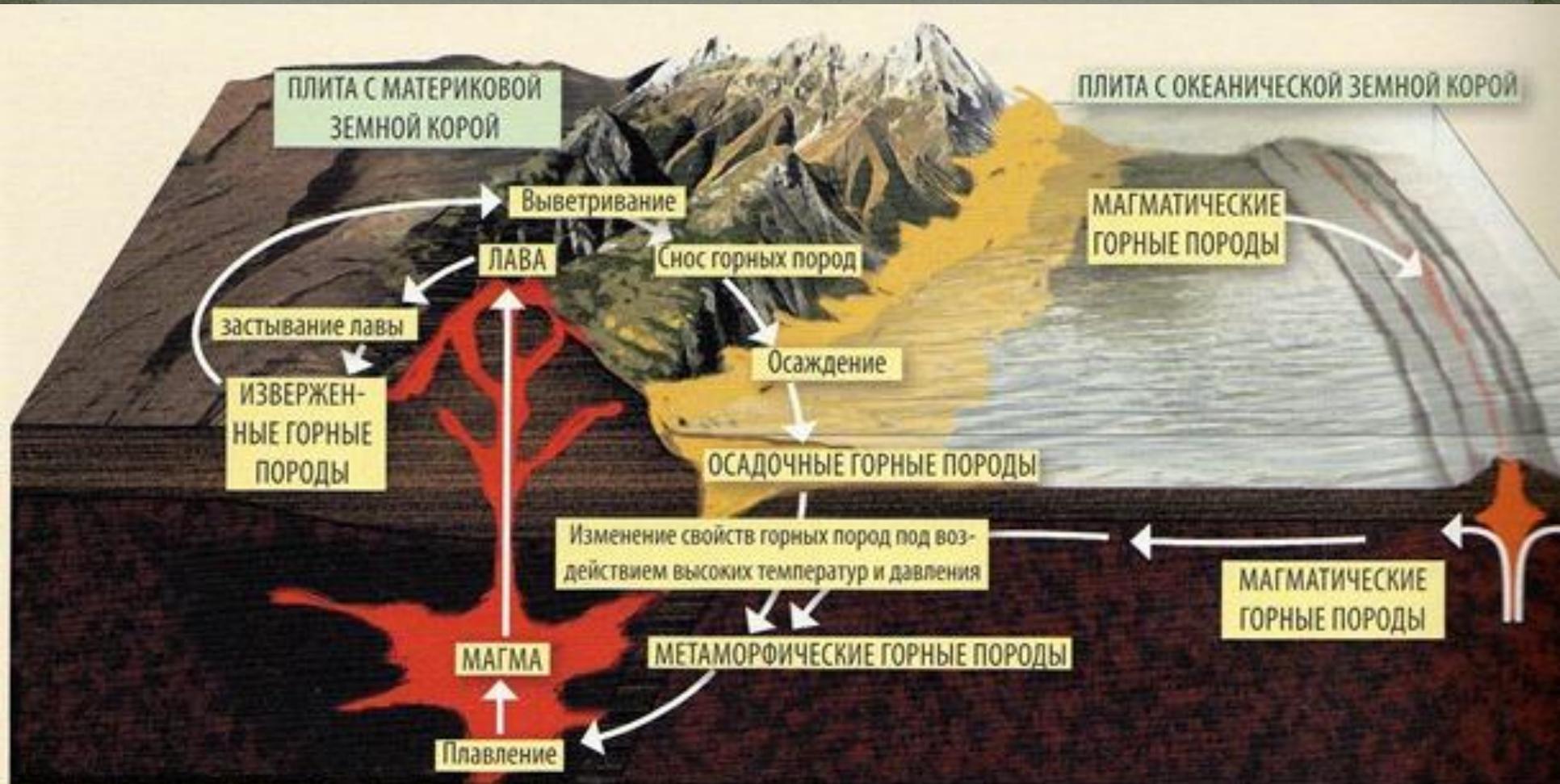


Метаморфические горные породы. Виды и фации метаморфизма.

Классификация метаморфитов и метасоматитов.



Метаморфические горные породы

- **Метаморфические горные породы** — горные породы, образованные в толще земной коры в результате изменения (метаморфизма) осадочных и магматических горных пород вследствие изменения физико-химических условий. Благодаря движениям земной коры, осадочные горные породы и магматические горные породы подвергаются воздействию высокой температуры, большого давления и различных газовых и водных растворов, при этом они начинают изменяться.

