушении более древних пород, а также рыхлые продукты вулканических извержений – происходит под действием силы тяжести.

2. ***Осаждение растворенного материала***, возникшего в результате химического выветривания – происходит химическим путем из сильно перенасыщенных растворов.
3. ***Образование осадочных пород в процессе жизнедеятельности организмов*** – связано с накоплением в тканях и скелетах организмов веществ, находящихся в воде в малых количествах.

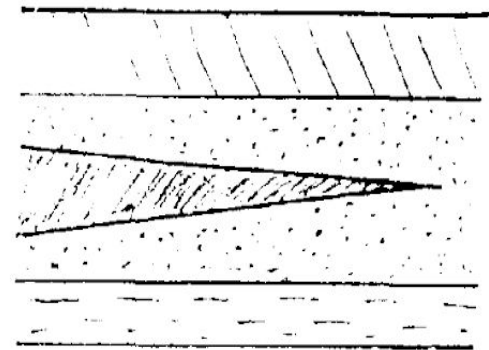
Особенности осадочных пород

- Форма залегания (пласты, линзы);
- Наличие слоистости;
- Зависимость их состава и свойств от климатических условий;
- Содержание остатков растительных и животных организмов;
- Рыхлость, сыпучесть.

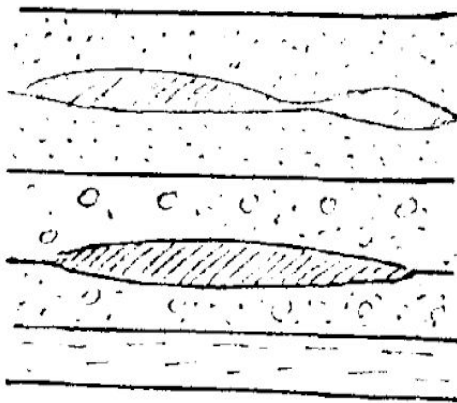
Формы залегания осадочных пород



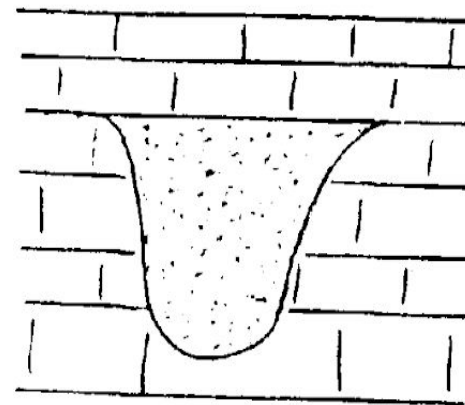
пласты



выклинивание пласта



линзы



карман

Пласты или слои — однородные составу тела, четко отграниченные почти параллельными плоскостями от других отложений (морские отложения).



Линзы – уплощенные, чечевицеобразные тела, быстро выклинивающиеся по всем направлениям (озерные отложения).

И слои и линзы имеют небольшую мощность по сравнению с их протяженностью.

Слоистость –

свойство осадочных пород располагаться параллельными или почти параллельным слоями. Бывает:

- Горизонтальная
- Диагональная
- Косая



Минералы осадочных пород

- **Аллотигенные** (обломочные) – образовавшиеся в результате разрушения исходных горных пород;
- **Аутигенные** – образовавшиеся в осадке или породе под воздействием различных процессов.

Исходные горные породы сложены минералами, которые обладают разной устойчивостью к химическому и механическому выветриванию.

- ***Крайне устойчивыми*** минералами являются кварц и мусковит;
- ***Весьма устойчивыми*** – гранат, ортоклаз, микроклин, хлорит, ставролит;

- ***Устойчивыми*** – андезин, эпидот, олигоклаз, биотит, альбит, апатит;
- ***Умеренно устойчивыми*** – лабрадор, гипс, моноклинные пироксены, роговая обманка;
- ***Неустойчивыми*** – оливин, глауконит, пирит, ромбические пироксены, анортит, актинолит, сульфиды.

Под **структурой** осадочной породы понимается строение пород, обусловленное формой, размерами и взаимоотношением компонентов, слагающих породу.

Текстура осадочных пород – особенность пространственного расположения компонентов породы.

Классификация осадочных пород

В основу классификации осадочных пород положено подразделение по происхождению:

1. **Обломочные** (кластогенные) – образовавшиеся из скопления обломков других пород;
2. **Химические** (хемогенные) – возникшие в результате выпадения осадков из воды или из других растворов;
3. **Органогенные** – произошедшие из скопления остатков животных и растений.

Обломочные (кластогенные) породы

образуются в результате накопления и литификации обломков горных пород, осаднения продуктов вулканических извержений (вулканогенно-обломочные)



Обломочные породы распадаются по величине слагающих их зерен на:

- ♦ **Псефиты** или крупнообломочные породы (валуны, галька, конгломерат);
- ♦ **Псаммиты** или песчаные (рыхлый песок, песчаник);
- ♦ **Алевриты** или пылеватые (лесс);
- ♦ **Пелиты** или глинистые (суглинок, глины, глинистые сланец).

Структуры обломочных пород

1. По размерам обломков;
2. По форме обломков (окатанные, не окатанные);
3. По структуре цемента.

Раз- мер облом- ков, мм	Структура породы	Рыхлая структура		Сцементированная структура	
		Остро- уголь- ные	Окатанные обломки	Остро- угольные	Окатан- ные обломки
		Название породы			
Более 100	Псефитовая (грубообломочная)	Глыбы	Валуны	Брекчия	Конгло- мерат
10-100		Щебень	Галечник		
2-10		Дресва	Гравий	Дресвяник	Гравелит
0,1-2	Псаммитовая (среднеобломочные)	Песок		Песчаник	
0,01-0, 1	Алевролитовые (мелкообломочные)	Алеврит		Алевролит (шеро- ховатый на ощупь)	
Менее 0,01	Пелитовые (тонко- обломочные)	Пелит (глина) размокает в воде		Аргиллит (гладкий на ощупь) не размокает в воде	

Псефиты

(грубообломочные породы) – рыхлые продукты физического выветривания (валуны, гальки, гравий, щебень).

Состоят из обломков пород разного состава, скреплены железистым, кремнистым, известковым или песчаным цементом.

Структуры – псефитовые.



Псаммиты (песчаные породы) – пески и песчаники, которые в зависимости от крупности частиц подразделяются на ряд разновидностей. Сложены или целиком обломочным материалом (*пески*) или к нему добавляется в небольших количествах цемент (*песчаники*).



Структуры – псаммитовые.

Алевролиты – плотные сцементированные породы самой различной окраски. Характерна тонкая горизонтальная, реже иная слоистость и плитчатая отдельность.

Структуры – пелитовые.

Наиболее прочные разновидности используются как строительный материал.



Глинистые породы

По составу и происхождению это образования, **переходные от собственно обломочных к хемогенным** породам.

Особые свойства – присутствие больших количеств глинистых минералов (*каолина, монтмориллонита, гидрослюд*).

Второстепенные минералы – *хлориты, гидроокислы алюминия и железа, кварц, халцедон, полевые шпаты, кальцит*.

Структуры глинистых пород

- По размеру зерен – пелитовые, алевропелитовые;
- По расположению и форме частей – ориентированные (микрослоистые, сланцеватые) и неориентированные (беспорядочно-зернистые, волокнистые и др.).

