

Магматизм и Магматические горные породы.

- 1. Образование и состав магмы
- 2. Виды магматизма
- 3. Интрузивный магматизм
- 4. Текстура и структура магматических пород как показатель условий их образования
- 5. Интрузивные породы

Образование и состав магмы

- На границе литосферы и мантии (120-150 км) находятся многочисленные очаги магмы - расплавы горных пород.
- Магматические очаги образуются также на различных глубинах в литосфере.
- В верхней части литосферы возникает кислотный расплав горных пород, образующий граниты и гранитный слой земной коры.
- В нижней части литосферы образуется расплав основного состава, формирующий «базальтовый» слой земной коры из пород, обогащенных магнием, кальцием и железом (порода базальт из этой магмы возникает на поверхности Земли).

Состав магмы

- Магма содержит: O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Ti, Na, K. По объему они составляют 90-95 % - преобладающие в земной коре.
- 5-3% - расплавленные металлы, чаще в соединении с комплексными анионами.
- 5-2% - летучие компоненты – пары воды в виде ионов OH^- и H^+ , а также газы CO , CO_2 , F_2 , HCl , HF , CH_4 , H_2S , SO_2 , B_2O_3
- В магме есть участки с упорядоченным строением – кремнекислородные тетраэдры, их цепочки и ленты, слои.

Магматизм

Магматизм - совокупность геологических процессов образования, эволюции, движения магмы в глубине земной коры к поверхности Земли, ее затвердевания во вторичных очагах или на поверхности с образованием магматических пород.

Эффузивный
магматизм –
вулканизм

Магма прорывает земную кору и извергается на поверхность в виде вулканов. При извержении вулканов из магмы выделяется большое количество газов

Интрузивный
магматизм

Основная часть магмы не достигает поверхности, а медленно остывает и отвердевает на более или менее значительной глубине во вторичных очагах.

Эффузивный магматизм, или вулканизм.

Если жидкий магматический расплав достигает земной поверхности, происходит его извержение, характер которого определяется составом расплава, его температурой, давлением, концентрацией летучих компонентов и другими параметрами.

Извержение вулкана -
лавовые потоки





Магма и ее образование

- Магма – расплавленное вещество литосферы или мантии, преимущественно силикатного состава, содержащее также расплавленные сульфиды, оксиды и летучие компоненты (газы).
- Магма образуется двумя путями. Первый – за счет локального повышения температуры при поступлении теплового потока из недр Земли. Второй – при понижении давления в определенном месте за счет движения блоков земной коры. Эти факторы в сочетании с определенным химическим составом горных пород вызывают появление расплава.
- Химический состав магмы соответствует эвтектике – легкоплавкому составу.

Свойства магмы

- Температура – от 2000 до 800 градусов С в зависимости от состава и глубины образования.
- Летучие компоненты препятствуют затвердеванию расплава, понижая температуру его кристаллизации, поэтому магма остается жидкой во время дальнейшего движения.
- Магма имеет меньший удельный вес по сравнению с окружающими породами и стремится подняться к поверхности Земли.

Л А В А

Лава – магма, обедненная летучими компонентами в процессе подъема вверх. Магмы и лавы подразделяются, как и горные породы по содержанию SiO_2 :

Составы магм

- ✓ Кислые ($\text{SiO}_2 > 65\%$)
- ✓ Средние (65 - 52%)
- ✓ Основные (52 – 45%)

Основные магмы - тяжелые, высокотемпературные (до $1500 - 2000^\circ\text{C}$), обогащены кальцием, магнием и железом, отличаются малой вязкостью и большой подвижностью.

Кислые и средние магмы ($800 - 1300$ град. C), обогащенные натрием и калием, отличаются высокой вязкостью и малой подвижностью.

Интрузивный магматизм

Основная часть магмы не достигает поверхности, а медленно остывает и отвердевает на более или менее значительной глубине. Образовавшиеся таким путем тела называются интрузиями или интрузивами.

