

Лекция 10

ОСАДОЧНЫЕ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

План лекции:

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

1. Осадочные горные породы.

Осадочные породы образуются на поверхности Земли за счет физического, химического разрушения любых других пород, а также в результате жизнедеятельности организмов при осаждении из воздушной или водной среды материала любого происхождения, залегающего в форме геологических тел. На поверхности земли осадочные породы являются самыми распространенными, но в глубину земной коры они простираются очень незначительно - на несколько сот метров. Только в прогибах земной коры осадочные породы скапливаются в более мощные массы, достигающие мощности 10-15 км.

Образование осадков, а затем и осадочных пород может идти различными способами:

1. **Осаждение обломочного материала**, представляющего твердые частицы, возникающие 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 ил, приносимого минерализованными водами происходит химическим путем из сильно перенасыщенных растворов, либо при участии организмов, в т.ч. и бактерий.
3. **Образование осадочных пород в процессе жизнедеятельности организмов** обычно связано с накоплением в их тканях и скелетах веществ, находящихся в воде в малых количествах. В условиях суши сами организмы (обычно растения) служат источником органического вещества.

Характерными особенностями осадочных пород являются **формы их залегания**, зависимость их состава и свойств от климатических условий, содержание остатков растительных и животных организмов, рыхлость, сыпучесть, и в связи с этим - большая подвижность несцементированных пород.

Форма залегания определяется условиями образования. Например, озерные отложения чаще всего залегают в форме линз, морские отложения чаще всего имеют форму выдержанных пластов. Наиболее распространена пластовая форма. Пластами или слоями называются тела, однородные по своему петрографическому составу, четко отграниченные почти параллельными плоскостями от других отложений и имеющие мощность в сотни раз меньшую, чем их протяженность. Другой характерной особенностью залегания являются линзы. Это уплощенные, чечевицеобразные тела, быстро выклинивающиеся по всем

направлениям и имеющие небольшую мощность по сравнению с их протяженностью. Другие формы залегания осадочных пород встречаются редко.

Большинство осадочных пород проходит две фазы своего состояния: **рыхлую**, в какой их называют осадками, и **твердую** – когда осадок превращается в твердую горную породу. Для рыхлых осадков характерно несвязанное состояние составляющих их частиц и большое количество пор. **Пористость** присуща и твердым осадочным породам, но в меньшей степени, чем у рыхлых пород.

Следующим отличительным признаком осадочных пород является **слоистость**, свойственная большинству, как рыхлых осадков, так и твердых осадочных пород. Под **слоистостью** обозначается свойство осадочных пород располагаться почти параллельными слоями.

Различают **несколько видов слоистости: горизонтальную или нормальную** слоистость, **косую, диагональную** и др. У некоторых пород слоистость может отсутствовать, например, в лессе, морене, рифовых известняках.

Толщина слоев бывает различна: от толщины листа бумаги до нескольких метров. Толстые слои или несколько однородных слоев, соединенных в группы и протягивающихся на значительные расстояния, называются **пластом**. Пласт, суживающийся на своих концах, именуется линзой. Все пласты, однородные по составу, составляют толщу. Толщина слоя, пласта или толщи называется **мощностью**.

В осадочных породах может встречаться множество минералов. Но слагаются они в основном минералами, устойчивыми в экзогенных условиях. Минералы осадочных пород можно разделить на две группы - **аллотигенные** (обломочные, кластогенные), т.е. образовавшиеся в результате разрушения исходных горных пород и **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, цоизит (минерал группы эпидота), **неустойчивыми** – оливин, глауконит, пирит, ромбические пироксены, анортит, актинолит, битовнит, сульфиды.

Под **структурой** осадочной породы понимается строение пород, обусловленное формой, размерами и взаимоотношением компонентов, слагающих породу. Классификация структур осадочных пород основана на генетической основе, поэтому выделяются обломочные, хемогенные и биогенные структуры. Поэтому, структуры осадочных пород мы рассмотрим при изучении этих трех генетических типов.

