

# Парагенезис минералов

---

Лекция 8

Кристаллография и минералогия

КарТУ им. Абылкаса Сагинова

Доктор PhD, ст. преподаватель Ли Е.С.

# План лекции

---

Введение

---

Что такое парагенезис минералов?

---

Как формируются минералы?

---

Влияние условий окружающей среды

---

Примеры парагенезиса минералов

---

Практическое применение

---

Заключение

---

Вопросы и обсуждение

# Введение

- **Парагенезис минералов** - это ключевой аспект в геологии и минералогии, который позволяет нам понять, как и почему минералы образуются и сосуществуют в горных породах. В данной презентации мы рассмотрим понятие парагенезиса, его значение, а также примеры наиболее известных минералов их взаимосвязей.

## Определение парагенезиса минералов



- **ПАРАГЕНЕЗИС МИНЕРАЛОВ** - это явление, при котором определенные минералы сосуществуют в определенных горных породах в результате схожих условий образования. Это важное понятие, которое позволяет нам анализировать и прогнозировать минералогические составы различных горных образований

# Процесс образования минералов



- Формирование минералов в земной коре



- Влияние физико-химических условий на образование минералов

# Процессы минералообразования

---

## Эндогенные процессы

**П**ротекают в недрах Земли и связаны с магматической деятельностью. Процессы застывания магмы ведут к образованию различных магматических горных пород, а отделяющиеся от магмы газовые и водные растворы переносят различные элементы и их соединения, которые при благоприятных условиях, например, в полостях, пустотах, трещинах, выделяются в виде минералов.

## Экзогенные процессы

**П**роисходят на или близ поверхности Земли, а также в атмосфере и гидросфере. Они связаны с физическим и химическим разрушением горных пород и минералов и вызывают образование других устойчивых в поверхностных условиях Земли пород и минералов. К этой группе относятся и биогенные (связанные с жизнедеятельностью) процессы.

**Магматические**

**Пегматитовые**

## **Эндогенные процессы**

**Пневматолитовые**

**Гидротермальные**

**Э**ндогенные процессы минералообразования подразделяются на магматические, пегматитовые, пневматолитовые и гидротермальные.

Эти процессы всегда связаны с деятельностью магмы.

# Магматические процессы

**М**агма представляет собой огненно-жидкий силикатный расплав, образующийся в глубинных зонах Земли. Часть ее изливается через жерла вулканов или трещины на земную поверхность и быстро застывает в виде потоков или покровов стекловатых лав. Другая часть не доходит до поверхности и медленно застывает на глубинах 1 км и более, образуя интрузивные полнокристаллические породы. Именно при кристаллизации магмы возникла большая часть минералов, слагающих земную кору.

**Излившиеся  
(эффузивные)  
магматические  
горные породы**

**Глубинные  
(интрузивные)  
магматические  
горные породы**



**Магма**

# Магматические процессы

К числу минералов, образующихся путем непосредственной кристаллизации магматических расплавов, относятся, в основном, различные силикаты. Таким же путем образуются сульфиды железа, никеля, меди, а также хромит, апатит, алмаз и целый ряд других.



Отражает последовательность кристаллизации минералов

*Алмаз*

# Пегматитовый процесс

**П**егматитовый процесс – кристаллизация из расплава, обогащенного летучими компонентами (Fe, Cl, OH и др.)

---

**П**егматиты родственны интрузивным породам, отличаются от них только тем, что образуются, в основном, в форме жил и имеют крупнозернистое и гигантозернистое строение. Более того, они, как правило, пространственно связаны с интрузиями и могут залегать, как непосредственно в самих интрузиях, в форме жил, линз, так и поблизости (1-2 км.) от них. В основном, пегматиты связаны с гранитами, иногда со щелочными и нормальными породами.



# Пневмалитовый процесс

**Пневмалитовый процесс (пневматолитиз)** – процесс образования минералов из газовой фазы. На некоторых этапах застывания магмы, выделяются газы, которые по мере движения вверх по трещинам, охлаждаются, реагируют с вмещающими породами, в результате чего образуются минералы. Минералы образованные в результате пневматолита, называются – пневматолиты и разделяются на две группы.