Размеры интрузий различны – от 1-2 км до десятков и сотен км в диаметре. Форма их также различна. По форме и размеру интрузии разделяются на две группы –

Интрузивные массивы и Инъекционные магматические тела

Движение магмы

- Подъем магмы может осуществляться путем капельного просачивания через толщу пород или по трещинам в горных породах литосферы, где давление понижено.
- Поднятие продолжается до зоны ослабленного всестороннего давления, где магма скапливается, и образуется вторичный очаг.
- Во вторичном очаге магма может оставаться миллионы лет, постепенно кристаллизоваться (затвердевать), образуя магматические горные породы – процесс интрузивного магматизма.
- Если возникает зона трещиноватости с пониженным давлением, магма поднимается до поверхности – эффузивный магматизм (вулканизм).

Интрузивные массивы

1. Батолит – крупное магматическое тело (десятки и сотни км), уходящее на большую глубину и пересекающее осадочные породы. Обычно образуются по крупным разломам. Пример – Новосибирский.
- ✓ 2. Штоки – глубинные магматические тела небольших размеров, столбообразной формы, близкой к цилиндрической, в диаметре несколько км. Штоки – обычно ответвления батолитов. Пример – Мочищенский, Карьера «Борок»

Инъекционные тела

Инъекционные тела образуются в результате внедрения магмы под давлением и по сравнению с интрузивными имеют небольшие размеры.

По соотношению с вмещающими горными породами они делятся на согласные и несогласные, секущие под различными углами вмещающие горные породы. К согласным относятся - **силлы (пластовые интрузии), лаколлиты, лополиты, факолиты**; к несогласным (секущим) – **дайки, некки**.

Согласные инъекционные тела (интрузии)

Лакколиты -грибообразные или караваеобразные тела размером от сотен метров до 5 – 10 км.

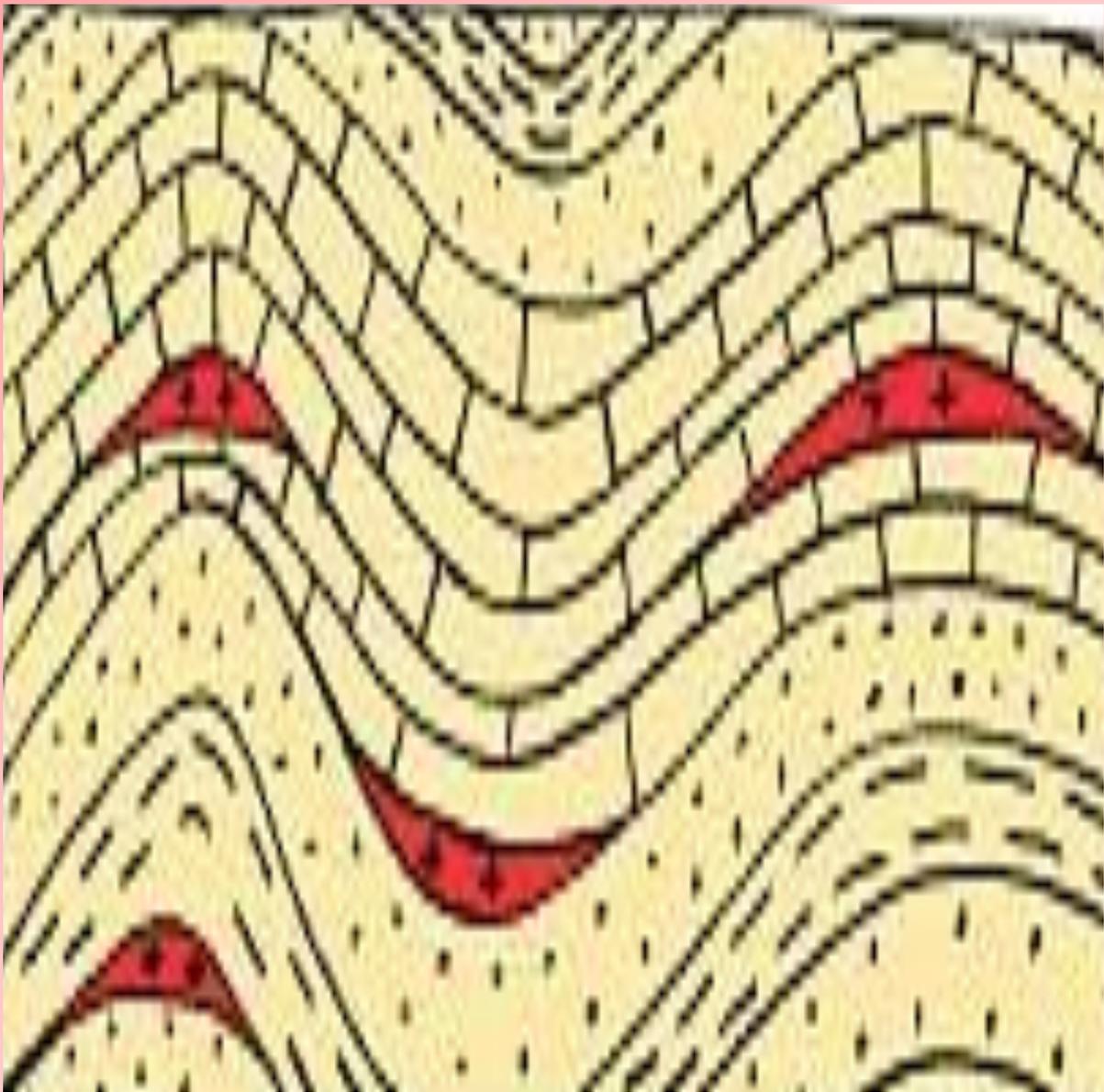
Лополиты - межпластовые интрузивные тела блюдцеобразной формы размером от нескольких км до сотен км.