Текстура осадочных пород – особенность пространственного расположения компонентов породы. Выделяют два главных типа текстур – **внутрипластовые** и **поверхностные**. Рассмотрим некоторые характерные для осадочных пород текстуры. По мере описания отдельных осадочных пород будут рассмотрены так же и другие текстуры. В осадочных породах встречаются и массивные и пористые текстуры.

Единой классификации осадочных горных пород нет. В основу используемой в данном случае классификации осадочных пород положено разделение по происхождению на три большие группы:

обломочные (кластогенные) – образовавшиеся из скопления обломков других пород, куда можно отнести и вулканогенно-обломочные (пирокластические), образовавшиеся при осаждении продуктов извержений вулканов, и глинистые породы (переходные к хемогенным); **химические (хемогенные)** – возникшие в результате выпадения осадков из воды или из других растворов; **органогенные** – произошедшие из скопления остатков животных и растений. Каждая из этих групп распадается на более мелкие подгруппы и породы по отдельным частным признакам.

1.1. **Обломочные (кластогенные)** породы образуются в результате накопления и литификации обломков горных пород, осаждения продуктов вулканических извержений (вулканогенно-обломочные). Обломочные породы формировались во все геологические эпохи и географически повсеместно.

Обломочные породы распадаются по величине слагающих их зерен на:

Псефиты или крупнообломочные породы (валуны, галька, конгломерат) с размерами обломков 2-1000 мм.

Псаммиты или песчаные (рыхлые песок, песчаник) - 2-0,01 мм.

Алевриты (лесс) - 0,1-0,01 мм.

Пелиты или глинистые (суглинок, глины, глинистые сланец) - 0,01-0,001 мм.

По минеральному составу принято выделять **мономиктовые, олигомиктовые и полимиктовые** обломочные породы.

Мономиктовые – состоят на 90% из обломков одного минерала или породы (обычно это кварцевые пески и песчаники); **олигомиктовые** – сложены обломками двух различных минералов или пород, или одного минерала и одной породы; **полимиктовые** – породы слагаются обломками различных минералов и пород.

Крупнообломочные породы – псефиты представляют собой рыхлые (валуны, гальки, гравий, щебень) продукты физического выветривания. Они могут состоять из обломков пород разного состава, скреплены железистым, кремнистым, известковым или песчаным цементом. Текстуры – слоистые или массивные. Галечники и конгломераты могут быть морскими, речными, озерными, ледниковыми. Наилучшая сортировка и окатанность материала характерна для морского типа, хуже проявляется в речных и озерных образованиях, а ледниковые – вообще не имеют сортировки и характеризуются большой неоднородностью состава.

Брекчии распространены меньше, чем конгломераты. Они состоят из сцементированных угловатых обломков и более однородны по составу. В зависимости от происхождения обломочные брекчии и щебневые отложения выделяются: наземные (осыпей, обвалов), озерные, морские, ледниковые, тектонические брекчии, брекчии химических процессов (карстовые, обрушения, разложения и растворения, перекристаллизации и др.).

Песчаные породы – псаммиты.

К ним относятся **пески и песчаники**, которые в зависимости от крупности частиц подразделяются на ряд разновидностей. Они или целиком сложены обломочным материалом (пески) или в них присутствует в небольших количествах цемент – песчаники.

По происхождению пески и песчаники могут быть морскими, озерными, речными, водно-ледниковыми и золовыми.

Алевриты и алевролиты.

Алевритовые породы очень сходны с песчаными. Основные различия заключаются в меньшем размере зерен и в несколько ином минеральном составе. В них практически нет обломков пород, но в больших количествах содержатся слюды и глинистые минералы. Малые размеры частиц (0,1 -0,01 мм) обуславливают их перенос во взвешенном состоянии водой и ветром и, поэтому окатывания их практически не происходит.

Типичные представители рыхлых алевритовых образований – **лесс** и **водные илы**, сцементированных – **алевролиты**.

Алевролиты – плотные сцементированные породы самой различной окраски. Характерна тонкая горизонтальная, реже иная слоистость и плитчатая отдельность. Это образования более древних геологических эпох. Наиболее прочные разности используются как строительный материал.