Образование метаморфических горных пород

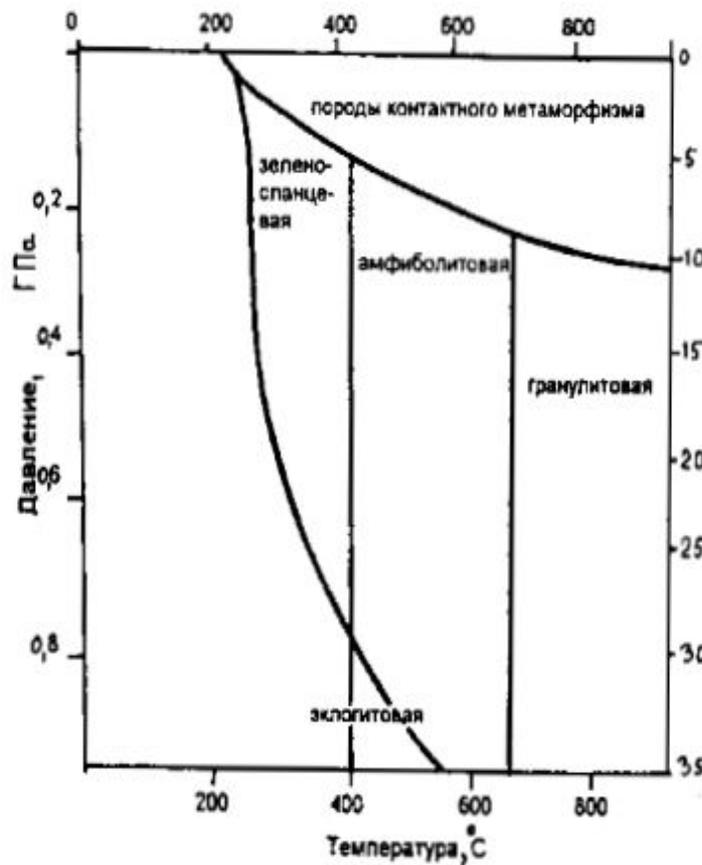


Виды и фации метаморфизма

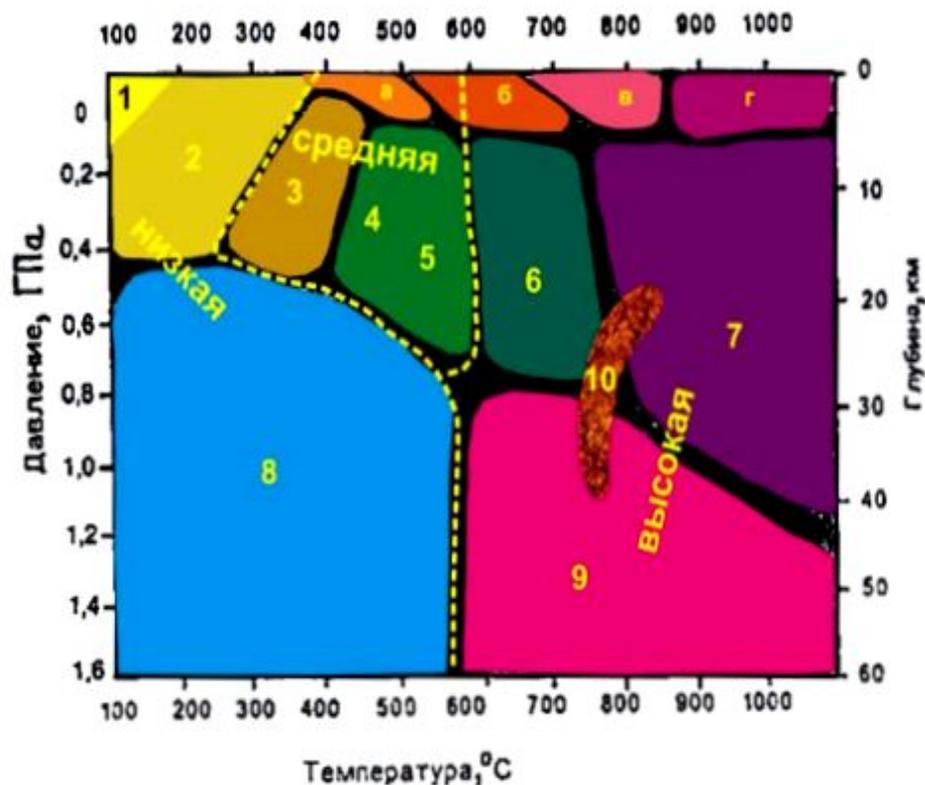
Виды метаморфизма

- **Региональный метаморфизм** – совокупность метаморфических изменений горных пород, вызываемых односторонним и гидростатическим давлением и температурой, проявляющихся на больших территориях вне зависимости от воздействия магмы. На больших глубинах роль одностороннего давления затухает, а гидростатического (или литостатического) – возрастает. При региональном метаморфизме образуются метаморфические и кристаллические сланцы, гнейсы и т.д.
- **Локальный метаморфизм** – преобразования горных пород, проявившиеся локально. Выделяется контактовый, дислокационный и импактный локальные метаморфизмы.