Силлы – пластовые тела или линзы между слоями осадочных пород, часто образующие несколько ярусов. В длину – несколько км, толщина до 100м.

Факолиты – линзовидные или веретенообразные. зерновидные мелкие тела в перегибах складок размером от нескольких м до сотен м

Несогласные интрузии

- **Дайки** - плоские плитообразные магматические тела, образованные в результате внедрения магмы в вертикальные или наклонные трещины в земной коре. Толщина – от нескольких см до 10 м, длина – сотни км или не ограничена.
- **Некки** – вертикальные тела цилиндрической формы вблизи поверхности Земли, являются частью древних вулканических аппаратов. Диаметр – от 0,1 до 5 км, длина – от 1 до 10 км
- **Магматический диапир** – каплеобразная интрузия, расширяющаяся вверх размером несколько км.
- **Магматические жилы** – ветвистые неровные дайки, отходящие от крупного интрузивного тела и меняющие свою ширину и форму.



Структура

Структура (лат. *structura* - строение, расположение, порядок) - сумма признаков строения, которые характеризуют степень кристалличности, а также величину и форму составных частей (минералов), из которых состоит горная порода. Различают **полнокристаллическую, неполнокристаллическую и стекловатую структуры магматических горных пород.**

Полнокристаллическая (зернистая) – порода сложена исключительно кристаллами различных минералов.

По относительной величине кристаллов полнокристаллическая структура - равномернозернистая и неравномернозернистая.

Структуры магматических

В зависимости от размеров кристаллов структура интрузивных пород может быть крупнозернистой (размеры кристаллов 10-20 мм), среднезернистой (4-8 мм) и мелкозернистой (1-3 мм). Такая структура свойственна **глубинным породам в батолитах и штоках. В глубинных интрузиях медленно понижается температура магмы, и зерна минералов вырастают более крупными.**

Неравномернозернистая структура характеризуется неравномерным расположением минеральных масс в породе. Если часть зерен значительно крупнее остальных, структуру называют **порфировидной**.

Структура магматических пород

Порфировидная и мелкозернистая структуры характерны для пород **полуглубинных интрузий, образующих дайки, лакколиты, лополиты. Здесь ближе к поверхности идет более быстрое снижение температуры и кристаллизация.**

Тонкозернистая структура с размером зерен 0,1-0,2 мм наблюдается в дайках и силлах, магматических жилах.

Стекловатая структура вулканических пород не содержит зерен, **незакономерно** располагаются атомы, кристаллическая решетка отсутствует, например, в базальте.

Неполнокристаллическая порфировая структура содержит как аморфное вещество, так и мелкие зерна. Эти структуры характерны для вулканических, а иногда дайковых пород.