Текстуры глинистых пород – слоистые (чаще горизонтально-слоистые), пятнистые, сетчатые и др.

К глинистым породам относятся:

- ◆ глины;
- ◆ аргиллиты;
- ◆ глинистые сланцы.

Глины – связанные, но не окаменевшие породы.

Обладают:

- высокой пористостью (до 50-60%), жадно поглощают воду, увеличиваясь в объеме (до 45%);
- пластичностью (с водой образуют вязкое тесто, принимающую любую форму, сохраняя ее при высыхании);



- связующей способностью (не теряя пластичности, удерживают непластичные вещества);
- огнеупорностью (температура плавления многих глин выше 1700°C);
- кислотоупорностью и др.



Аргиллиты и
глинистые сланцы –

окаменевшие или
слабомета-
морфизованные глины.

Имеют малую
пористость, не размокают
в воде, не имеют
пластичности.

Окраска их может быть
самой различной. Часто
наблюдается тонкая
слоистость.



Хемотрогенные и органиотгенные (биотгенные) породы

Выпавшие из растворов в результате различных химических процессов (**хемотрогенные**) и образованные в результате жизнедеятельности животных и растительных организмов (**органиотгенные, биотгенные**) осадки, покрывают значительные площади дна Мирового океана, встречаются и на континентах (озерные, речные, болотные и др.).

Структуры хемогенных пород подразделяются по величине зерен на

- ◆ крупнокристаллические (более 1,0 мм),
- ◆ среднекристаллические (1,0-0,1 мм),
- ◆ скрытокристаллические (0,1-0,01 мм),
- ◆ пелитоморфные (менее 0,01 мм).

Структуры органогенных пород называются **биоморфными**, если они сложены из хорошо сохранившихся организмов и **детритовыми**, если представлены их обломками.

Классификация хемогенных и органогенных пород производится по химическому составу слагающих их минералов:

- ◆ карбонатные;
- ◆ кремнистые;
- ◆ галоидные и сульфатные;
- ◆ железистые;
- ◆ фосфатные;
- ◆ каустобиолиты.

Карбонатные породы

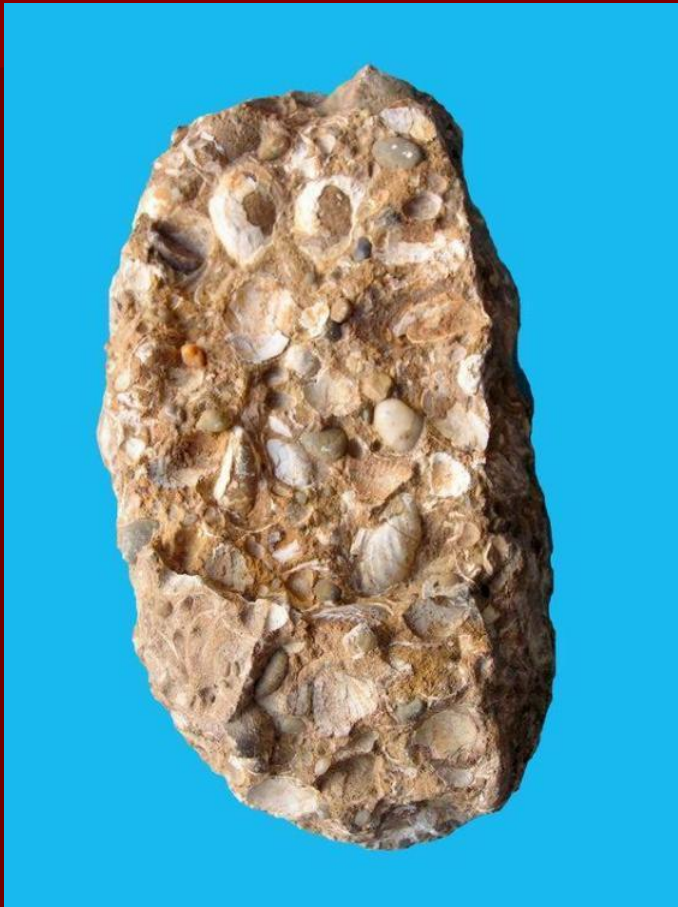
Известняки – состоят из кальцита CaCO_3 (более 70%) с примесью глинистых, алевритовых и песчаных частиц. При реакции с соляной кислотой бурно "вскипают".

Окрашены в светлые тона (светло-серый, светло-желтый), но из-за примесей окраска может быть различной – темно-серой и даже черной.

Образуются главным образом в морях и океанах, реже в озерах.



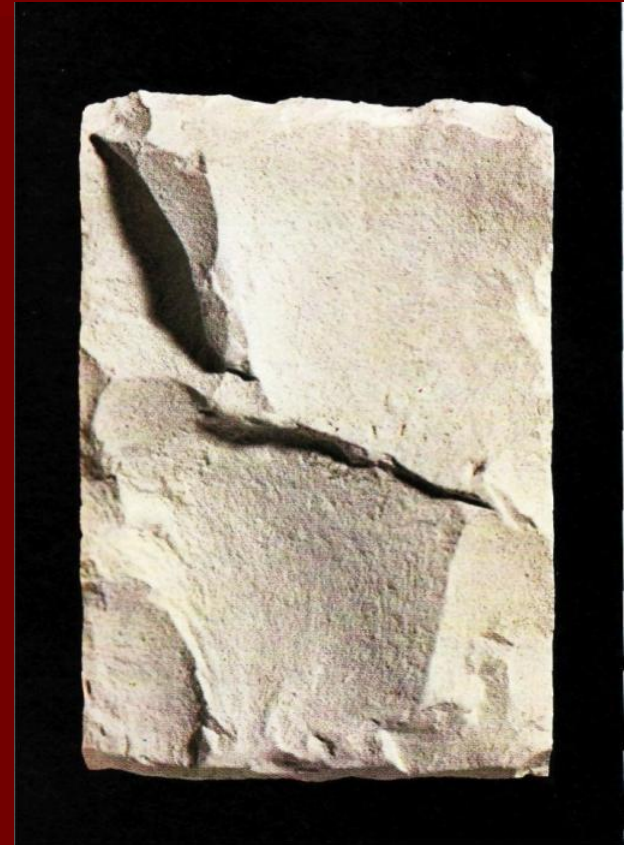
Ракушечник



Известняк строительный



Мел (писчий) – карбонатная органогенная порода белого цвета, состоящая в основном из кальцитовых остатков морских планктонных водорослей (кокколитофорид) и в меньшей степени содержит планктонные форамениферы.