---

**Вулканическая группа.** Минералы этой группы образуются в областях вулканической деятельности из газов, отделяющихся от магмы на поверхности, или вблизи. Основными газами, выделяемыми во время вулканической деятельности, являются пары воды, хлористые и сернокислые соединения натрия, калия, кальция,  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_4Cl$ , присутствуют соединения железа, меди, бора, фтора и др

**Глубинные пневматолиты.** Образуются, когда газы отделяются в глубине земной коры. Примером действия глубинного пневматолита, является образование таких группы таких пород, как **грейзены**. Помимо этого, в результате глубинного пневматолита образуются такие породы, как осадочно-метаморфические. Последние, образуются вследствие метасоматоза осадочных пород. Главным минералом в грейзенах, является кварц.

# Пневмалитовый процесс

Глубинным пневматолитам относят **грейзены** — породы, образовавшиеся в условиях средних глубин благодаря переработке магматическими эманациями (газами и водными растворами) гранитов и жильных магматических пород. В грейзенах из минералов резко преобладает кварц, почти всегда присутствует мусковит и часто встречаются лепидолит, топаз, турмалин, флюорит, берилл, рутил. Из рудных минералов характерны касситерит и вольфрамит, в меньшей степени молибденит и арсенопирит.

Пневматолитовый процесс неразрывно связан с гидротермальным.

Кварц



Берилл



Рутил



Флюорит



Турмалин



Топаз



# Гидротермальный процесс

- **Гидротермы** – горячие водные растворы, отделяющиеся от магмы или образующиеся в результате сжижения газов. Подобные растворы переносят из магмы и могут ассимилировать вещества из боковых пород. Движение гидротерм происходит за счет разницы давлений по трещинам и зонам контактов пород. По мере удаления от очага температура гидротерм уменьшается, движение замедляется, и из растворов начинают отлагаться минералы. Для минералов образуемых гидротермальным способом, характерны жильные формы выделений. Именно гидротермальный процесс позволяет образовываться кристаллам минералов, высокого коллекционного качества.
- Гидротермальные процессы разделяются:
- **высокотемпературные** (300-450°C), располагаются ближе всех к материнской интрузии;
- **среднетемпературные** (200-300°C)
- **низкотемпературные** (ниже 200), наиболее удалены от интрузии.

# Экзогенные процессы

В результате экзогенных процессов образуются осадочные горные породы и соответствующие минеральные месторождения. Экзогенные процессы имеют формы проявления, такие как: процессы химического и физического разрушения минералов (выветривания), перенос продуктов выветривания и осадкообразование, диагенетические процессы (литификация), инфильтрация.



Образование осадочных пород.

## Парагенезис в минералогии

- Парагенезис в минералогии - это явление, при котором определенные минералы часто соседствуют друг с другом в природе, образуя типичные геологические ассоциации. Парагенезис связан с условиями образования минералов и химическими процессами, происходящими в земной коре. Минералы в парагенезисе могут образовываться одновременно или последовательно при разных этапах геологических процессов.

Примеры групп  
минералов,  
часто  
соседствующих  
в природе,  
включают:



**Кварц, слюда и каолинит** - эти минералы часто встречаются в гидротермальных жилах и образуют парагенезис при формировании рудных месторождений.



**Пирит, халкопирит и сфалерит** - эти минералы часто соседствуют в рудных месторождениях меди и цинка.



**Гранат, корунд и андалузит** - эти минералы могут быть связаны с метаморфическими горными породами и образуют парагенезис в зависимости от условий метаморфизма.



**Карбонаты (кальцит, доломит) и селенит** - эти минералы могут образовываться в карбонатных породах, таких как известняки.



**Барит и флюорит** - эти минералы часто соседствуют в рудных месторождениях и гидротермальных жилах.

- 
- Эти примеры демонстрируют разнообразие парагенезисов в разных геологических контекстах, и они могут служить важными индикаторами при поиске полезных ископаемых и изучении геологических процессов.