- **Контактовый метаморфизм** – изменения вмещающих горных пород, обусловленные тепловым и химическим воздействием на них интрузивных магматических масс. Различают нормальный контактовый метаморфизм и контакто-метасоматический.
- **Дислокационный метаморфизм** (синонимы – динамометаморфизм, катакластический, динамический, кинетический) – структурное и минеральное преобразование горных пород под воздействием тектонических сил при складкообразовании или в зонах разрывных нарушений без участия магмы. Основными факторами этого типа метаморфизма являются гидростатическое давление и одностороннее давление (стресс). Продуктами такого метаморфизма являются катаклазиты, милониты и различные сланцы.
- **Импактный (или ударный) метаморфизм** – изменения в горных породах, обусловленные прохождением мощной ударной (метеоритной) волны. Единственным природным процессом, при котором может проявиться этот тип метаморфизма, является падение крупных метеоритов. Образованные при импактном метаморфизме породы называются импактиты (зювиты и тагамиты).



Основные фации метаморфизма.



Метаморфические фации горных пород: 1- зона диагенеза; фации регионального метаморфизма: 2 – цеолитовая, 3 – пренит-пумпелиитовая, 4 – зеленых сланцев, 5 – эпидот-амфиболитовая, 6 – амфиболитовая, 7 – гранулитовая, 8 – голубых сланцев, 9 – эклогитовая; 10 – зона мигматитов. Фации контактового метаморфизма: а – эпидот-альбитовых роговиков, б – роговообманковых роговиков, в – пироксеновых роговиков, г – санидинитовая

- **Фа́ция метаморфизма** - это комплекс или парагенезис (сонахождение) минералов, устойчивых в определенном интервале давлений и температур. Фа́ция именуется по наиболее характерному для нее типу пород или минералов. Фа́ции метаморфизма отражают степень метаморфических преобразований исходной породы. Внутри основных фа́ций метаморфизма, отвечающих ступеням метаморфизма, выделяются метаморфические фа́ции горных пород, наиболее типичных для каждого конкретного диапазона температур и давлений и содержащих индикаторные минералы – «геотермометры» и «геобарометры».
- **Фа́ции контактового метаморфизма** соответствуют фа́циям низкого давления – высоких температур, такие термодинамические параметры достигаются в условиях контактового метаморфизма. Типичными породами контактового метаморфизма являются роговики, что и определило название фа́ций: альбит-эпидот-роговиковая - роговообманково-роговиковая - пироксен-роговиковая, а также санидиновая (характерна для включений в лавах и контактовых зонах «сухих» горячих интрузивов).
- **Фа́ции регионального метаморфизма** формируются в условиях пропорционального изменения температуры и давления.