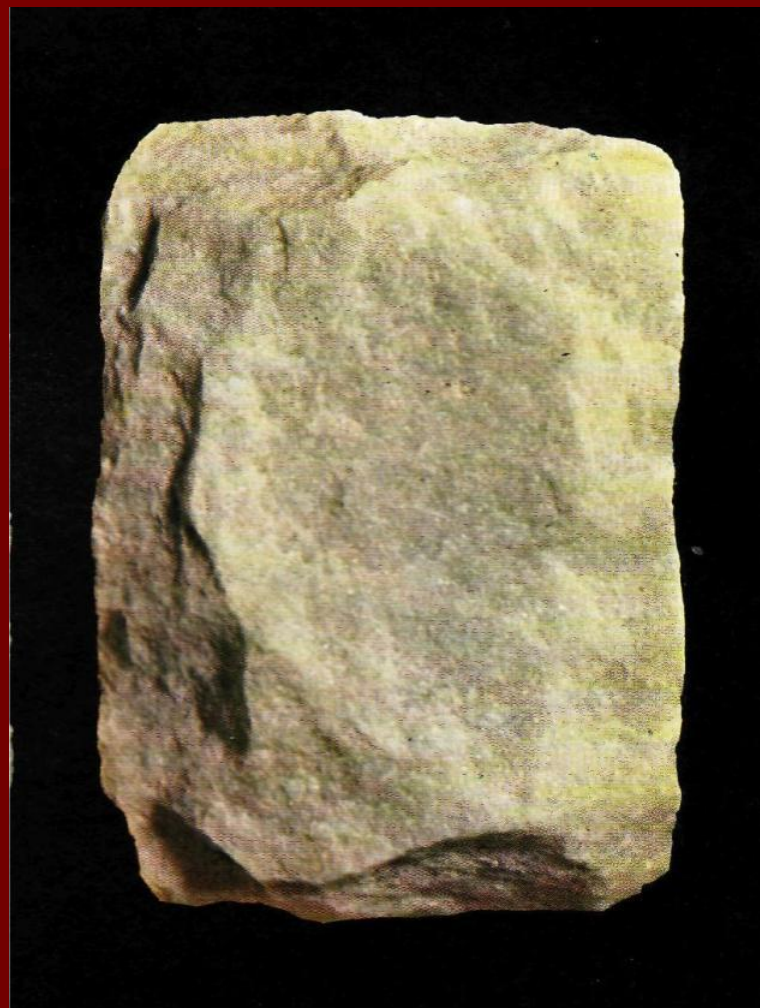


Мергель –

представляет собой смешанную глинисто-карбонатную породу, состоящую на 50-75 % из карбоната и на 25 - 50% из глинистых частиц.

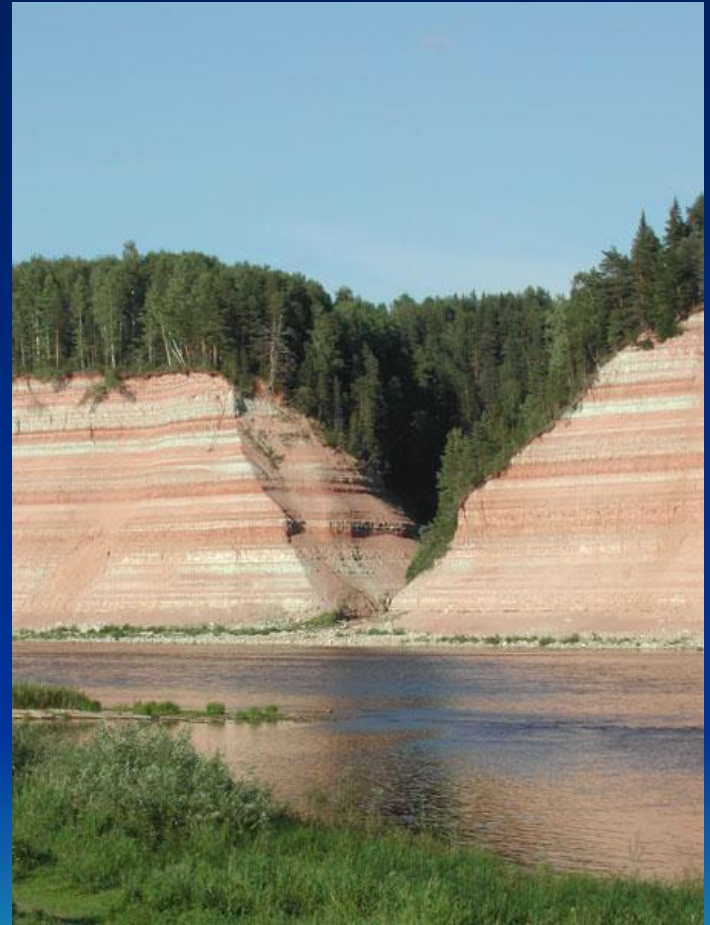


Доломиты –
карбонатная порода,
состоящая
преимущественно из
минерала доломита
 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.



Кремнистые породы

– состоят более чем на 50 % из кремнезема и имеют органическое (биогенное), химическое и вулканогенно-осадочное происхождение.



Диатомит (кремнистая биогенная порода) – состоит из скопления микроскопических опаловых панцирей диатомовых водорослей. Внешне похож на писчий мел, но **не** вскипает при взаимодействии с HCl.



Диатомиты с органическими остатками



Трепел, опока

(кремнистые биогенно-хемогенные породы) – состоят из мельчайших микроскопических зернышек опала; органических остатков нет или они могут присутствовать в небольшом количестве в виде обломков скелетов диатомей, радиолярий и губок.



Яшма (химическая, биогенно-химическая или вулканогенно-осадочная порода) сложена скрытокристаллическим кремнеземом, чаще всего халцедоном или кварцем. Может содержать остатки кремнистых микроскопических раковин радиолярий или кремневых губок.

Кремни — кварцево-халцедоновые и опалово-халцедоновые конкреции.



Поделочные яшмы



Глиноземистые породы – аллиты

К аллитам относятся поверхностные образования, возникшие в результате глубокого физического и химического выветривания кристаллических, богатых полевыми шпатами пород в условиях жаркого и влажного климата (*латериты и бокситы*).

Окраска латеритов и бокситов разнообразная – красная, красно-бурая, лиловая, реже белая, серая, зеленовато-серая и др.

Структуры – землистые, пористые, кавернозные, оолитовые, бобовые, конкреционные, брекчиевидные.

Главные минералы – диаспор, бемит, гидраргиллит с примесью гидрооксидов железа.

Боксит – состоит из гидратов глинозёма (Al_2O_3), оксидов железа (Fe_2O_3) с примесью других минералов.

Цвет – красный различного оттенка (от розового до тёмно-красного) и серый (от зеленовато-серого до тёмно-серого, почти чёрного).



Структура – бобовая, оолитовая, пористая, рыхлая (землистая).

Главные минералы – диаспор, бемит, гиббсит.

Сопутствующие – гётит, гидрогётит, гидрогематит и др.), каолинит, хлориты, кальцит, галлуазит и др.

Железистые породы

Относятся железные руды осадочного происхождения – оксидные, карбонатные, силикатные, а также россыпи песков, богатые железистыми минералами.

Залегают в виде пластов, линз, гнезд.

Железистый кварцит



Главные минералы –
лимонит, гетит, гематит,
сидерит, сульфиды
железа.

**Второстепенные
минералы** –
гидроокислы марганца,
хлориты, кварц,
полевые шпаты.



Окраска их может быть различной – бурой, красно-бурой, красной (окисные руды), зеленовато-серой (силикатно-карбонатные руды), серой до почти черной (сидеритовые руды).

Структуры – землистые, оолитовые, бобовые, конкреционные, часто наблюдается пористость и кавернозность.

Марганцевые породы

Главные минералы – манганит, пиролюзит, псиломелан. Часты примеси опала, халцедона, гидроокислов железа, глинистых минералов, кальцита и др.

Цвет – черный, пачкают руки.



