

Метаморфизм



Содержание

1. Понятие метаморфизм. Факторы метаморфизма.
2. Типы метаморфизма: региональный, контактовый, динамометаморфизм, ультраметаморфизм и др.
3. Общие сведения о породах и полезных ископаемых метаморфического происхождения.

1. Понятие метаморфизм

Под метаморфизмом (греч. - преобразуюсь, подвергаюсь превращению) понимают глубокое изменение и преобразование горных пород в недрах земли, под воздействием различных эндогенных процессов.

Введен в геологическую литературу в 1825 г. Чарльзом Лайелем для обозначения превращения осадков в кристаллические сланцы.

Факторы метаморфизма

1. Температура

t интервал, в пределах которого происходит метаморфические преобразования 300 – 1000С.

Перекристаллизация в условиях роста t приводит к появлению более крупнозернистых структур.

Источники тепла:

- близость магматического расплава
- тепло за счет геотермического градиента (на каждые 100 м температура + 3 С)
- распад радиоактивных элементов $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$, $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$, $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$, $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$.
- тепло за счет эндогенных физико-химических процессов и др.

2. Давление:

Геостатическое (*петростатическое, давление нагрузки*)

вызываемое весом вышележащих пород

приводит к сокращению объема твердой фазы и приводит к

образованию минералов к более плотной упаковке

кварц ($2,5 \text{ г/см}^3$) \longrightarrow стишовит ($4,25 \text{ г/см}^3$)

В условиях геостатического давления формируются породы с однородной массивной текстурой.

Направленное давление (*стресс, одностороннее давление*)

вызывает структурно-текстурных особенностей пород.

- Минералы в породе приобретают закономерную

ориентировку, располагаясь длинными осями

перпендикулярно к направлению давления (образуются

минералы вытянутой, удлиненной, игольчатой и др. формы)

- Породы: кристаллические сланцы, имеющие сланцеватую

текстуру.

3. Химически активные вещества (флюиды):

вода, углекислота, а также водород, соединения азота, хлора, фтора, серы и др.

Метаморфизм сопровождается изменением химического состава.



2. Типы и условия проявления метаморфизма

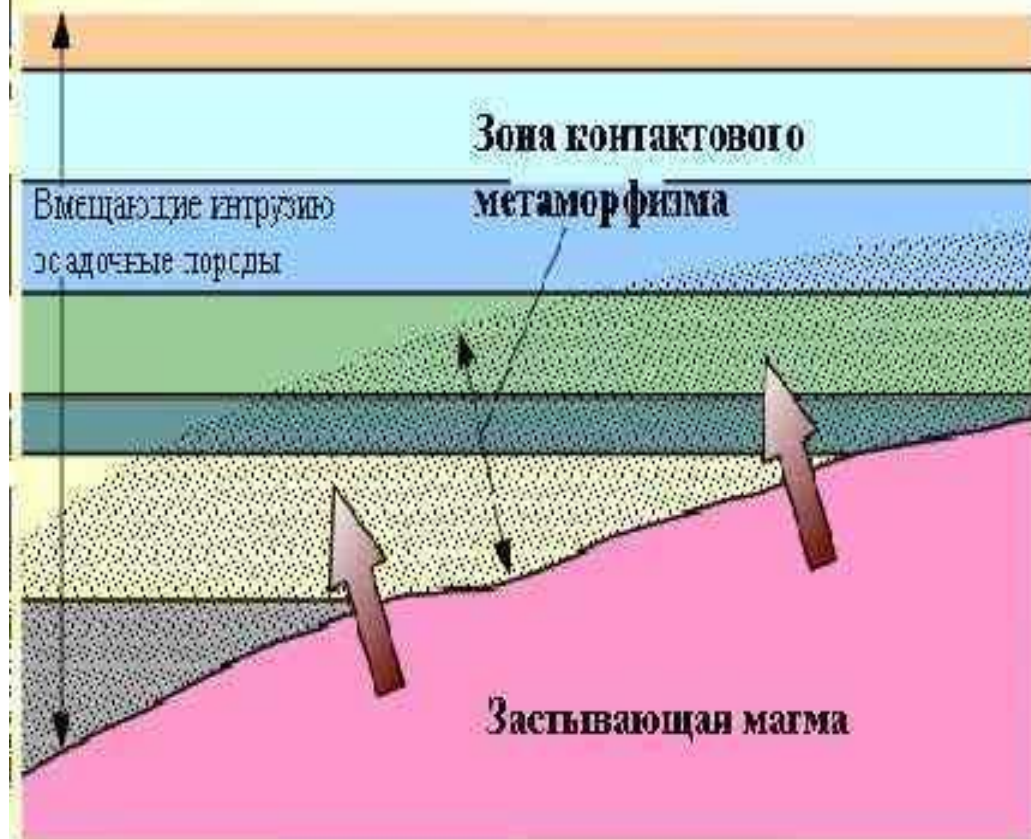
1) **Локальный** контролируется структурными элементами: разломами, контактами с интрузивными породами, складчатыми дислокациями.