Глинистые породы.

По составу и происхождению это образования, переходные от собственно обломочных к хемогенным породам. Особые свойства пород этой группы обусловлены присутствием больших количеств глинистых минералов – каолина, монтмориллониты, гидрослюд. Структуры глинистых пород – пелитовые, алевропелитовые. В зависимости от расположения и формы частей выделяют 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** и **глинистые сланцы**. По объему они занимают более половины всех осадочных пород. Классификация их основана на физических свойствах, составе, происхождении.

Глины – связанные, но не окаменевшие породы, частицы которых удерживаются в куске межмолекулярными силами и силами сцепления. Они 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, кислотоупорностью и другими практически важными качествами. Температура плавления многих глин выше 1700°C.

Аргиллиты и глинистые сланцы – окаменевшие или слабометаморфизованные глины, имеющие малую пористость, не размокающие в воде, потерявшие пластичность. Окраска их может быть самой различной. Часто наблюдается тонкая слоистость, а в сланцевых аргиллитах - отдельность, параллельная слоистости.

1.2. Хемогенные и органогенные (биогенные) породы

Выпавшие из растворов в результате различных химических процессов осадки (хемогенные) и образованные в результате жизнедеятельности животных и растительных организмов (органогенные, биогенные), покрывают значительные площади дна Мирового океана; встречаются также и континентальные хемогенные и биогенные осадочные породы (озерные, речные, болотные и др.).

Для хемогенных пород структура определяется размерами кристаллов слагающих их минералов (крупно-, средне-, мелкозернистая, землистая, скрытокристаллическая). Структуры пород 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).

Органогенные породы, если они сложены из хорошо сохранившихся организмов, имеют биоморфную структуру, а если представлены обломками скелетных образований животных или растительных организмов, то структура носит название **детритовая**.

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

Выделяются следующие химико-минералогические классы пород:

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

Карбонатные породы. Из карбонатных пород наиболее широко распространены известняки — породы, состоящие в основном (более 70%) из кальцита CaCO_3 с примесью глинистых, алевроитовых и песчаных частиц. При реакции с соляной кислотой известняки бурно «вскипают». Известняки обычно окрашены в светлые тона: светло-серый, светложелтый, но из-за примесей окраска может быть различной — темно-серой и даже черной. Образуются главным образом в морях и океанах, реже в озерах.

По происхождению известняки различают в основном биогенные (органогенные) и хемогенные.

Органогенные известняки состоят преимущественно из карбонатных скелетных остатков животных (зоогенные известняки) и растительных организмов (фитогенные известняки). По преобладающим в породе организмам известняки получают название: коралловые, мшанковые, брахиоподовые, нуммулитовые, криноидные и т.п.

Мел (писчий) — карбонатная органогенная порода белого цвета, состоящая в основном из кальцитовых остатков морских планктонных водорослей-кокколитофорид и в меньшей степени содержащая планктонные фораминиферы. Пишущий след оставляют скопления тончайших микроскопических щитков (кокколитов) этих золотистых водорослей. Структура порошкообразная (мелоподобная). Мел бурно реагирует с соляной кислотой.

Мергель представляет собой смешанную глинисто-карбонатную породу, состоящую на 50-75 % из карбоната и на 25 - 50% из глинистых частиц. Это обычно плотная порода с землистым изломом, с разнообразной окраской (светлые тона серого цвета, почти белого, с желтоватым, зеленоватым или розовым оттенком); с соляной кислотой мергели реагируют, оставляя на породе пятно нерастворимых глинистых частиц, что отличает мергели от известняков.

Среди известняков и мергелей встречаются разновидности с примесью кремнистого вещества; эти смешанные породы называются кремнистыми известняками и кремнистыми мергелями, отличаются большей твердостью, ясно выраженным раковистым изломом и более слабой реакцией с HCl .

Доломиты — это карбонатная порода, состоящая преимущественно из минерала того же названия — $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Чистые доломиты встречаются редко. Обычно наблюдаются переходные разновидности пород от известняка к доломиту. Пылеватая разновидность доломита называется **доломитовой мукой**. Окраска доломитов, как и известняков, разнообразна и зависит от примесей.