Фосфатные породы (фосфориты)

Главные минералы – гидроксилapatит, карбонатапатит и некоторые более редкие фосфорные минералы.

Из примесей часты карбонаты, а также обломочный материал от гравийной до глинистой размерности, нередко органические остатки.



Окраска разнообразна – белая, серая, темно-серая, зеленовато-серая и даже черная.

Текстуры и структуры – слоистые, конкреционные, желваковые, оолитовые, брекчиевидные, кристаллические или органогенные.

Солевые породы (соли)

химические осадочные породы, сложенные легко растворимыми минералами, выпадающими в осадок в результате выпаривания и сильной концентрации (пресыщенности) растворов – хлориды и сульфаты натрия, калия, магния, кальция, некоторые нитраты и редкие бораты.

Солевая штольня, г. Соль-Илецк



Важнейшие минералы –

галит, гипс, ангидрит, сильвин, карналлит, мирабилит и некоторые другие.

Окраска – белая, серая, желтая, розовая, красная, голубая и даже черная.

Структура – кристаллическая различной зернистости.

Текстура – пятнистая, массивная, слоистая и др.



Каустобиолиты (углеводороды) *«горючие камни»*

Образуются из остатков растительных и животных организмов под влиянием биохимических, химических и геологических факторов. Обладают горючими свойствами.

К группе каустобиолитов относятся:

- ♦ торф;
- ♦ бурый уголь;
- ♦ каменный уголь;
- ♦ антрацит;
- ♦ нефть.

Торф – скопление растительных остатков разной степени разложения. Содержит терригенные примеси и минеральные новообразования, содержание углерода - 35-40%.



Бурый уголь –

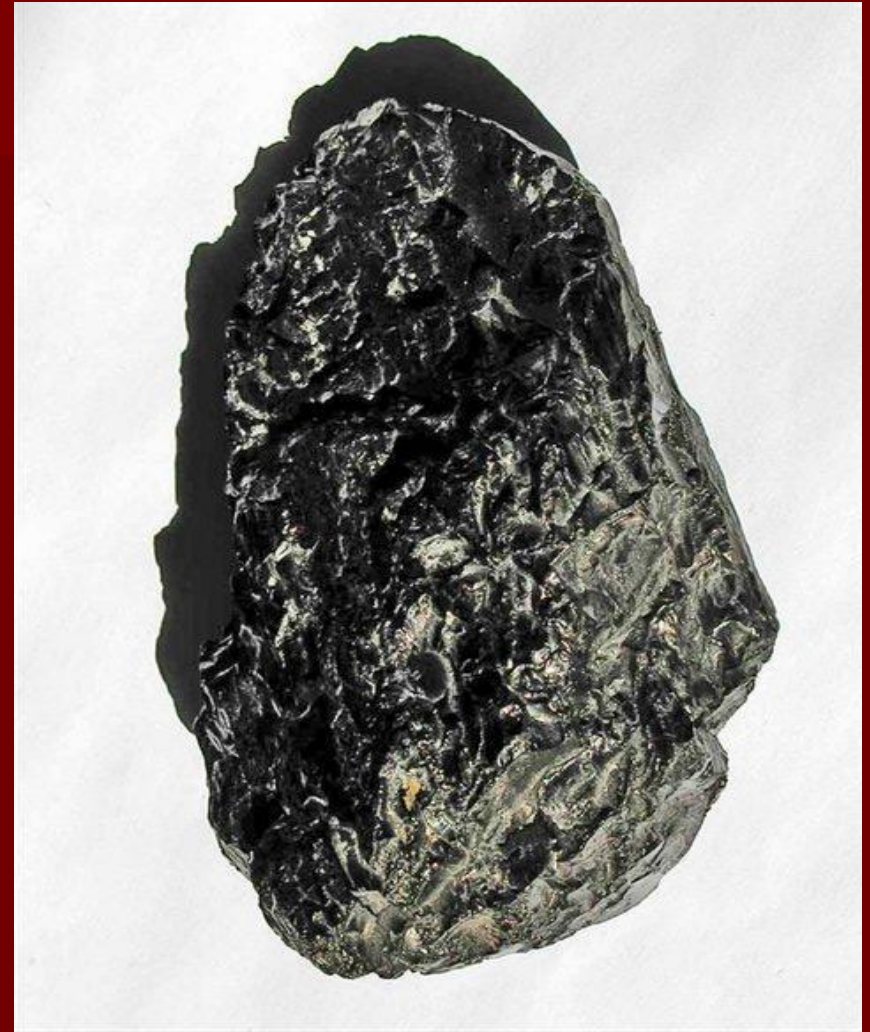
плотная темно-бурая или черная порода с землистым или раковистым изломом, матовым блеском, содержание углерода до 70%.



Каменный уголь –
черная плотная
порода с
раковистым
изломом,
содержание
углерода до 80%.



Антрацит –
очень твердая
плотная порода с
сильным
полуметаллическ
им блеском, в
отличие от
предыдущих
разновидностей
углей не пачкает
руки.



Процесс разложения захороненного органического вещества в условиях затрудненного доступа кислорода приводит к образованию **нефти** или горючих летучих веществ, называемых **битумами**.



Метаморфические горные породы

- ♦ образуются в результате структурно-текстурных и минеральных, а иногда и химических преобразований ранее существовавших горных пород (осадочных, магматических и метаморфических)

- ***Основной причиной*** метаморфических преобразований является изменение физико-химических условий под воздействием разнообразных эндогенных процессов.
- Изменениям подвергаются породы любого состава и генезиса

Метаморфические изменения включаются в:

- распаде первичных минералов,
- образовании новых, более устойчивых минеральных ассоциаций,
- частичной или полной перекристаллизации пород,
- образовании новых текстур, структур и минералов.

По интенсивности метаморфических преобразований породы разделяются на:

- **слабо измененные** (метаморфизованные), сохранившие реликты состава и структуры исходного материала
 - **глубоко преобразованные** (метаморфические), первоначальная природа которых полностью утрачена.
- Между ними наблюдаются постепенные переходы

Метаморфические процессы могут происходить:

- **изохимически** – без существенного изменения валового химического состава метаморфизируемой породы
- **аллохимически** – со значительным изменением состава метаморфизируемой породы вследствие привноса и выноса вещества

Минералы, слагающие метаморфические породы, можно разделить на следующие группы:

1. **Минералы, широко распространенные как в метаморфических, так и в магматических породах** (полевые шпаты, кварц, слюды, роговая обманка, большинство пироксенов, оливин, магнетит и др.).
2. **Минералы, типичные для осадочных пород** (кальцит, доломит).

3. **Минералы вторичные**, которые встречаются и в магматических породах (серпентин, хлорит, актинолит, серицит, тальк и др.).
4. **Специфические минералы**, которые встречаются только в метаморфических породах (дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, кордиерит, некоторые гранаты, везувиян, волластонит, глаукофан и др.).

Среди структур метаморфических пород

выделяются следующие главные типы:

1. **Кристаллобластовые структуры** – возникают в результате полной перекристаллизации исходных пород.