- *Контактовый* проявляется в пределах ареалов химического и термального воздействия интрузий на вмещающие породы.

Максимальный радиус действия контактового метаморфизма 2-5 км. В зоне контакта горных пород с магмой формируется область обжига пород, где температура достигает 500-900°C. Породы спекаются и уплотняются.

Глины переходят в роговики, песчаники в кварциты, известняки в мрамор, угли в антрациты.

связан с внедрением в относительно холодную часть земной коры горячей магмы, застывающей в виде интрузии



Типичная порода контактового метаморфизма – **роговик**. Плотная порода зернистого сложения с непостоянным составом (кварц, слюды, часто полевые шпаты, гранаты, андалузит и др.)



Основные факторы контактного метаморфизма:

t (550 – 900С). Типичные породы контактово-термального метаморфизма - роговики.

Химически активные вещества (особенно кислой магмы), проникает в окружающие породы, вступают с ними в реакции, что приводит к изменению их химического состава.

Известняки \longrightarrow скарны

Граниты \longrightarrow грейзены (Сергеевское месторождение) - метасоматическая горная порода, состоящая в основном из кварца и светлых слюд. Образуются при t 400-500 С, и связаны с изменением гранитных пород под действием газов и растворов, отделяющихся от охлаждающихся гранитных тел.

С метасоматитами связаны месторождения олова, Wо, Мо, Аи, полиметаллы.