Образуются путем замещения доломитом известковых пород или в результате выпадения доломита в осадок в морских, реже озерных бассейнах аридной зоны.

Кремнистые породы

Кремнистая порода более чем на 50 % состоит из кремнезема и имеет органическое (биогенное), химическое и вулканогенно-осадочное происхождение.

Биогенные породы кремнистые имеют в своем составе кремнезем, представленный опаловыми скелетными остатками кремневых организмов (спикулами губок, створками диатомей, скелетами радиолярий).

К кремнистым биогенным породам относится **диатомит** – очень легкая, пористая, рыхлая, землистая или слабосцементированная порода белого, светло-серого и желтоватого цвета. Легко растирается пальцами в тончайший порошок. Благодаря высокой гигроскопичности диатомит жадно впитывает воду и сильно прилипает к влажному пальцу. Внешне похож на писчий мел, но в отличие от него не вскипает при действии HCl. Состоит диатомит из скопления микроскопических опаловых панцирей диатомовых водорослей.

Трепел внешне очень похож на диатомит, но в отличие от него состоит из мельчайших микроскопических зернышек опала; органических остатков нет или они могут присутствовать в небольшом количестве в виде обломков скелетов диатомей, радиолярий и губок.

Опока – твердая и плотная кремнистая порода (ноготь не оставляет черту), окраска белая, серая, часто пятнистая. Порода тонкопористая, легкая (плотность от 1 до 1,6).

При ударе твердая опока колется со звонящим звуком на остроугольные обломки, обладающие раковистым изломом. Опоки, как и трепел, состоят из микроскопических зернышек опала, частично раскристаллизованных, и небольшого количества кремневых скелетов организмов, сцементированных кремнистым веществом.

Яшма представляет собой плотную, твердую (твердость – 7), непрозрачную породу, ярко и пестроокрашенную, преимущественно окислами Fe и Mn, полосчатую или пятнистую, обладающую раковистым изломом. Сложена скрытокристаллическим кремнеземом, чаще всего халцедоном или кварцем. В яшмах могут содержаться остатки кремнистых микроскопических раковин радиолярий или кремневых губок. Яшмы могут иметь химическое, биогенно-химическое и вулканогенно-осадочное происхождение (кремнезем осаждался из гидротерм на дне водоемов при извержении подводных вулканов).

Кремни могут присутствовать в различных осадочных породах, образуя кремневые конкреции, нередко приуроченные к определенным горизонтам, иногда переходящим в кремневые линзы и прослои. Конкреции имеют разнообразную форму (округлую и в виде желваков) и размеры. Конкреции имеют состав кварцево-халцедоновый и опаловохалцедоновый. Цвет кремней от желто-серого до черного, твердость – 7. Образуются кремневые конкреции как одновременно с осадконакоплением, так и в стадию диагенеза за счет концентрации рассеянного кремнистого вещества из коллоидального или нормального раствора во вмещающих осадках к центрам стяжения. Поэтому конкреции имеют нередко концентрическую текстуру обрастания.

Глиноземистые породы – аллиты. К аллитам относятся латериты и бокситы.

Латериты – поверхностные образования, возникшие в результате глубокого физического и химического выветривания кристаллических богатых полевыми шпатами пород в условиях жаркого и влажного климата. Таким образом, они представляют собой остаточные продукты выветривания, образующие латеритные коры выветривания.

Внешне они похожи на глины, но, размокая, не обладают пластичностью. Это могут быть и рыхлые землистые массы и относительно твердые породы, легко режущиеся ножом.

Бокситы – нередко схожи с латеритами, имеют такой же землистый облик, но чаще проявляют оолитовое и пизолитовое строение, а иногда макроскопически похожи на аргиллиты, яшмы и даже железные руды.

Окраска латеритов и бокситов весьма разнообразна – красная, красно-бурая, лиловая, реже белая, серая, зеленовато-серая и др. Структуры их обычно землистые, пористые, кавернозные, оолитовые, бобовые, конкреционные, неразличимозернистые и брекчиевидные.