Процесс перекристаллизации в твердом состоянии называется –

кристаллобластезом, а минеральные зерна, образующиеся в результате такого процесса – кристаллобластами

2. Катакластические структуры – возникают под воздействием направленного давления, вызывающего дробление и перетирание пород. Среди катакластических структур различаются: **брекчиевидная** (брекчиевая), **милонитовая** и **бластомилонитовая**

3. **Реликтовые структуры** – характерны для пород, не претерпевших глубоких изменений, в которых наряду с новыми структурами сохранились элементы структур исходных пород

Текстуры метаморфических пород:

- **Сланцеватая** – определяется параллельным расположением чешуйчатых и листоватых минералов
- **Гнейсовая** – обусловлена параллельной ориентировкой таблитчатых или вытянутых зерен минералов

- **Полосчатая** – обусловлена чередованием полос различного состава и структуры
- **Линзовидно-полосчатая** – минералы разного состава скапливаются в виде вытянутых линз

- **Пятнистая** – определяется неравномерным, гнездовым распределением минералов;
- **Волокнистая** – определяется вытянутыми примерно в одном направлении волокнистыми и игольчатыми минералами;
- **Очковая** – определяется рассеянными в породе более крупными овальными зернами или агрегатами («очками») на фоне сланцеватой основной ткани породы;

- **Плющчатая** – определяется присутствием в породе очень мелких складок;
- **Однородная** – определяется неориентированным расположением зерен
- **Массивная** – однородное сложение породы

Классификация метаморфических пород

- С учетом геологических условий и преобладания тех или иных факторов преобразования пород выделяются следующие основные типы метаморфизма:
 - *региональный,*
 - *динамометаморфизм,*
 - *контактовый,*
 - *ультраметаморфизм,*
 - *метасоматоз*
 - *ударный метаморфизм*

Региональный метаморфизм

– преобразование горных пород, происходящее на глубине без существенного плавления, сопровождается перекристаллизацией и развитием новых минералов в условиях расплющивания и пластического течения.

Главными факторами являются температура и давление, а также воздействие воды и углекислоты, содержащихся в исходных породах и способствующих ходу химических реакций.

Наиболее распространенными породами регионального метаморфизма являются:

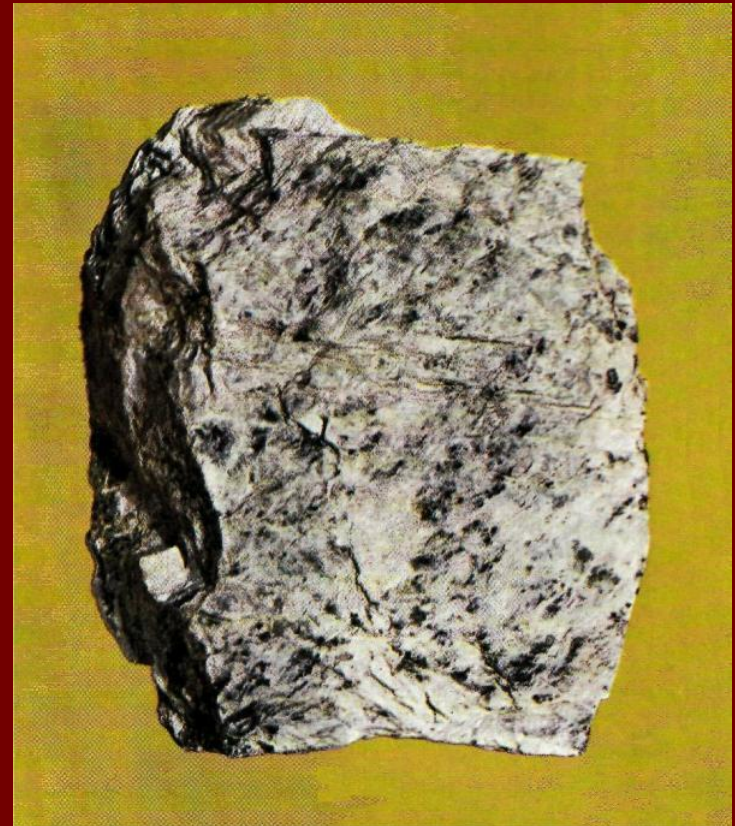
1. Сланцы – общее название для пород наиболее слабых степеней метаморфизма.

В зависимости от минерального состава выделяют глинистые, хлоритовые, кварц-серицитовые, тальковые, слюдяные и др.

Особенности сланцев

- состоят из низкотемпературных минералов – хлорит, актинолит, серицит, серпентин, эпидот, мусковит, альбит, кварц, ставролит
- обладают сланцеватой текстурой,
- часто сохраняются реликтовые структуры

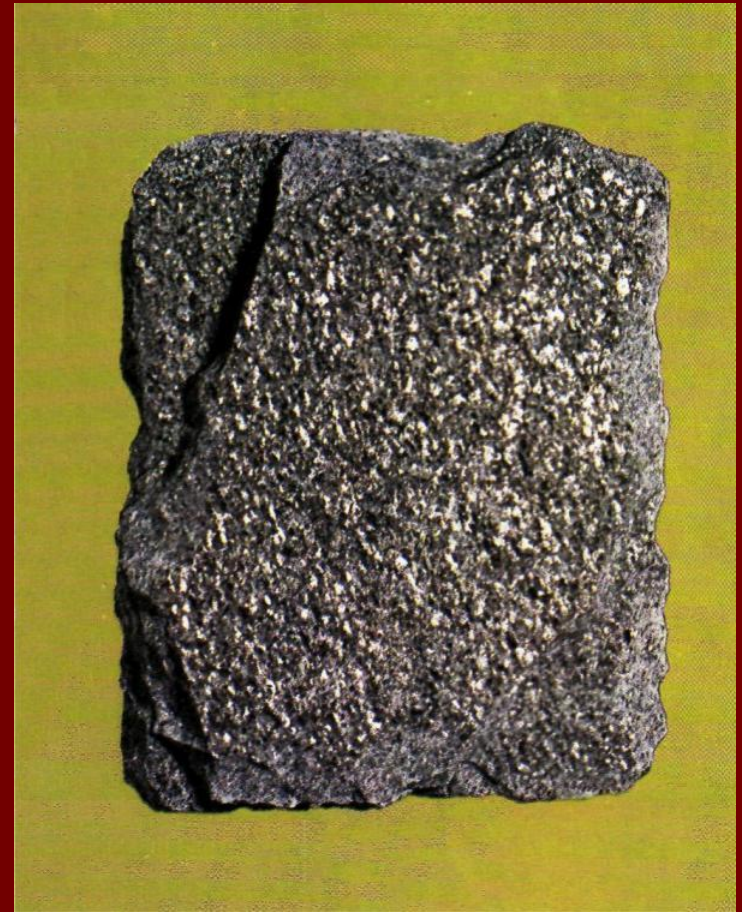
Сланец тальковый



2. **Гнейсы** – породы с очковой или гнейсовой текстурой, внешне часто напоминают граниты, отличаясь от них параллельной ориентировкой слюды. Состоят из полевых шпатов, слюд, кварца, граната.

Структура породы мелко-среднезернистая.

Гнейс мусковитовый



Динамический метаморфизм (динамометаморфизм)

- заключается в дроблении горных пород, вследствие стресса, без существенной их перекристаллизации.

Главный фактор – давление.