Текстура

Текстура (лат. *textura* - ткань, строение, сплетение) - Сумма

признаков, характеризующих расположение составных частей породы в пространстве и относительно друг друга. По плотности различают плотную массивную, малой плотности и пористую, пузыристую текстуры. В интрузивных породах может быть: **массивная однородная и беспорядочно-мелкопятнистая текстуры. В эффузивных породах проявляется текстура:**

- ✓ пятнистая,
- ✓ флюидальная,
- ✓ миндалевидная

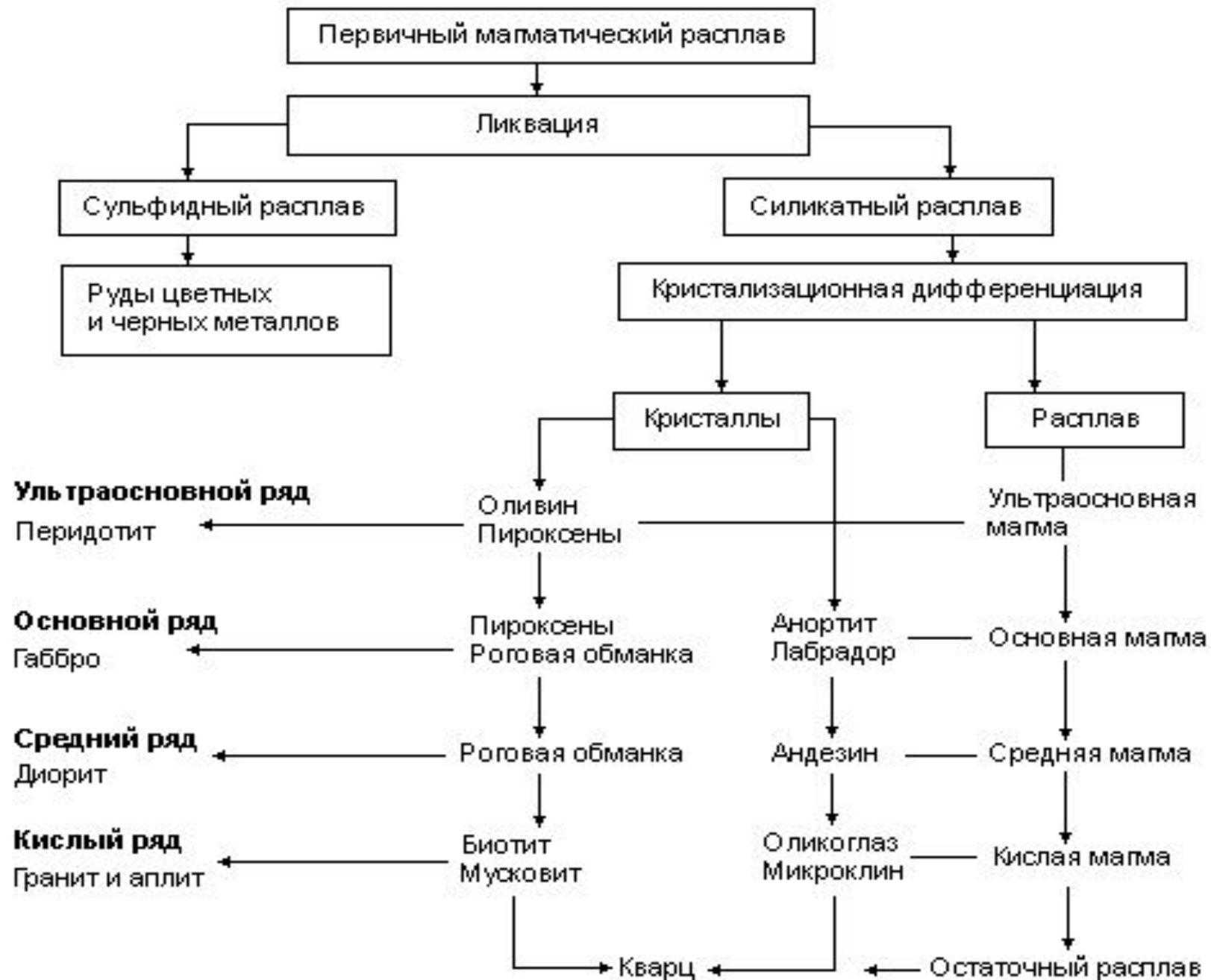
Текстуры

- **Массивная беспорядочная пятнистая текстура** характеризуется тем, что в любой части породы зёрна минералов распределены равномерно, без какой-либо елки. Эта текстура указывает на то, что условия кристаллизации во всех участках горной породы были одинаковыми.
- **Пятнистая текстура** обусловлена пятнистым распределением различных минеральных масс в породе.
- **Пузыристая (пористая, шлаковая) текстура** возникает в лавах благодаря удалению газа, скапливающегося первоначально в виде пузырьков. Эти пустоты имеют шарообразную или эллипсоидальную форму.

Магматические горные породы

Горные породы, образованные из магмы, называются магматическими. Породы магматического происхождения слагают до 60% объема земной коры. Они весьма разнообразны по условиям залегания, строению, химическому и минералогическому составу.

Магматические породы подразделяются на интрузивные и эффузивные, что определяется по свойствам – структуре и текстуре.



Дифференциация магмы

- Во вторичном очаге магма остается миллионы лет и испытывает **дифференциацию – разделение по химическому составу**. Спокойное состояние магмы во вторичном очаге способствует ее **ликвации** – разделению расплава по химическому составу на оксидно-сульфидную и силикатную части. (Вспомните разделение смеси масла и воды). Внизу расплав обогащен сульфидами и рудными оксидами. Выше располагается силикатный расплав.
- Второй вид дифференциации - **кристаллизационная дифференциация магмы**. Постепенное остывание магмы способствует процессу ее кристаллизации, которая сопровождается дифференциацией по химическому составу вследствие разных температур плавления минералов.

Кристаллизационная дифференциация магмы