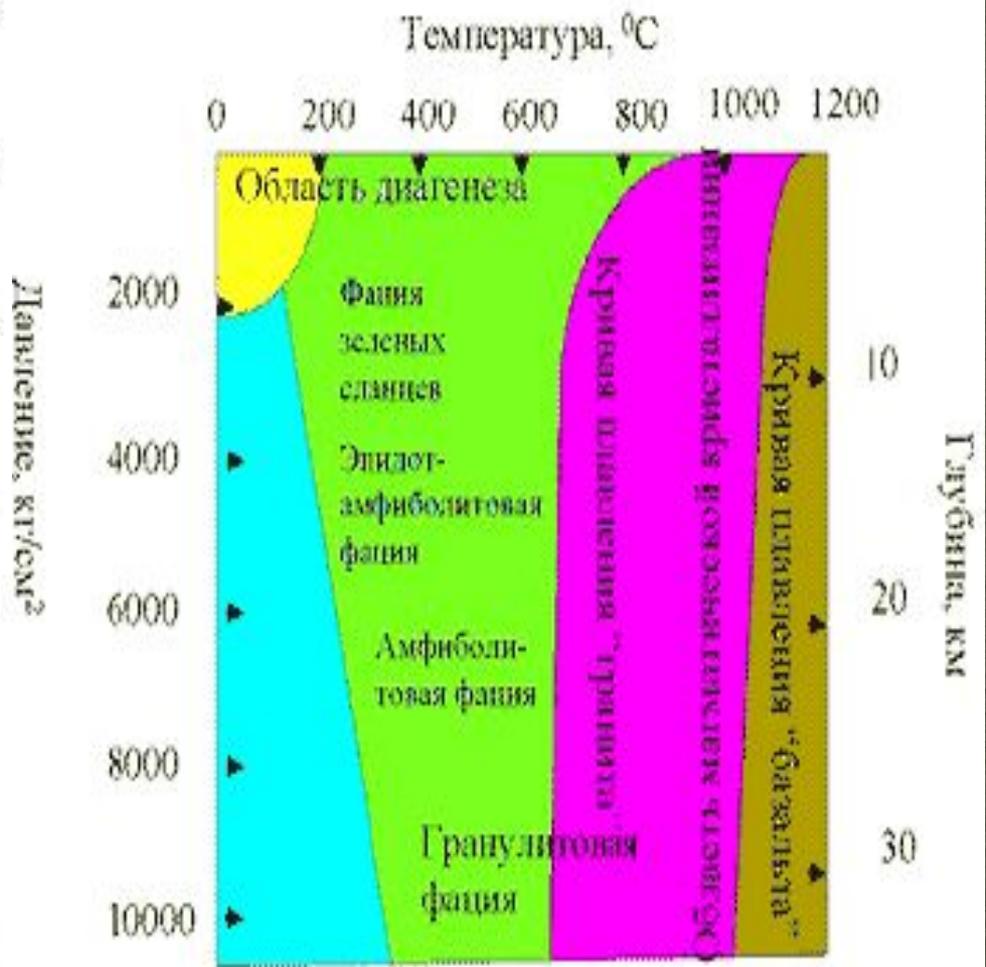
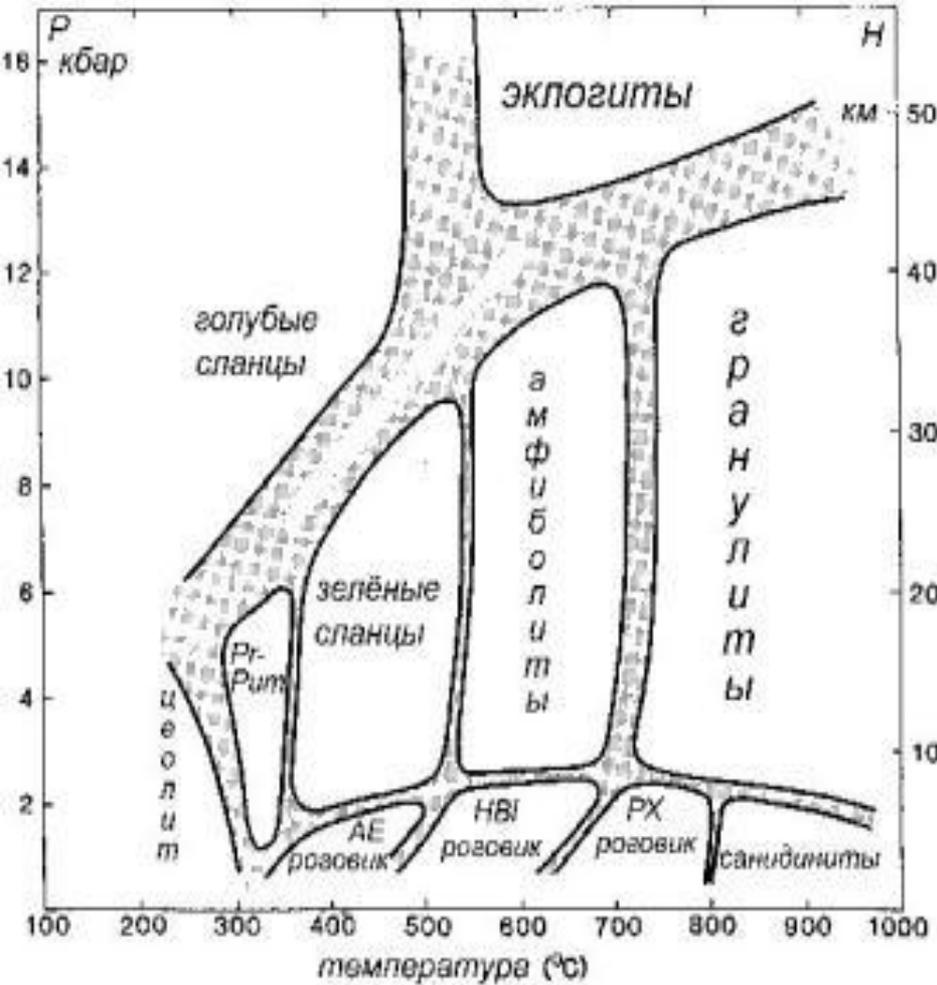
● **Пренит-пумпеллиитовая (стадия филлитов).** Начальный региональный метаморфизм. Характерные минералы: серицит, тальк, хлорит, серпентин, кварц. Типичные породы – «зеленокаменные породы» (слабо метаморфизованные базальтоиды, андезиты, габбро), филлиты (слабо метаморфизованные глинистые сланцы, алевролиты), тальк-хлоритовые сланцы (слабо метаморфизованные ультраосновные породы), кристаллические известняки и пр. Для таких пород характерны мелкие размеры кристаллов минералов (до 0,1-0,25 мм), наличие реликтовых признаков первичных пород.