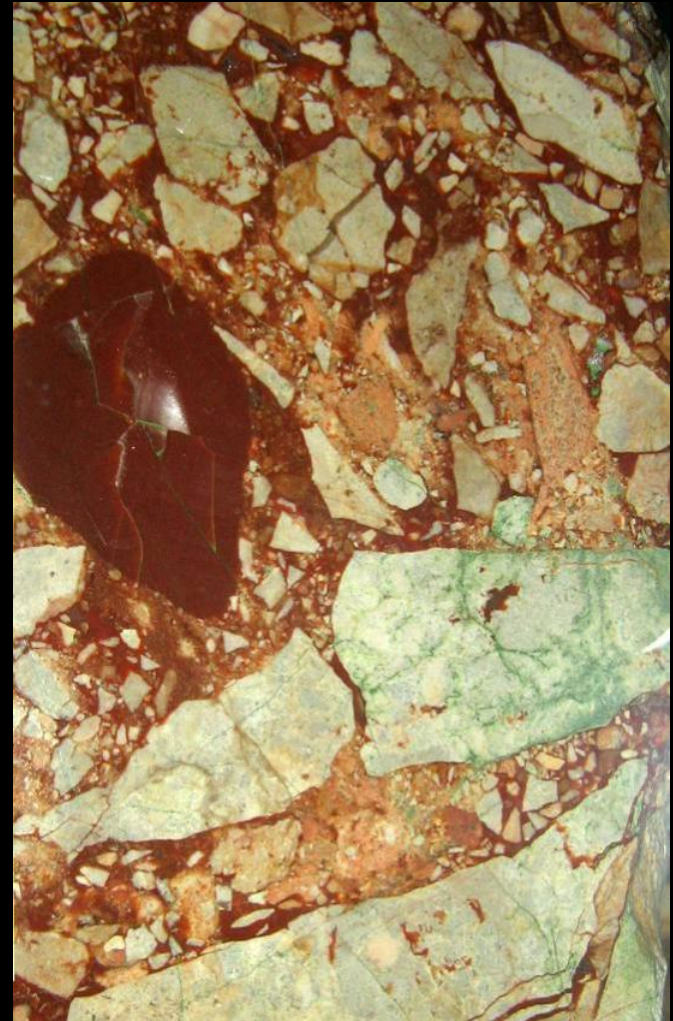
По степени раздробленности среди продуктов динамометаморфизма выделяют **тектонические брекчии, катаклазиты и милониты.**

1. Тектоническая брекчия

– образована угловатыми или линзовидными обломками пород различной величины, между которыми находится небольшое количество мелкораздробленного материала тех же пород.

Структура – брекчиевидная.

Текстура – беспорядочная.



2. **Катаклазит** – состоит из более мелких угловатых обломков, сцементированных тонкоперетертым материалом этой же породы. Текстура – катаклазитовая.
3. **Милонит** – перетертые и развальцованные породы с полосчатой текстурой, обусловленной наличием тонких слоев линзовидных обособлений менее раздробленного материала в тонкоперетертой массе первичных пород. Текстура – тонкополосчатая, очковая.

Контактовый метаморфизм

- проявляется в связи с внедрением в относительно холодные горные породы горячих масс магматических расплавов.

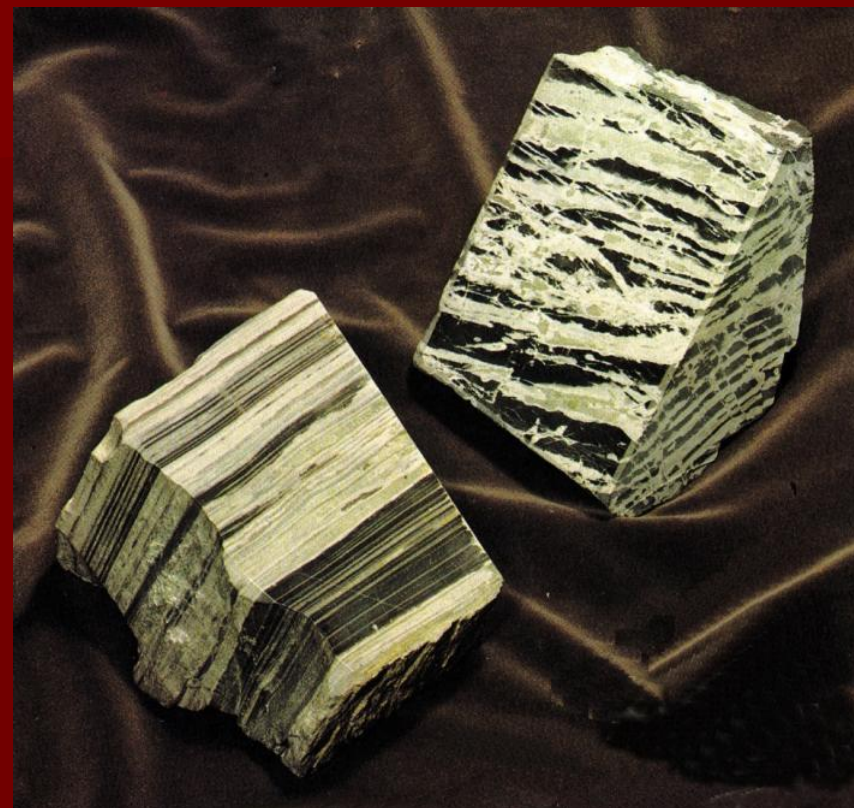
Главный фактор – температура.

Основными продуктами контактового метаморфизма являются роговики, мраморы и кварциты.

1. **Роговики** – плотные и крепкие тонкозернистые породы с раковистым изломом и режущими краями серого, черного или темно-зеленого цвета.

Структура – гранобластовая.

Текстуры – массивная, реже пятнистая, иногда сохраняется полосчатая реликтовая.



В зависимости от состава различают:

- биотитовые роговики (в результате перекристаллизации песчано-глинистых и кварц-полевошпатовых пород).
- роговообманковые или пироксеновые (в результате перекристаллизации магматических пород основного и среднего состава).
- известково-силикатные (в результате перекристаллизации карбонатных пород).

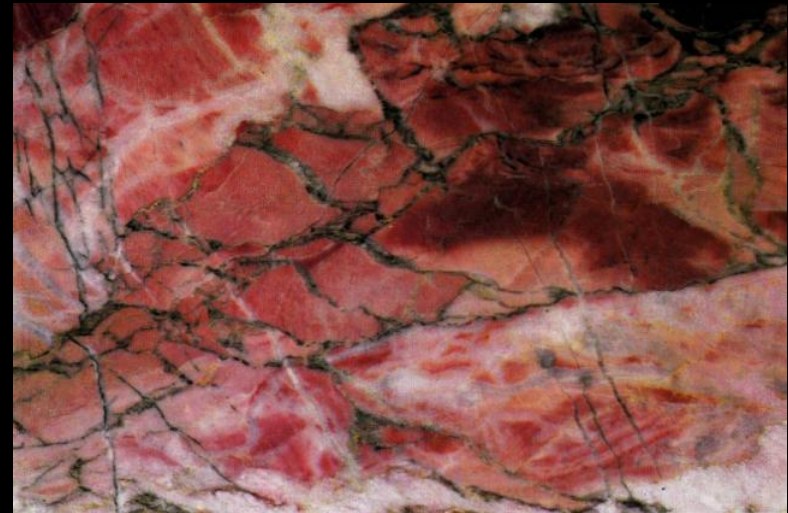
2. Мраморы –

мономинеральные породы карбонатного состава, бурно реагируют с соляной кислотой.

