

Выделяют следующие типы метаморфизма.

Катакластический (дислокационный, динамометаморфизм) метаморфизм возникает в узких зонах разрывных нарушений и вызывается стрессом. Если нет влияния температуры, то новые минералы не образуются и идет механическое разрушение породы - катаклаз, деструкция. Возникают метаморфические породы: тектонические брекчии, катаклазиты, милониты.

Контактово - термальный метаморфизм проявляется на контактах интрузий, при низких давлениях, без привноса и выноса вещества, т.е. носит изохимический характер. Температура $550 \div 900^{\circ}\text{C}$. Степень метаморфизма зависит от температуры и объема интрузивного расплава; от температуры и объема интрузивного расплава, состава, структурно-текстурных особенностей вмещающих пород. Производные контактового метаморфизма: сланцы, роговики, кристаллические известняки и др.

Метасоматоз - это процесс, при котором происходит привнос одних компонентов и вынос других, что приводит к изменению химического и минерального состава метаморфизируемой породы. Замещение и растворение минералов идет почти одновременно, в твердом виде, без изменения объема. Главные агенты: термальные растворы, содержащие хлориды металлов, галоиды, серу, F, B и др. Метасоматоз бывает щелочной, кальциевый, железо-магнезиальный, с привносом Si, Sn, B, Li, Cl, F, S. Возникают породы - метасоматиты. Для них характерно развитие псевдоморфоз, образование мономинеральных пород, пятнистых текстур, зональное строение.

Региональный метаморфизм (динамотермальный) проявляется на обширных территориях вне видимой связи с интрузиями. Он связан с погружением на большую глубину (Н.Г. Судовиков) либо, наоборот, с поднятием земной коры и может носить прогрессивный или регрессивный характер, а иногда переходит в ультраметаморфизм.

Прогрессивный метаморфизм проявляется под действием температуры, гидростатического и направленного давления и растворов. Проявляется в появлении все более высокотемпературных минералов. Продукты прогрессивного метаморфизма: сланцы, кварциты, мраморы, амфиболиты, гнейсы, гранулиты, эклогиты и др.

Регрессивный метаморфизм (диафторез) характеризуется замещением высоко температурных минералов низкотемпературными. Продукты называются диафторитами. Причина - тектонические движения. В диафторитах всегда есть реликты высокотемпературных минералов среди новообразованных низкотемпературных минералов.

Ультраметаморфизм - это наиболее сильные превращения регионального метаморфизма в особых физико-химических условиях. Главными процессами являются мигматизация, анатексис (частичное выплавление), палингенез (или реоморфизм - полное переплавление), гранитизация (превращение пород в граниты).

В природе завершается круговорот: магма - магматические породы - осадочные породы - метаморфические породы - магма.

Импактный (или ударный) метаморфизм - это изменения в горных породах, обусловленные падением метеоритов. Характеризуется мгновенностью проявления, высоким давлением (от 10 до 100 и более кбар), остаточной температурой (выше 1500°) и кинетическими реакциями преобразования вещества. При этом метаморфизме возникают высокобарические фазы ряда соединений (коэсит, стишовит, алмаз, рингвудит), происходит дробление пород и минералов, разрушение их кристаллических решеток, появление диаплектовых минералов и стекол, плавление минералов и горных пород, возникающие породы носят название *импактиты* (зювиты и тагамиты)

Состав метаморфических пород.

Химический состав определяется содержанием главных окислов: SiO_2 , Al_2O_3 , FeO, Fe_2O_3 , MgO, Na_2O , K_2O , H_2O , CO_2 . Исходными породами для метаморфических пород являются:

- глинистые и кварц - полевошпатовые породы (метапелиты);
- metabазиты - основные и средние магматические горные породы, граувакки, мергели;

- карбонатные породы;
- другие породы - магнезиальные, щелочные, железистые, марганцовистые и др. Эти породы оказывают большое влияние на минеральный состав метаморфических пород.

Минеральный состав метаморфических пород в зависимости от состава исходных пород

Таблица

Исходные породы	Метаморфические породы и их минералы
Глины	1. Гнейсы: кварц, полевые шпаты, биотит, мусковит, силлиманит, андалузит, гранат 2. Слюдяные сланцы: кварц, мусковит, биотит, хлорит, андалузит, силлиманит, дистен, альмандин, хлоритоид, альбит 3. Филлиты и глинистые сланцы: кварц, слюда, хлорит, хлоритоид, альмандин, пирофиллит, стилпномелан
Мергели, граувакки, эффузивы, габбро	1. Амфиболиты: плагиоклаз, роговая обманка, диопсид, гранат 2. Хлоритовые сланцы, спилиты: альбит, эпидот, хлорит, актинолит, кварц, кальцит, пренит, пумпелиит 3. Эклогиты: гранат, пироксены, амфибол, плагиоклаз, кианит, рутил, цоизит
Кварцевые песчаники	Кварциты: кварц и акцессорные - слюды, полевые шпаты, дистен, спессартин, диопсид, тремолит, апатит
Известняки	Мраморы: кальцит, доломит, магнезит, диопсид, форстерит, шпинель, флогопит, тремолит, тальк
Бокситы, латериты	Наждаки: корунд, диаспор, шпинель, гематит, магнетит
Железистые, марганцевые, кремнистые осадки (породы)	Кварциты магнетитовые, гематитовые, марганцеворудные; гондиты: кварц, магнетит, гематит, окислы марганца, спессартин, амфиболы, пьемонтит
Перидотиты	Сланцы амфиболовые, хлоритовые, тальковые; талькиты, серпентиниты: оливин, пироксены, амфиболы, хлорит, магнетит, тальк, брусит, магнезит, доломит, серпентин