● **Фация зелёных сланцев.** Соответствует региональному метаморфизму низкой степени. Характеризуется наличием низкотемпературных гидроксилсодержащих минералов (хлорит, тальк и пр.), плагиоклазы представлены альбитом. Может присутствовать амфибол с крайне низким содержанием алюминия (тремолит; рассматривается как типоморфный минерал этой фации). Критической реакцией, отражающей переход к эпидот-амфиболитовой фации, может служить: кальцит + хлорит + кварц = актинолит + эпидот + $H_2O + CO_2$

Переходя к рассмотрению более высокотемпературных фаций нужно отметить, что их образование происходит при участии глубинных флюидных потоков.

- **Эпидот-амфиболитовая фация.** Хлорит – «запрещённый» (не встречающийся в таких условиях) минерал. Для этой фации типичны обыкновенная роговая обманка, эпидот, гранат, олигоклаз, слюды. Типичные породы – сланцы и гнейсы, эпидотовые (эпидот-роговообманковые) амфиболиты. Не всегда без детальных исследований особенностей минерального состава можно разделить ассоциации эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций, поскольку широко распространённая ассоциация кварц + калиевый полевой шпат + плагиоклаз + слюды устойчива в пределах обеих фаций (в силу этого в некоторых классификациях эпидот-амфиболитовая фация не выделяется).
- **Амфиболитовая фация.** Критическими минералами служат обыкновенная роговая обманка и плагиоклаз; обычно присутствуют мусковит, биотит, кварц, калиевый полевой шпат, андалузит, силлимонит. Типичные породы – слюдяные гнейсы и сланцы, амфиболовые гнейсы, роговообманковые амфиболиты, мраморы. В высокотемпературной зоне происходит частичное плавление с образованием **мигматитов** – метаморфических пород, образующихся в условиях частичного плавления и вследствие этого состоящих из нерасплавленного субстрата и кристаллизовавшегося в виде полос или линз гранитоидного расплава.

- **Гранулитовая фация.** Характерной особенностью является отсутствие гидроксилсодержащие минералы – исчезают роговая обманка, слюды (например, в соответствии с реакцией биотит = гиперстен + калиевый полевой шпат + H_2O). Характерные минералы: пироксены, кварц, гранат, полевые шпаты. Типичные породы – пироксеновые гнейсы, гранулиты.
- **Эклогитовая фация.** Высокие температура и давление, соответствующие этой фации, достигаются в условиях нижней коры и верхних частей мантии. Типичная порода – эклогит (состоит из пироксена и граната). Часто рассматриваемся как продукт метаморфизма погруженной в процессе субдукции океанической коры.
- Породы специфичной **фации глаукофановых сланцев** трассируют зоны высоких стрессовых давление и относительно низких температур в земной коре, такие условия достигаются в зонах столкновения плит (и рассматриваются как индикаторы зон субдукции). Характерные минералы – глаукофан (Na амфибол) и лавсонит (+ гранат, пироксен). Исходя из приуроченности к областям стрессовых давлений, некоторыми авторами она рассматривается как фация специфичного типа динамического метаморфизма.

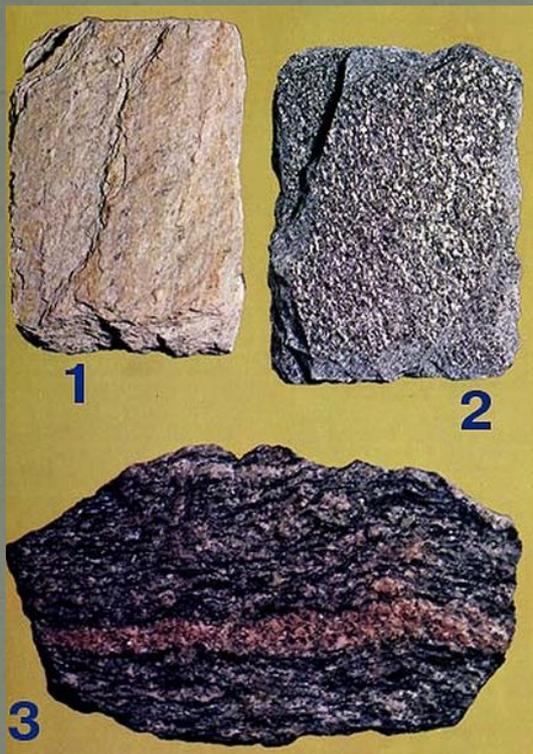


Классификация метаморфитов и метасоматитов

● Метаморфиты

- **Метаморфические породы** (называемые также кристаллическими или метаморфическими *сланцами*) образуются путем преобразования (*метаморфизма*) каких-либо горных пород. Это преобразование совершается под воздействием высоких давлений и температур, причем вся масса породы сохраняет твердое агрегатное состояние. Метаморфизм происходит на разных глубинах в земной коре в интервале температур от 100 до 900 градусов и давлении от 100 до 10 000 атмосфер. Число типов метаморфических пород весьма велико, так как каждой магматической и каждой осадочной породе соответствуют одна или несколько метаморфических. Их подразделяют на две большие группы в зависимости от того, являются ли они продуктами метаморфизма магматических или осадочных пород; соответственно различают *метаморфические орто- и парапороды*.