Структура всегда гранобластовая.

Текстура массивная, пятнисто-полосчатая.

Окраска белая, серая, розовая, чёрная и др.



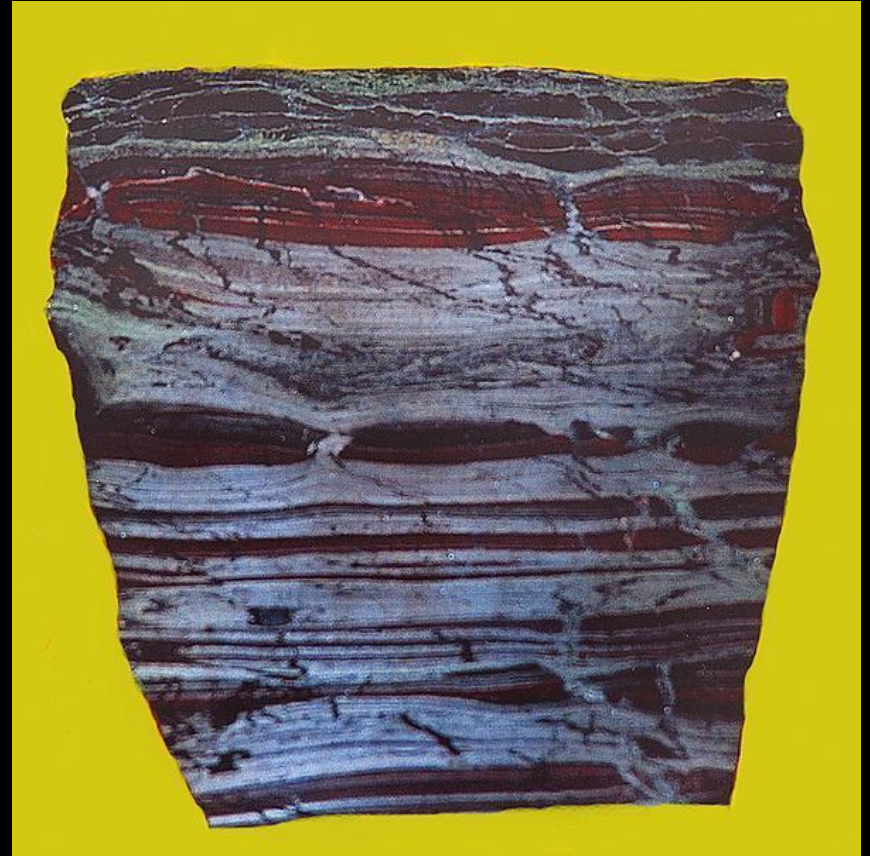
3. Кварциты –

мономинеральные породы кремнистого состава, плотные, твёрдые.

Структура гранобластовая.

Текстура массивная.

Преобладают светлые тона окраски.



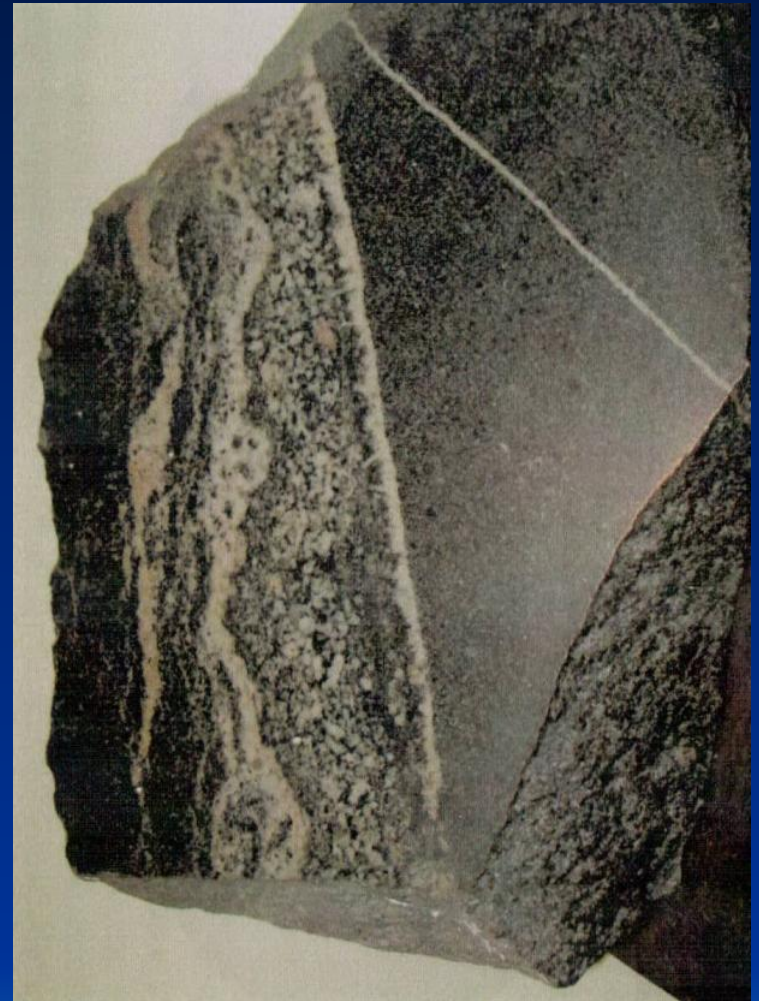
Ультраметаморфизм

– высшая степень регионального метаморфизма. Характеризуется началом частичного плавления горных пород

Факторы – температура, давление, химическая активность воды, привнос и вынос веществ.

- **Мигматиты** – неоднородные по составу породы с полосчатой текстурой.

В зависимости от степени переработки субстрата и характера текстурного рисунка, выделяют морфологические типы мигматитов: полосчатые, ветвистые, сетчатые, глыбовые, плейчатые мигматиты.