Главные минералы – диаспор, бемит, гидраргиллит со значительной примесью гидроокислов железа, а также остаточного кварца, опала, халцедона, глинистых и некоторых других минералов.

Железистые породы. К ним относятся железные руды осадочного происхождения – окисные, карбонатные, силикатные, а также россыпи песков, богатые железистыми минералами. Они залегают в виде пластов, линз, гнезд. Главные минералы – лимонит, гетит, гематит, сидерит, сульфиды железа. Примеси и второстепенные минералы – гидроокислы марганца, хлориты, кварц, полевые шпаты. Окраска их может быть различной – бурой, красно-бурой, красной (окисные руды), зеленовато-серой (силикатнокарбонатные руды), серой до почти черной (сидеритовые руды).

Структуры и текстуры железистых пород разнообразны – землистые, оолитовые, бобовые, конкреционные, нередко натечные агрегаты с неразличимозернистым строением, часто наблюдается пористость и кавернозность и т.п.

Марганцевые породы – более редкие, чем железистые. Главные минералы – манганит, пиролюзит, псиломелан. Часты примеси опала, халцедона, гидроокислов железа, глинистых минералов, кальцита и др. Цвет – черный, эти породы очень маркие.

Фосфатные породы (фосфориты). Обычно к этой группе относятся породы, содержащие не менее 10% фосфорного ангидрида.

Главные минералы – гидроксил-, карбонатапатит и некоторые более редкие фосфорные минералы, которые макроскопически неопределимы. Кроме фосфатов кальция в состав входят нефосфатные минералы: основные – доломит, кальцит, кварц, халцедон, глауконит; второстепенные – глинистые, алюмосиликатные, железистые минералы (пирит, гидроксиды железа), органическое вещество. В ещё более низких концентрациях присутствуют уран, редкоземельные элементы (лантаноиды цериевой группы), стронций, реже примеси Rb, V, Sc, Zr, Se и др.

Окраска разнообразна – белая, серая, темно-серая, зеленовато-серая и даже черная. Внешне они похожи на обычные обломочные породы и наличие фосфора определяется смачиванием породы раствором молибденовокислого аммония с крепкой серной кислотой.

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

Наиболее распространёнными формами нахождения фосфатного вещества являются микроконкреции (зёрна, оолиты, сферолиты), желваки.

Солевые породы (соли) – химические осадочные породы, встречающиеся и в ископаемом состоянии, и в виде современных осадков лагун и озер. Часто их называют эвапоритами. Сложены они легко растворимыми минералами, выпадающими в осадок в результате выпаривания и сильной концентрации (пресыщенности) растворов. Это в

большинстве своем хлориды и сульфаты натрия, калия, магния, кальция, некоторые нитраты и редкие бораты. Важнейшие минералы – галит, гипс, ангидрит, сильвин, карналлит, мирабилит и некоторые другие.

В силу большой гигроскопичности поверхность упомянутых пород влажная с жирным блеском. Структура – кристаллическая различной зернистости, текстура – пятнистая, массивная, слоистая и др.

Гипс и ангидрит образуют пласты, линзы, прослои, нередко значительной мощности. Породы зернистые, разной крупности, иногда имеют поперечно-волокнистое строение («селенит» – разновидность гипса). Окраска – весьма разнообразная – белая, серая, желтая, розовая, красная, голубая и даже черная.

Каустобиолиты (углеводороды) - в переводе с греческого языка «горючие камни». Образуются из остатков растительных и животных организмов под влиянием биохимических, химических и геологических факторов. Породы обладают горючими свойствами. К группе каустобиолитов относятся следующие породы:

Торф – представляет собой скопление растительных остатков разной степени разложения и гелификации, сложение его волокнистое, землистое, цвет - бурый. Обычно 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 полуметаллическим 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**. Существует и другая точка зрения на происхождение нефти, высказанная впервые Д.И. Менделеевым. Он считал, что нефть имеет неорганическое происхождение, то есть она синтезируется в глубоких частях земной коры, затем поднимается кверху и накапливается в тех осадочных породах, которые являются хорошими коллекторами.