- Первыми из расплава кристаллизуются тугоплавкие минералы – с высокими температурами плавления. Эти минералы возникают в сульфидно-оксидном расплаве. К ним относятся – магнетит, титаномагнетит, ильменит, хромит.
- Затем кристаллизуются сульфиды железа, никеля, меди (халькопирит), выпадающие из расплава. Кристаллы сульфидов и оксидов образуют рудные месторождения.

Ультраосновный ряд

- Постепенное остывание магмы во очаге приводит к последовательной кристаллизации силикатных минералов.
- Первыми выпадают силикаты, содержащие повышенное количество Mg, Fe, Ca – оливин $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_4$ и пироксены (авгит), роговая обманка $\text{NaCa}_3(\text{MgFe})_9\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{44}(\text{OH})_4$ (группа амфиболов) – 100%.
- Эти минералы обладают высоким удельным весом, тугоплавкие, окраска у них черная. Масса этих кристаллов образует породу ультраосновного ряда (основные свойства) – перидотит, которая скапливается в нижней части очага.

Основной ряд

- **Оставшийся расплав становится более богатым кремнеземом, и становится возможным кристаллизация минералов Na-Ca-полевых шпатов группы плагиоклаза – осаждаются анортит $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ и лабрадор $\text{Ca}_{0,8}\text{Na}_{0,2}\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, обогащенные кальцием (40%), а также авгит или роговая обманка 60%.**
- Скопления этих минералов формируют породу основного ряда – габбро.
- Кристаллизация минералов Na-Ca-полевых шпатов группы плагиоклаза – анортит $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ и лабрадор $\text{Ca}_{0,8}\text{Na}_{0,2}\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 100% приводит к образованию породы лабрадорита (анортозита).

ЛАБРАДОРИТ

(назван по месту первой находки – на п-ове Лабрадор в Северной Америке)

Кислотность. SiO₂ 45-52 % - основная порода.

Химический состав. Состоит преимущественно из плагиоклаза — лабрадора с незначительной примесью (не более 5—7%) пироксенов и рудных минералов.

Цвет. Обычно серый, коричневатый или почти черный. Но встречаются и светлые разновидности.

Структура. Полнокристаллическая, равномерно кристаллическая, крупнозернистая.