- **Метаморфиты** классифицируются по минеральному составу, структурно-текстурным признакам, по типу метаморфизма, происхождению исходных пород и по условиям формирования самих метаморфитов (или, как принято говорить, по метаморфическим фациям). Для неспециалиста наиболее доступна и понятна систематика по структурно-текстурным признакам и минеральному составу. По этим характеристикам метаморфиты подразделяются на гнейсы, сланцы, массивные метаморфические породы (эклогиты, амфиболиты, серпентиниты и др.) и мраморы (кристаллические известняки и доломиты).
- **Гнейсы** богаты полевым шпатом и отчетливо сланцеваты.
- **Сланцы** бедны полевым шпатом или вовсе его не содержат и имеют отчетливую параллельную (сланцеватую) текстуру. Массивные метаморфиты характеризуются лишь незначительным содержанием кварца и полевого шпата, сланцеватость у них отсутствует.
- **Мраморы** — это метаморфизованные *известняки* и *доломиты*.



1. Серицитовый гнейс – это скорее не гнейс, а метаморфический сланец (филлит) , богатый серицитом – тонкочешуйчатой разновидностью мусковита и кристаллами полевого шпата – ортоклаза.
2. Мусковитый гнейс – разновидность гнейса, богатая светлой слюдой и обладающая характерным блеском, металловидным или шелковистым.

3. Гранитогнейс-мигматит – ортогнейс, образованный из гранита в катазоне и прорезанный прожилком магматического материала гранитного состава. Такие сложные метаморфические породы смешанного состава, в которых орто- или парагнейсы пронизаны гранитным материалом, носят название мигматитов.

1. Тальковый сланец – серовато-зеленая мягкая и весьма легко расщепляющаяся на тонкие пластинки порода. Образуется в эпизоне из перидотитов или доломитовых мергелей.

2. Глинистый сланец возникает в эпизоне из глины или из сланцевой глины. Глинистые минералы частично преобразованы в слюды, являющиеся наряду с кварцем и хлоритом главными компонентами породы. Хлориты придают глинистым сланцам зеленоватый цвет.

3. Филлит – собирательный термин, относящийся к серо-зеленым листоватым метаморфическим сланцам эпизоны с серебристым блеском и шелковистым отливом.