2. Метаморфические породы

Метаморфические породы образуются в результате структурно-текстурных и минеральных, а иногда и химических преобразований ранее существовавших пород (осадочных, магматических и метаморфических) в связи с изменением физикохимических условий под воздействием разнообразных эндогенных процессов. Эти преобразования протекают с сохранением твердого состояния системы и приводят к частичному или полному приспособлению породы к новым условиям.

2.1. Особенности метаморфических пород

По интенсивности метаморфических преобразований породы разделяются на **слабо измененные (метаморфизованные)**, сохранившие реликты состава и структуры исходного материала и **глубоко преобразованные (метаморфические)**, первоначальная природа которых полностью утрачена. Между ними наблюдаются постепенные переходы.

Основными факторами метаморфизма являются температура, давление (литостатическое и одностороннее) и химически активные вещества (растворы и газы).

Существенное значение имеют также состав и строение исходных пород, длительность процесса изменения, геологические условия метаморфизма. Метаморфические процессы могут происходить либо изохимически без существенного изменения валового химического состава метаморфизируемой породы, либо аллохимически - со значительным изменением состава последней вследствие привноса и выноса вещества. Изменениям подвергаются породы любого состава и генезиса.

Главные отличия метаморфических пород от магматических и осадочных заключаются в их минеральном составе, структурных и текстурных особенностях.

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

Минералы, широко распространенные как в метаморфических, так и в магматических породах (полевые шпаты, кварц, слюды, роговая обманка, большинство пироксенов, оливин, магнетит и др.).

Минералы, типичные для осадочных пород (кальцит, доломит).

Минералы, которые встречаются в магматических породах в качестве вторичных, а также слагают типичные метаморфические породы (серпентин, хлорит, актинолит, серицит, тальк и др.).

Специфические минералы, присутствие которых возможно только в метаморфических породах (дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, кордиерит, некоторые гранаты, везувиан, волластонит, глаукофан и др.).

Структуры метаморфических пород в большинстве своем кристаллические. Процесс перекристаллизации пород при метаморфизме называется кристаллобластезом, а минеральные зерна, образующиеся в результате такого процесса, — кристаллобластами. Поэтому для зернистых метаморфических пород, сложенных более или менее изометричными зернами характерна гранобластовая структура. Для пород, состоящих преимущественно из чешуйчатых или листоватых минералов – лепидобластовая структура, а для сложенных игольчатыми или волокнистыми минералами – нематобластовая.

При наличии относительно крупных зерен (порфиробластов) на фоне более мелкозернистой основной массы структура породы называется **порфиробластовой**.

Под воздействием направленного давления, вызывающего дробление и перетирание пород возникают катакластические структуры. Среди катакластических структур различаются: брекчиевидная (брекчиевая), милонитовая и бластомилонитовая.

Для пород, не претерпевших глубоких изменений, в которых наряду с новыми структурами сохранились элементы структур исходных пород характерны реликтовые.

По взаимному расположению и форме зерен выделяются следующие текстуры метаморфических пород: сланцеватая текстура (параллельное расположение чешуйчатых и листоватых минералов), гнейсовая (обусловлена параллельной ориентировкой таблитчатых или вытянутых зерен минералов), полосчатая (чередование полос различного состава и структуры), пятнистая (неравномерное, гнездовое распределение минералов), волокнистая (вытянутые примерно в одном направлении волокнистые и игольчатые минералы), очковая (рассеянные в породе более крупные овальные зерна, «очки»), плейчатая (присутствие в породе очень мелких складок). В случае прочного однородного сложения породы текстура называется массивной.

2.2. 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. Для каждого типа характерны свои породы.

Региональный метаморфизм — широкомасштабный процесс, охватывающий огромные территории в пределах подвижных поясов земной коры. Главными его факторами являются температура и давление, а также воздействие воды и углекислоты, содержащихся в исходных породах и способствующих ходу химических реакций. Преобразование горных пород сопровождается перекристаллизацией и развитием новых минералов в условиях расплющивания и пластического течения вещества, что приводит к появлению характерного параллельного расположения минеральных зерен.