Минеральный состав метаморфических горных пород разнообразен. Широко распространены кварц, полевой шпат, роговая обманка, слюды, пироксены, оливин. Встречаются минералы, типичные для осадочных горных пород: кальцит, доломит, и вторичные магматические минералы: серицит, серпентин, актинолит и др. Образуются специфические метаморфические минералы: дистен, андалузит, гранаты, волластонит, кордиерит и др.

Строение и формы залегания метаморфических пород

Под их строением понимаются текстуры и структуры

Текстура этих пород определяется формой, размерами и взаимоотношениями минеральных агрегатов. Основное свойство текстур метаморфических пород - их анизотропность. Наиболее важными текстурами этих пород являются следующие.

Сланцеватая - характеризуется параллельным расположением минералов и их агрегатов в виде тонких чешуек, листочек, пластинок, плиток.

Гнейсовая - обусловлена параллельной ориентировкой и чередованием полос различного состава и структуры, связанное с перераспределением минералов при перекристаллизации.



Рис. Гнейс плагиоклаз - пироксеновый

Линзовидно - полосчатая - минеральные агрегаты различного состава скапливаются в виде уплощенно - вытянутых линз.

Пятнистая - характеризуется неравномерным, гнездово-пятнистым распределением отдельных минералов и их агрегатов

Волокнистая - определяется вытянутыми примерно в одном направлении волокнистыми и игольчатыми кристаллами

Очковая - характеризуется рассеянными в породе более крупных овальных зерен и агрегатов («очками») на фоне сланцеватой основной массы породы.



Рис. Очковая текстура гнейсо - гранита

Площчатая характеризуется присутствием в породе очень мелких складок.

Массивная - в ней минеральные агрегаты характеризуются неориентированным расположением (сплошная масса).

Брекчиевидная текстура характеризуется расположением угловатых обломков пород и отдельных минералов в перетертой или в гидротермально-метаморфогенной массе



Рис. Тектоническая брекчия: угловатые обломки алевролитов сцементированы флюоритом.

Структуры метаморфических пород определяются формой, размерами и взаимоотношением минералов (индивидов в виде отдельных зерен, кристаллов).

По своему происхождению структуры этих пород делятся на кристаллобластовые, возникающие в результате полной перекристаллизации исходных пород и катакlastические, образующиеся под воздействием направленного давления, приводящее к дроблению и перетиранию исходных пород.

Среди кристаллобластовых структур по абсолютному размеру минеральных зерен выделяются: крупнозернистые (размер частиц более 5 мм), среднезернистые (1 - 5 мм), мелкозернистые (1 - 0,25 мм) и тонкозернистые (менее 0,25 мм); по относительным размерам зерен выделяются следующие структуры: равномернозернистые (гранобластовые, лепидобластовые, нематобластовые) и неравномернозернистые (порфиробластовые, пойкилобластовые)

Гранобластовая структура отмечена в роговиках, кварцитах, мраморах и характеризуется расположением изометричных зерен минералов

Лепидобластовая структура типична для различных сланцев, характеризуется распределением чешуйчатых, листоватых минералов.

Нематобластовая структура характерна для актинолитовых, силлиманитовых, дистеновых сланцев и определяется расположением игольчатых и волокнистых минералов.

Порфиробластовая структура характеризуется наличием относительно крупных зерен (порфиробластов) на фоне мелкозернистой основной массы.

Пойкилобластовая структура отмечается в скарнах, амфиболитах и характеризуется расположением неориентированных и незанормированно расположенных включений одних минералов в более крупных зернах других минералов.

Среди катакластических структур преобладают два типа. *Милонитовая* - в них основная ткань породы состоит из тонкоперетертого материала субпараллельной ориентировки. *Реликтовая* - в метаморфических породах сохранены элементы структур исходных пород.

Формы залегания метаморфических пород. Так как исходным материалом метаморфических пород являются осадочные и магматические породы, то их формы залегания в основном должны совпадать с формами залегания этих пород. На основе осадочных пород унаследуется пластовая форма залегания, на основе магматических - форма интрузий или покровов. Если метаморфическая порода возникла за счет осадочной ей дают приставку *пара* (например парагнейс), если за счет магматической, то приставку *орто* (например, ортогнейс)