Образование пород контактового метаморфизма

Песчаник спекается в кварцит

Чистый известняк спекается в мрамор

Алевритоглинистые породы спекаются в роговик

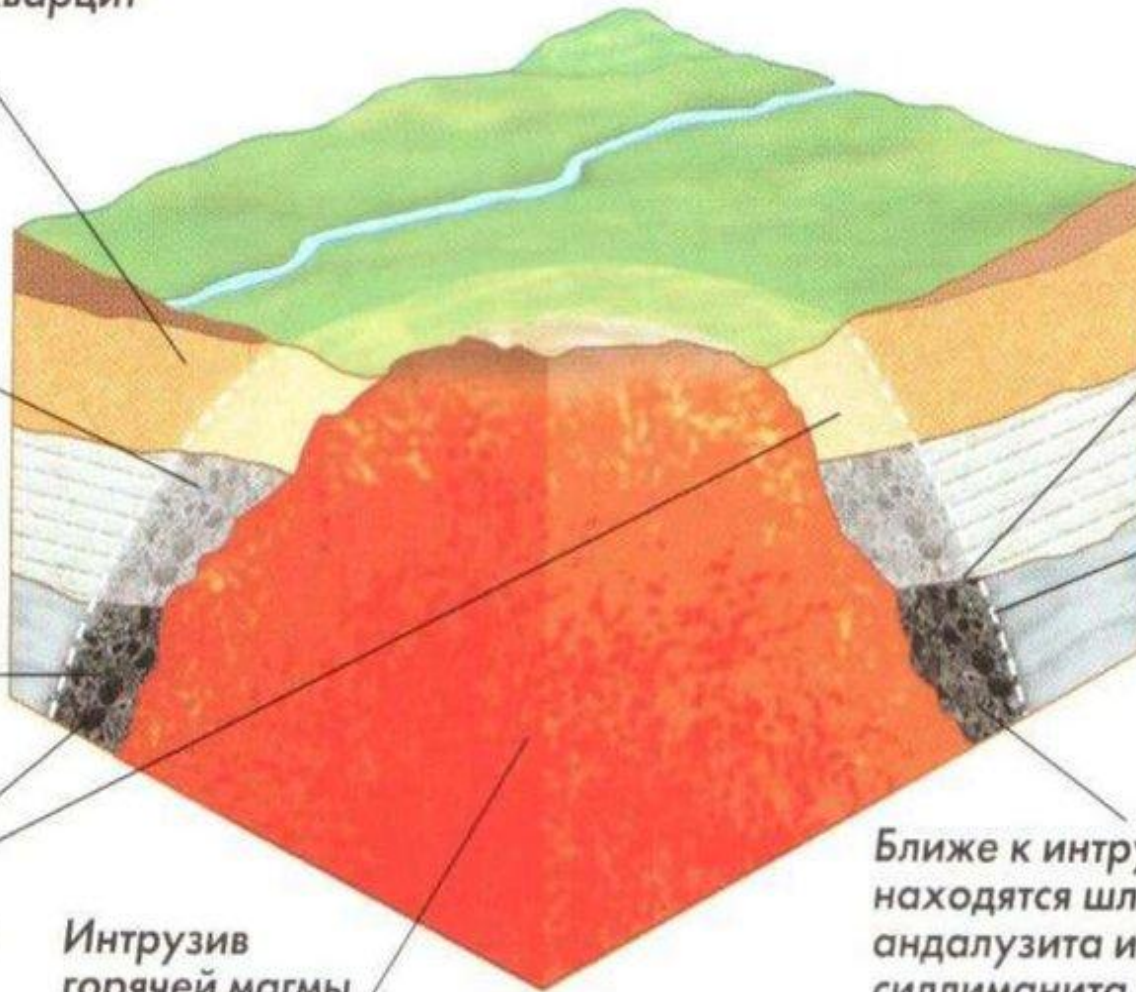
Контактовая зона

Интрузив горячей магмы

На границе контактовой зоны только некоторые минералы перекристаллизуются, образуя пятнистую породу

На некотором расстоянии от интрузива располагаются пятна биотитовой слюды и андалузита

Ближе к интрузиву находятся шпирсы (пятна) андалузита и даже силлиманита



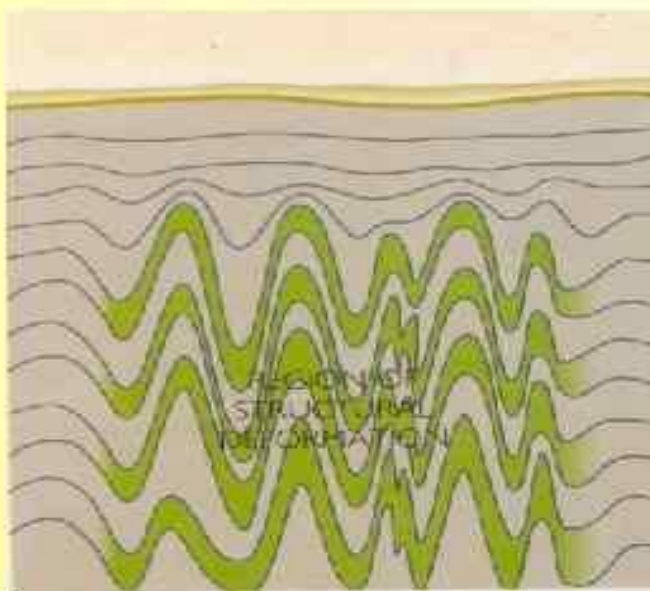
- Дислокационный метаморфизм

(динамометаморфизм) - структурное и в меньшей степени минерал. преобразование горных пород под воздействием тектонических сил при складкообразовательных процессах без участия магмы

Осадочные породы, испытывающие сжатие



Новые метаморфические породы



Формируемые метаморфические породы часто приобретают параллельную сланцеватую или полосчатую текстуру. Содержат новообразованные чешуйчатые и удлиненно-призматические минералы (хлорит, биотит, мусковит, тальк, роговая обманка, лучистые амфиболы).