Наиболее распространенными породами регионального метаморфизма являются сланцы. Эти породы состоят из низкотемпературных минералов (таких как хлорит, актинолит, серицит, серпентин, эпидот, мусковит, альбит, кварц, ставролит), обладают сланцеватой текстурой, лепидобластовой или лепидогранобластовой структурой; в них часто сохраняются реликтовые структуры. В зависимости от минерального состава выделяют глинистые, хлоритовые, кварц-серицитовые, тальковые, слюдяные и др. Они залегают в форме слоев, линз и слоистых толщ, обычно интенсивно деформированных, смятых в сложные складки.

Гнейсы — состоят из полевых шпатов, слюд, кварца, граната, структура часто мелко- или среднезернистая, текстура очковая или гнейсовая. Внешне часто напоминают граниты, отличаясь от них параллельной ориентировкой слюды.

Гнейсы и сланцы, образующиеся при метаморфизме осадочных пород, называются парагнейсами и парасланцами. В результате метаморфизма магматических пород формируются ортогнейсы и ортосланцы.

Динамометаморфизм заключается в дроблении горных пород без существенной их перекристаллизации. По степени раздробленности среди продуктов динамометаморфизма выделяют тектонические брекчии, катаклазиты и милониты.

Тектонические брекчии образованы угловатыми или линзовидными обломками пород самой различной величины, между которыми находится небольшое количество мелкораздробленного материала тех же пород. Структура тектонических брекчий — брекчиевидная, текстура беспорядочная. Характерны отсутствие слоистости и однообразие состава обломков.

Катаклазиты состоят из более мелких угловатых обломков, сцементированных тонкоперетертым материалом этой же породы.

Милониты — перетертые и развальцованные породы с полосчатой текстурой, обусловленной наличием тонких слоев линзовидных обособлений менее раздробленного материала в тонкоперетертой массе.

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

Основными продуктами контактового метаморфизма являются:

Роговики — плотные и крепкие тонкозернистые породы с гранобластовой (роговиковой) структурой и массивной, реже пятнистой текстурой. Иногда сохраняется полосчатая реликтовая текстура. При раскалывании роговики образуют обломки с раковистым изломом и режущими краями. В результате перекристаллизации песчаноглинистых и кварц-полевошпатовых пород образуются биотитовые роговики,

состоящие в основном из биотита, кварца и плагиоклаза. Магматические породы основного и среднего состава преобразуются в роговообманковые (роговая обманка, плагиоклаз) или в пироксеновые (гиперстен, диопсид, плагиоклаз) роговики. Карбонатные породы превращаются в известково-силикатные роговики, содержащие гранат, пироксен, волластонит, кальцит, тремолит, плагиоклаз. Цвет роговиков определяется окраской господствующих минералов. Обычно они серые, черные или темно-зеленые.

Мраморы – мономинеральные породы карбонатного состава, бурно реагируют с соляной кислотой, структура всегда гранобластовая, текстура массивная, пятнистополосчатая. Окраска белая, серая, розовая, чёрная и др.

Кварциты – мономинеральные породы кремнистого состава, плотные, твёрдые, текстура массивная, структура гранобластовая. Преобладают светлые тона окраски. Железистые кварциты - важная руда на железо.

Основными типами пород, возникающими при ультраметаморфизме, являются **мигматиты**. Они образуются из **мигмы** – силикатного расплава с большим содержанием недоплавленной кристаллической фазы. Представляют собой 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.

Наиболее важными в практическом отношении метаморфическими породами являются **метасоматиты**. Они образуются аллохимически в результате реакции замещения минералов в твердом состоянии за счет флюидов, растворяющих и выносящих одни химические элементы и привносящих и отлагающих другие. С метасоматитами связаны концентрации многих редких элементов. Классификация метасоматитов сложна, наиболее типичные породы: скарны, грейзены, серпентиниты.