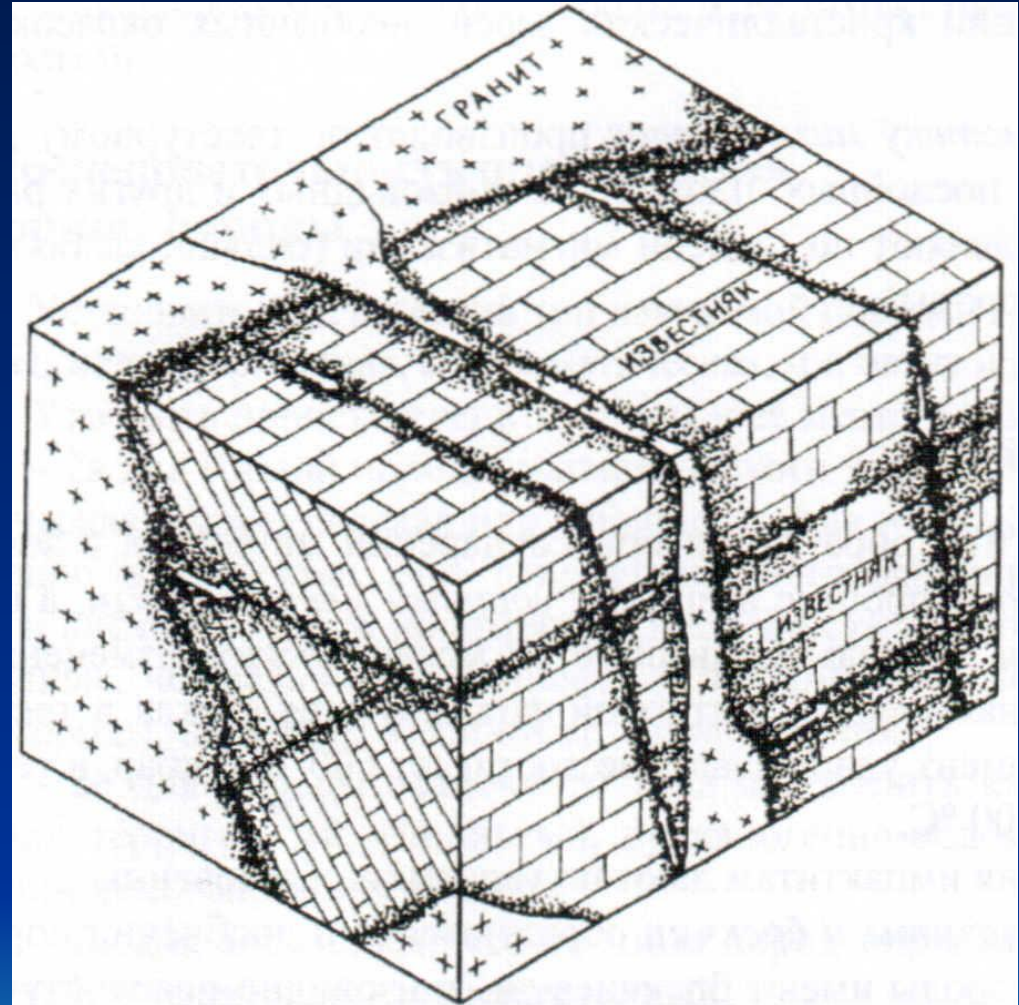
Метасоматиты

– образуются в результате реакции замещения минералов в твердом состоянии за счет флюидов, растворяющих и выносящих одни химические элементы и привносящих и отлагающих другие.

Классификация метасоматитов сложна, наиболее типичные породы:

- скарны
- грейзены
- серпентиниты.

1. Скарны – образуются на контакте интрузий и карбонатных толщ под действием постмагматических флюидов и растворов.



Структуры –

нематогранобластовые.

- **Текстуры** – массивные, полосчатые, пятнистые.
- **Состав** – преобладают пироксены, гранат, часто содержат кальцит, рудные минералы.



2. Грейзены –

крупнокристаллические
светло-серые породы.

Состав - кварц и светлая
слюда (мусковит или
лепидолит). Могут
присутствовать топаз,
турмалин, апатит,
флюорит; рудные
минералы (касситерит,
вольфрамит, молибденит,
пирит, арсенопирит и др.)

Структура –

лепидогранобластовая.

Текстура – массивная.



3. Серпентиниты –

образованы под влиянием флюидов на ультраосновные породы, содержащие оливин.

Состав - серпентин с примесью магнетита и хлорита, часто с прожилками волокнистого хризотил-асбеста.

Структура – лепидобластовая.

Текстура – массивная, пятнистая.



Ударный метаморфизм (*импактный, коптогенный*)

– проявляется в образовании различных пород и новых минералов при столкновении с Землей метеоритов.

Образуются породы, которые называются *импактитами*.

1. Катаклазиты и брекчии

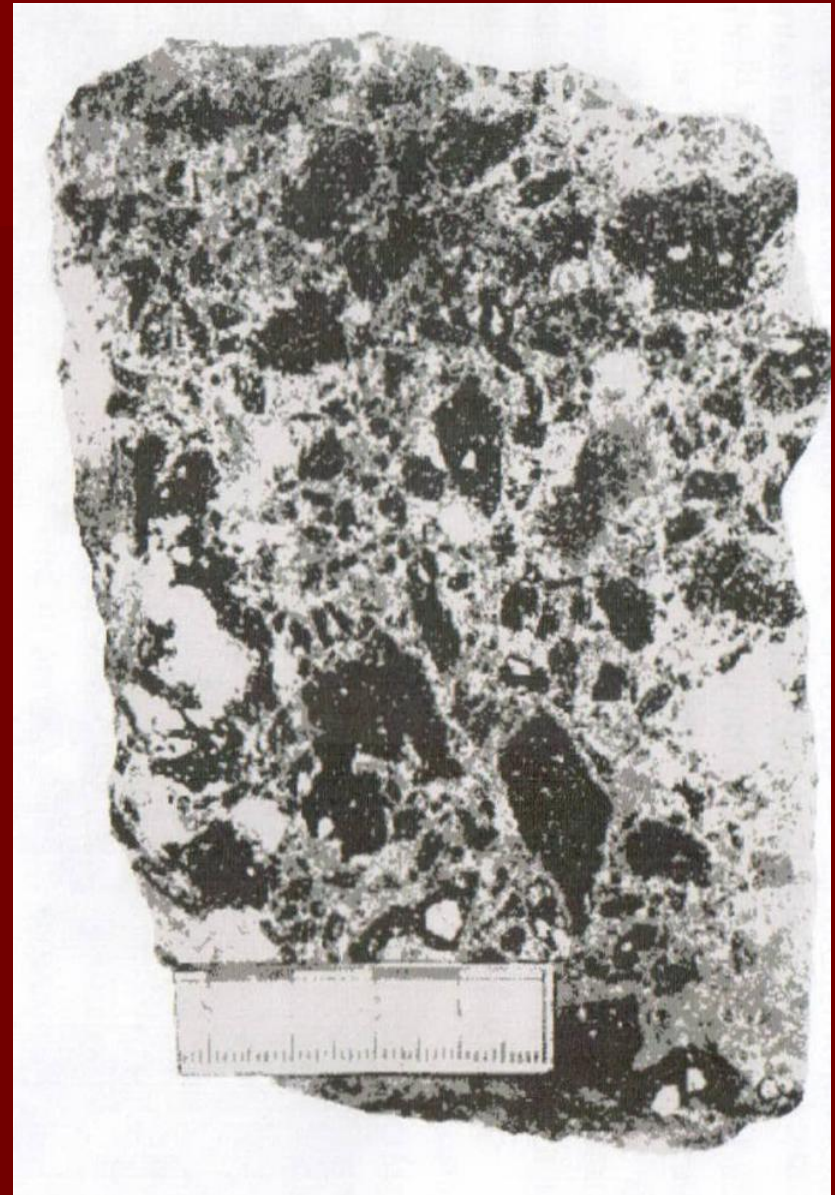
образуются при дроблении пород в момент удара. Обломки разного размера цементируются мелкообломочным материалом, гидроксидами железа, реже глинисто-серицитовым субстратом.

Текстуры – брекчиевые, линзовидно-полосчатые.

2. **Тагамиты** состоят из продуктов плавления исходных пород. В минералах ударная волна разрушает кристаллическую решетку и формирует изотропное стекло, которое со временем раскристаллизуется в микролиты кварца, полевых шпатов, оливинов и пироксенов.

Текстуры – стекловатые, микролитовые, возможны пористые и миндалекаменные.

3. **Зювиты** – брекчии смешанного состава из продуктов дробления и плавления зеленовато-серой окраски. Внешне похожи на туфы. **Текстура** – пористая.



Обнажение зювитов «Пестрые скалы» в Попигайской астроблеме