- Основную роль играет локальное повышение давления в зонах тектонических разломов.
- При смещении крупных блоков земной коры в приконтактных зонах разломов происходит дробление горных пород. В приразломной зоне скапливаются тектонические брекчии и милониты (порода, похожая на муку, состоящая из тонкозернистого кварца и полевого шпата).
- Одностороннее сжатие придает минералам типа хлорита, мусковита, талька однонаправленную ориентировку, параллельно плоскости разлома, вследствие этого порода приобретает полосчатую текстуру.

Неметаморфизированный глинистый сланец

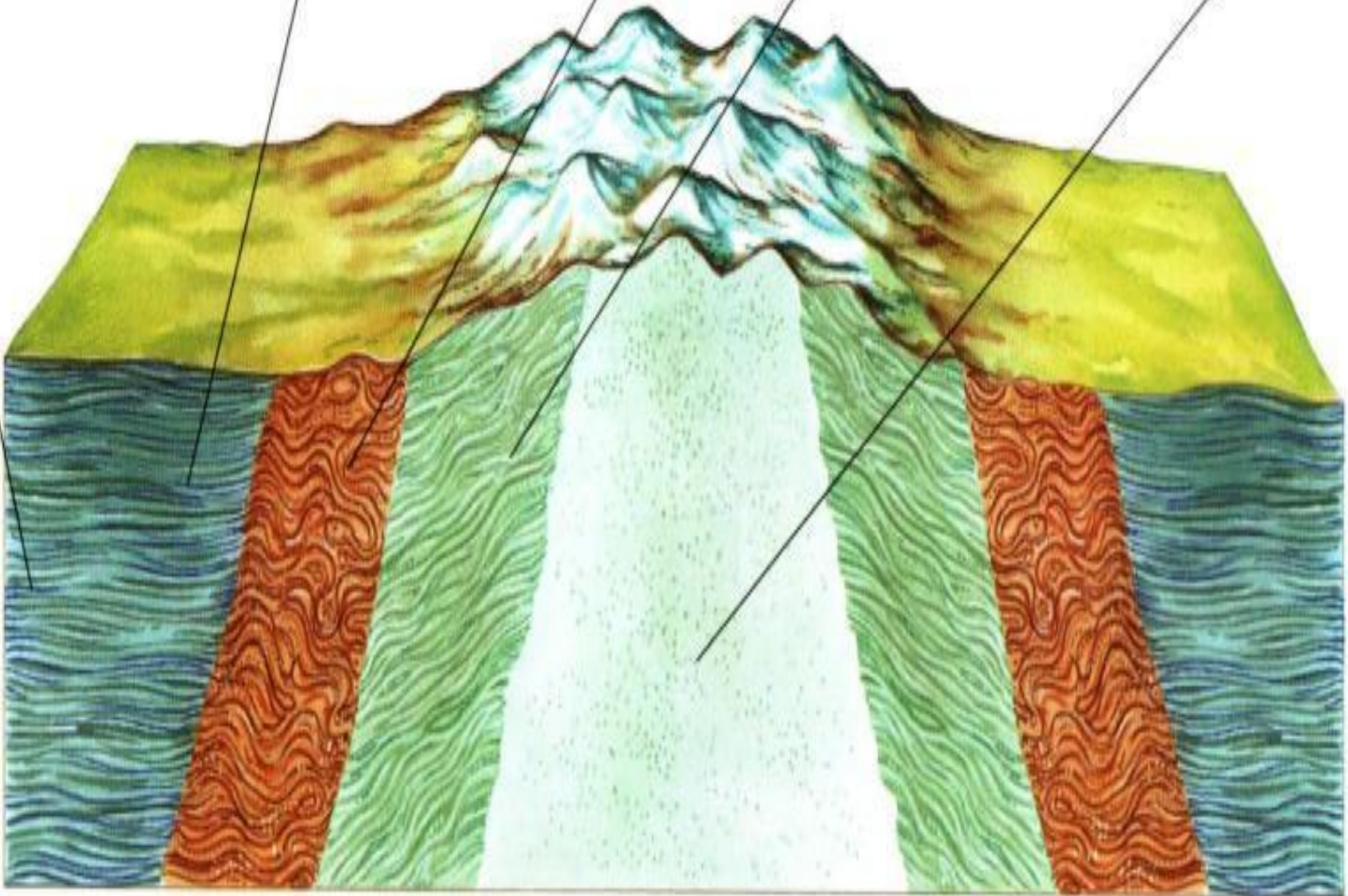
Метаморфизм низкой степени алеврито-глинистых пород создает шиферный сланец