Скарны образуются на контакте интрузий и карбонатных толщ под действием постмагматических флюидов и растворов. Текстуры массивные, полосчатые, пятнистые, структуры нематогранобластовые. В составе пород преобладают пироксены, гранат, они часто содержат кальцит, рудные минералы, имеющие важное промышленное значение, например, полиметаллические руды, руды на медь, железо, молибден, вольфрам, олово.

Грейзены — крупнокристаллические светло-серые породы, состоящие из кварца и светлой слюды (мусковита или лепидолита). В качестве существенной составной части могут присутствовать топаз, турмалин, апатит, флюорит; рудные минералы — касситерит, вольфрамит, молибденит, пирит, арсенопирит и др. Структура пород лепидогранобластовая. Часто наблюдаются псевдоморфозы мусковита, кварца, турмалина и других минералов по полевым шпатам. Текстура массивная. Грейзены образуют жилы под влиянием горячих газожидких растворов (флюидов), которые мигрируют в трещинах массивов кислых магматических пород плутонического происхождения, могут накладываться на скарны и другие метасоматические породы.

Серпентиниты – класс пород, образованный под влиянием флюидов на отряд ультраосновных пород, содержащих оливин. Серпентинит состоит из минерала серпентина с примесью магнетита и хлорита, которые образуют микрочешуйчатую тёмнозелёную массу с пестрыми пятнами, часто содержит прожилки волокнистого хризотиласбеста.

Ударный метаморфизм – процесс образования пород при соударении метеорита с земной поверхностью. Породы называются коптогенными или импактитами. Названия импактитам дают по условиям образования:

Катаклазиты и брекчии образуются при дроблении пород в момент удара. Породы имеют брекчиевую, линзовидно-полосчатую текстуру. Обломки разного размера цементируются мелкообломочным материалом, гидроксидами железа, реже глинистосерицитовым субстратом.

Тагамиты состоят из продуктов плавления исходных пород. В минералах ударная волна разрушает кристаллическую решетку и формирует изотропное стекло, которое со временем раскристаллизовывается в микролиты кварца, полевых шпатов, оливинов и пироксенов. Текстуры стекловатые, микролитовые, возможны пористые и миндалекаменные.

Зювиты – это брекчии смешанного состава из продуктов дробления и плавления, имеют зеленовато-серую окраску, пористую текстуру и внешне похожи на туфы.

- 1 Абдулин А.А. Геология и минеральные ресурсы Казахстана. Алматы: Гылым, 2004.
- 2 Геологическое строение Казахстана / Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. - Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2005.
- 3 Полезные ископаемые Казахстана: Объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Казахстана масштаба 1:1 000 000 / Никитченко И.И. – Кокшетау, 2006.
- 4 Геология и минерагения Казахстана. Алматы: «Казгео», 2008.
- 5 Геонауки в Казахстане. Алматы: «Казгео», 2008.
- 6 Бекжанов Г.Р., Фишман И.Л. Прогнозные ресурсы и управление недропользованием в Казахстане. Алматы, 2012.
- 7 Бакенов М.М. Оновы рудно-формационного анализа. Алматы, 2011.
- 8 Бакенов М.М., Отарбаев К. Геология полезных ископаемых Казахстана, Алматы, 2012.
- 9 Бакенов М.М. Нетрадиционные и новые виды полезных ископаемых Казахстана, Алматы, 2008.
- 10 Рельеф Казахстана (пояснительная записка к Геоморфологической карте Казахстана масштаба 1: 1 500 000). В 2 – х частях. – Алма – Ата: Гылым, 2011.
- 11 Бакенов М.М. Нерудные полезные ископаемые Казахстана, Алматы, 2009.
- 12 Бакенов М.М. Месторождения золота Казахстана, Алматы, 2008.
- 13 Сырьевая база алюминиевой промышленности Казахстана. Алматы: Академия минеральных ресурсов РК, 2006.
- 14 Сырьевая база черной металлургии Казахстана (железо, марганец, хром). Караганда

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.

Маусымбаева Алия Думановна

Образовательная программа 7M07202 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»