Текстура. Массивная.

Форма залегания. Лакколиты, лополиты, дайки, штоки.



Средний ряд

- В дальнейшем дифференциация во время кристаллизации приводит к обогащению расплава SiO_2 , Al, K, Na, что приводит к осаждению породы среднего ряда – диорита.
- Диорит содержит полевой шпат – андезин $(\text{Na}, \text{Ca}) \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$ до 60-70%, а также роговую обманку или авгит. Диорит уже имеет серую окраску по сравнению с темносерым габбро.

Сиенит

- Если средняя магма обогащается калием, и образуется 50-70% розового микроклина KAlSi_3O_8 вместо андезина, возникает розовая порода сиенит.
- В зависимости от содержания цветных минералов сиениты называют роговообманковыми, слюдяными. В химическом отношении сиениты характеризуются содержанием кремнезёма от 55 до 65%. В нормальных сиенитах плагиоклазы представлены олигоклазом и андезином; в щелочных - присутствуют калиевые полевые шпаты, реже - альбит. В отличие от гранита практически не содержит кварца (менее 5%).
- В химическом отношении сиениты характеризуются содержанием кремнезёма от 55 до 65%, а по содержанию щелочей разделяются на нормальные и щелочные.

Кислый ряд

- В конце кристаллизации оставшийся расплав приобретает кислый состав, более обогащен SiO_2 , Al, K, Na, поэтому из него кристаллизуются кислые полевые шпаты 70%- светлосерый олигоклаз $\text{Ca}_{0.2}\text{Na}_{0.8}\text{AlSi}_3\text{O}_8$ и розовый микроклин KAlSi_3O_8 , 10% - темные силикаты - авгит или роговая обманка, 10% слюды (серебристый мусковит $\text{KAlSi}_3\text{O}_8(\text{OH})_2$, черный биотит $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), последним кристаллизуется кварц SiO_2 10%, как избыточная кремнекислота.
- В результате образуется порода кислого ряда – гранит с двумя полевыми шпатами.
- Гранодиорит содержит один полевой шпат – олигоклаз, имеет светлосерый цвет.

Щелочной гранит

- Такие граниты по количеству светлых минералов-силикатов 80-90% относятся к кислому ряду, а по содержанию щелочных минералов – 80%-90% микроклина KAlSi_3O_8 – к щелочному ряду.

Дайковые породы

- Если магма кристаллизуется на небольшой глубине в трещинах, то образуются дайковые породы. Их кристаллизация происходит в небольшом пространстве, поэтому структуры пород тонкозернистые, текстуры плотные.
- Здесь образуются специфические породы кислого ряда – **аплит и лейкократовый гранит**, 100% полевые шпаты -- олигоклаз или микроклин. а также кварц. Эти породы образуются из поднимающихся выжимок кислой магмы.
- Дайковые породы среднего ряда называются **микродиоритами**. Иногда имеют специфический состав, содержат большое количество слюды.
- Распространены дайки основного ряда, состоящие из зеленой породы **диабаз**, сложенного зелеными минералами группы амфиболов и пироксенов, а также анортитом.

Значение дифференциации

- Дифференциации может подвергаться магма любого состава. Классическая дифференциация описана выше для магмы основного состава.
- В настоящее время считают, что магма в первичном очаге может образоваться любого состава, что связано с глубиной ее образования. Однако чаще образуются магмы основного или кислого составов, которые также испытывают дифференциацию.
- Магматическая дифференциация играла большую роль на ранних этапах развития Земли и привела к образованию базальтового и гранитного слоев земной коры.
- Сейчас между ними выделяют также диоритовый, переходный слой земной коры.

Строение земной коры

- Верхний осадочный слой земной коры и под ним гранитный слой имеют кислый состав, так как осадочный слой образуется при разрушении гранитного слоя земной коры экзогенными процессами.
- Нижние слои – базальтовый слой земной коры и под ним ультраосновной слой мантии характеризуются обогащением кальцием, магнием и железом, что обычно обозначают термином «основные слои».
- Процесс магматической дифференциации объясняет образование слоев земной коры, а также накопление рудных магматических полезных ископаемых.