Метаморфизм средней степени алеврито-глинистых пород создает кристаллический сланец

Высокий метаморфизм алеврито-глинистых пород создает гнейс

Очень высокие температуры и давление частично расплавляют породу и формируют мигматит

ДАВЛЕНИЕ



ДАВЛЕНИЕ



2). **Региональный метаморфизм** проявляется на обширных участках и охватывает объемы пород на больших глубинах. Факторами М. является t , давление и химически активные вещества. Породы отличаются большим разнообразием – сланцы, гнейсы, кварциты, амфиболиты, эклогиты и др. региональный М. обычно связан с активными геосинклинальными областями.

Ультраметаморфизм – процесс максимально преобразования пород. Обычно протекает на большой глубине в пределах складчатых областей, где t , давление допускают частичное или полное расплавление пород.

Главнейшие процессы ультраметаморфизма

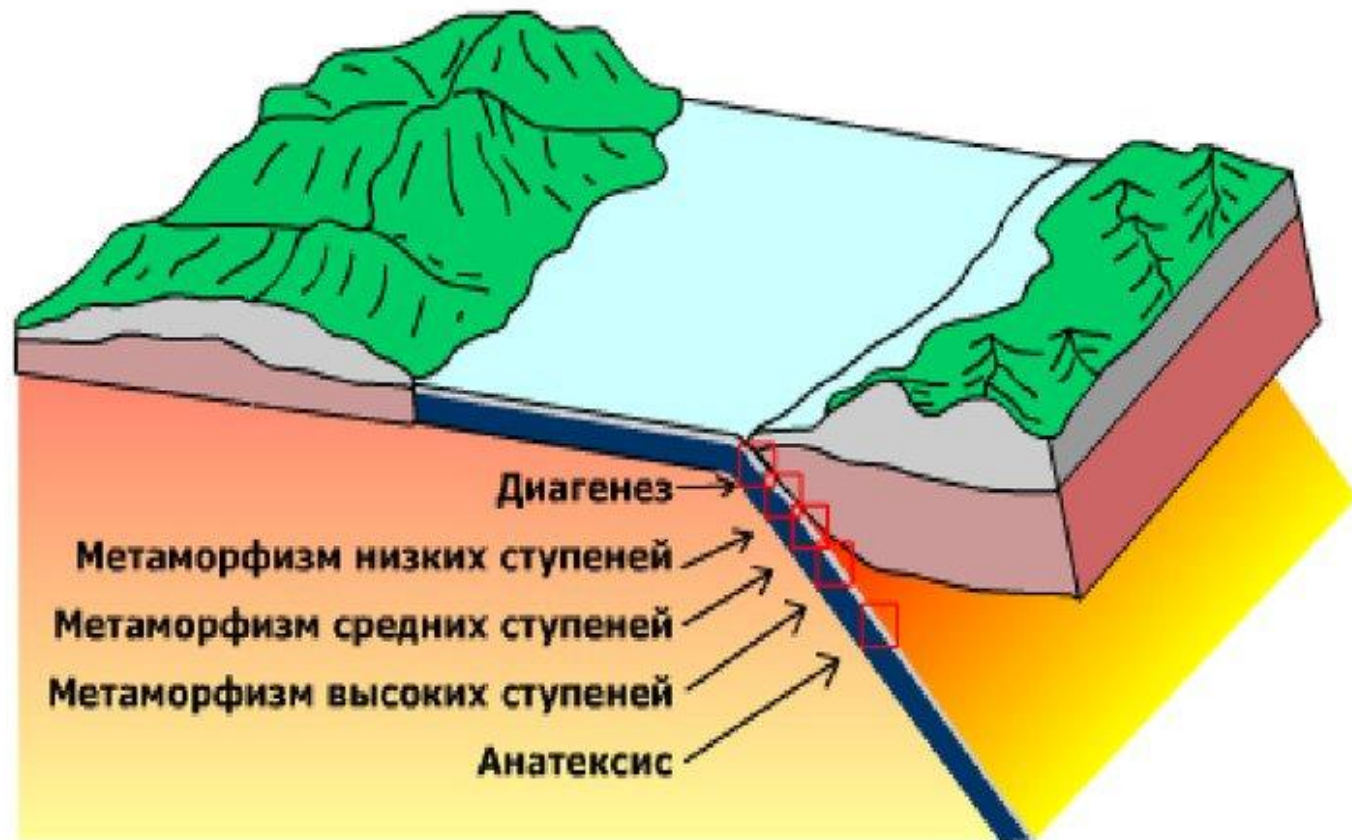
- *Анатексис* – частичное, избирательное выплавление минералов кварц-полевошпатового состава из исходных пород.
- *Палингенез* – полное переплавление исходных пород определенного состава с образованием гранитной магмы. Это явление обычно связано с переплавлением гранитогнейсовых и осадочных пород, химический состав которых отвечает гранитам.
- *Гранитизация* - процесс химического и минерального изменения пород любого состава с превращением их в граниты (мигматиты или гранитогнейсы).