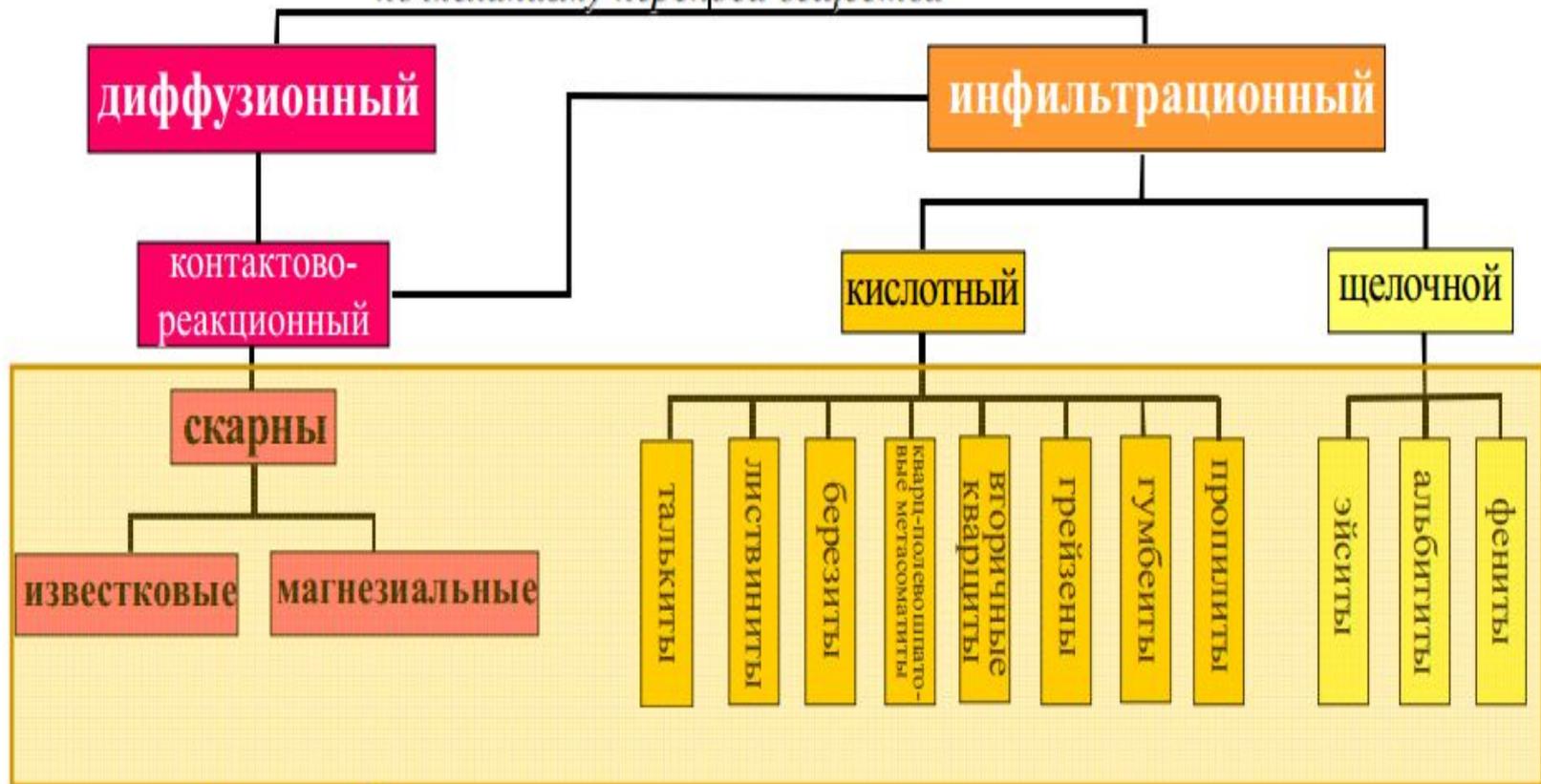
4. Слюдяной сланец – крупнозернистая метаморфическая порода, возникшая в условиях мезозоны, содержит ясно различимые чешуйки слюды.



- **Метасоматоз** (μετα - по, после; сома - тело), т.е. буквально "по телу" или псевдоморфное замещение.
- Метасоматоз – метаморфический процесс при котором химический состав породы изменяется с привносом или выносом химических компонентов в результате взаимодействия породы с водными флюидами (растворами). При метасоматозе порода остается в твердом состоянии и не изменяет своего первоначального объема.
- Продукты метасоматоза - метасоматиты (метасоматические горные породы) как правило имеют гранобластовые структуры, могут наследовать текстуры исходных пород или образовывать собственные текстуры от массивной до ритмично-полосчатой. Характерными чертами метасоматоза, отличающими его от других процессов, является сохранение первоначального объема (правило Линдгрена) и наличие метасоматической зональности, при которой количество минералов в каждой зоне закономерно уменьшается по направлению к тыловой зоне (источнику флюида).

МЕТАСОМАТОЗ

по механизму переноса вещества



Семейства метасоматических пород

- Диффузионный метасоматоз осуществляется за счет диффузии ионов в застойных поровых растворах или по границам зерен. Движущая сила – градиент концентрации (хим. потенциала) иона в исходно неравновесных средах.
- Инфильтрационный метасоматоз характеризуется переносом ионов движущимся раствором.

- **Скарн** (от швед. *scarn*, буквально -грязь, отбросы)—метасоматическая порода, возникающая в результате реакционн взаимодействия контактирующих карбонатных и алюмосиликатных пород.