Агентами гранитизации являются **растворы**, которые вызывают сначала расплавление исходной породы, а затем, диффундируя через расплав, изменяют его состав до состава гранитной магмы. Компоненты гранитов при этом растворяются в образовавшейся магме, а компоненты «избыточные» по отношению к составу гранитной магмы, выносятся растворами за пределы магматического очага.



РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ



На этом рисунке показано, как степень метаморфизма повышается с глубиной в зоне субдукции. В верхних частях зоны субдукции породы проходят стадию диагенеза и

Степень метаморфизма повышается с глубиной, пока породы не начнут подвергаться анатексису (то есть, частичному плавлению – см. модуль Магматизм и магматические породы).

Ударный метаморфизм

Следует отметить еще так называемый ударный метаморфизм, возникающий при падении на землю крупных метеоритов. При образовании метеоритного кратера горные породы дробятся и плавятся. Возникают новые минералы типа стекшовита.



Импактиты (породы ударного метаморфизма)

Импактиты



Актив
Чтобы
разде

- *Импактированные породы* – горные породы мишени, слабо преобразованные ударной волной и сохранившие благодаря этому свои характерные признаки;
- *расплавные породы* – продукты застывания импактного расплава;
- *импактные брекчии* – обломочные породы, сформированные без участия импактного расплава или с очень небольшим его количеством.

В обстановке глубоких метаморфических преобразований пород стирается граница между метаморфическими и магматическими процессами и завершается тот круговорот в природе, идея которого еще в начале века была высказана русским петрографом И.Д. Лукашевичем:

магма → **магматические породы** → **осадочные породы** → **метаморфические породы** → **магма**

Общие сведения о породах и полезных ископаемых метаморфического происхождения

1. Строительные и облицовочные камни: кварцит (шокшинский - мавзолей В.И. Ленина, саркофаг Наполеона), мрамор (каррарский – статуи)

2. Рудные полезные ископаемые: железные руды (КМА, Казахстан- Карсакапай) (джеспилит или железистый кварцит); золото, вольфрам, олово и др.

3. Ювелирные и сувенирные изделия.