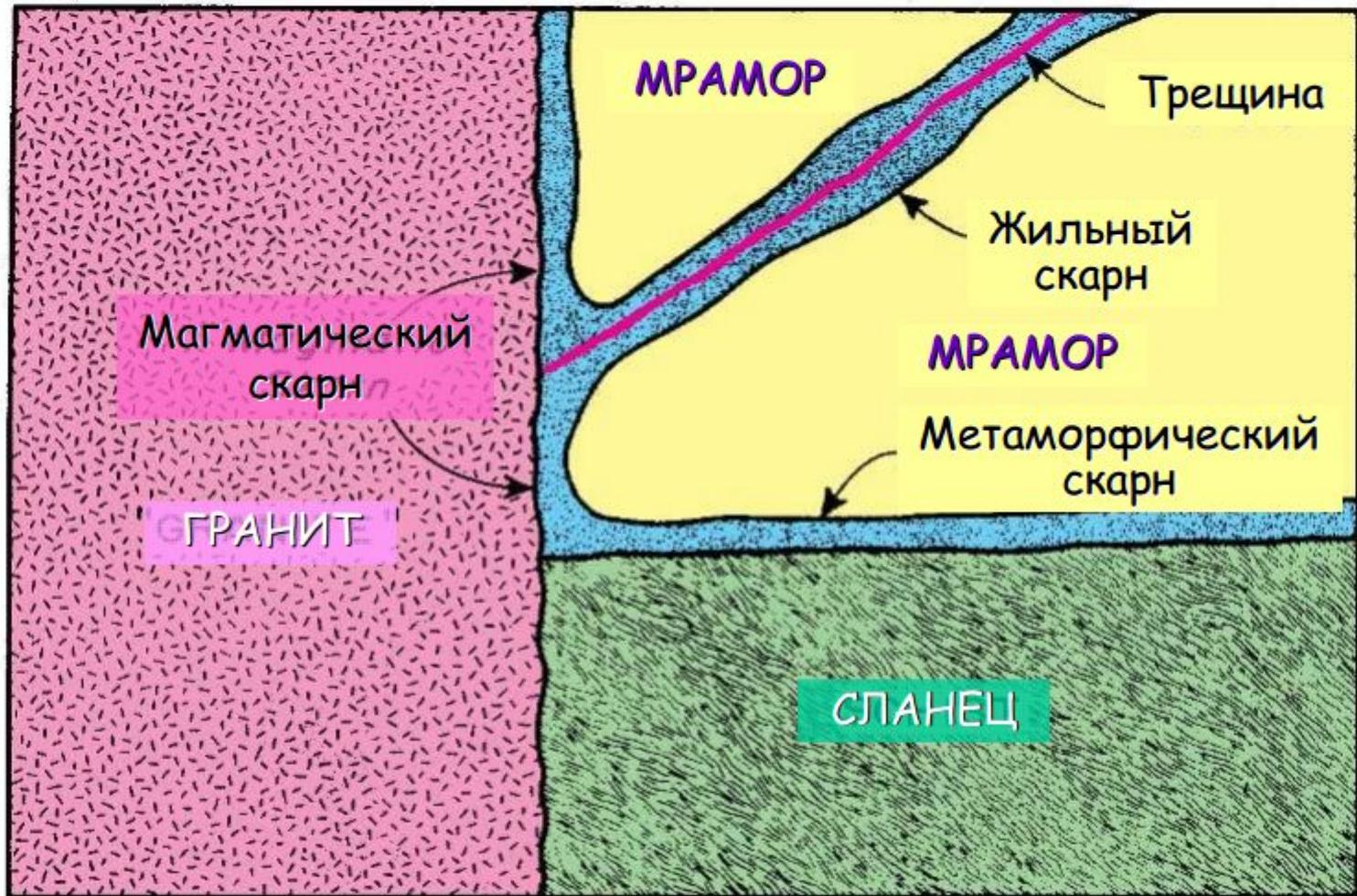
Большинство скарнов контактово-реакционные породы, но встречаются и инфильтрационные .

- По расположению относительно контакта:
 - Экзоскарн (продукты изменения карбонатных пород)
 - Эндоскарн (изменение алюмосиликатных пород)

Скарноиды –экзоскарновые породы, развивающиеся по карбонатам , без ярко выраженного проявления метасоматического процесса .

СКАРНЫ

❖ По характеру процесса





Грейзен (Q+Ms) с турмалином в граните
http://www.earth.ox.ac.uk/~oesis/atlas/metrocks/Hydrothermal/index.html#TMG_6107.JPG



Агрегат кристаллов топаза из грейзена
Шерловой горы.

Грейзены - семейство высоко и средне температурных метасоматических пород, сложенных преимущественно кварцем и слюдами (мусковит, биотит, липидолит).

Образуются при кислотном метасоматозе гранитов.

Самоцветы : турмалин, топаз, берилл, флюорит, рутил.

Залегание. Тела и жилы неправильной формы в краевых частях гранитных массивов (приурочены к куполам, выступам и дайкам).

- **Талькиты** существенно тальковые низкотемпературные метасоматиты, образованные при участии водных или водно-углекислых флюидов.
- В ассоциации с тальком встречаются хлорит,
- брейнерит, доломит, кальцит, актинолит, тремолит и
- антигорит.
- Талькиты образуются либо по серпентинизированным ультраосновным породам, либо по магнезиально-карбонатным осадкам (магнезитами, доломитами). Наиболее крупные месторождения талька приурочены к контакту алюмосиликатных пород и серпентинитов.



Крупные пластины
белого диопсида,
хлорит, магнетит,
кальцит.
Деформированные
поздние
Родингиты.
Золотая Гора,
Южный Урал

6 см

Родингиты - низкотемпературные (240 - 360 С) метасоматиты, образованные по габброидам, ассоциирующим с гипербазитами.

Родингиты образуют дайкообразные, линзовидные и будинированные тела в метагипербазитах (серпентинитах).

Спасибо за внимание!!!