# Факторы, влияющие на парагенезис



**Температура и давление:** Температура и давление в горных породах играют важную роль в образовании минералов. Высокие температуры и давления способствуют формированию определенных типов минералов, в то время как низкие температуры и давления могут способствовать формированию других видов.



**Химический состав:** Химический состав породы и флюидов, находящихся внутри нее, оказывает влияние на тип и характер образующихся минералов. Различные химические элементы и соединения могут содействовать формированию различных минералов.

# Факторы, влияющие на парагенезис



**Время:** Временной аспект также играет роль в парагенезисе. Процесс образования и роста минералов требует времени, и он может происходить на протяжении миллионов лет.



**Изменения условий:** Изменения в окружающей среде, такие как изменения температуры, давления, pH и состава флюидов, могут вызвать изменения в процессе парагенезиса.

# Факторы, влияющие на парагенезис



**Присутствие катализаторов:** Наличие определенных веществ, называемых катализаторами, может ускорить или улучшить процесс образования минералов.



**Геологические процессы:** Геологические процессы, такие как метаморфизм, магматизм, осадочные отложения и гидротермальные системы, также могут влиять на парагенезис, создавая различные условия для образования минералов.

# Методы изучения парагенезиса



**Петрографический анализ:** Петрография - это метод, основанный на наблюдении тонких срезов горных пород под микроскопом. Этот метод позволяет определить типы минералов, их текстуру, размеры и взаимное расположение. Петрографический анализ может предоставить информацию о последовательности образования минералов.



**Минералогический анализ:** Минералогический анализ включает в себя определение химического состава минералов с использованием методов, таких как рентгеновская дифракция, спектроскопия и микроанализ. Эти методы позволяют точно определить состав и структуру минералов.



**Термодинамическое моделирование:** С помощью термодинамических моделей можно исследовать условия образования минералов в горных породах. Эти модели учитывают температуру, давление и состав флюидов, чтобы предсказать, какие минералы могли бы образоваться при определенных условиях.

# Методы изучения парагенезиса



**Геохимический анализ:** Геохимический анализ позволяет исследовать химический состав пород и минералов. Сравнение концентраций различных элементов в разных минералах может помочь в понимании парагенезиса.



**Исследование месторождений и полевые наблюдения:** Наблюдение за минералами в природе, изучение месторождений и полевая геология позволяют собирать информацию о физических условиях, при которых происходил парагенезис.



**Экспериментальные методы:** Лабораторные эксперименты, включая гидротермальные синтезы и многие другие, могут использоваться для моделирования условий образования минералов в контролируемых условиях.

# Методы изучения парагенезиса

- Эти методы часто применяются в комбинации, чтобы получить более полное представление о процессах парагенезиса. Комбинированный анализ минералов, текстуры пород и химического состава может предоставить более точную картину образования и развития минералов в горных породах.

# Значение парагенезиса



1. **Поисковая геология:** Знание о том, какие минералы чаще всего встречаются вместе, помогает геологам определить потенциально богатые месторождения.



2. **Петрография:** Понимание парагенезиса позволяет лучше интерпретировать структуру и происхождение горных пород.



3. **Экономическое значение:** Изучение парагенезиса может быть полезным при разработке месторождений полезных ископаемых, таких как металлы, минеральные ресурсы и драгоценные камни.

## 1. Кварц и КПШ

Кварц и КПШ часто встречаются вместе в горных породах, таких как гранит. Этот парагенезис характерен для магматических пород.



## 2. Хальцедон и Агат

Эти два разновидности кремнезема формируются в результате замещения месторождений кремнистых пород.



# Примеры парагенезиса минералов

### 3. Гематит и Магнетит

Гематит и магнетит - железные минералы, которые часто находятся вместе в осадочных породах, таких как бокситы и железняки.



### 4. Карбонаты и Гипс

Карбонаты (например, кальцит) и гипс часто образуются вместе в результате осаждения растворенных минералов в водных средах.



Примеры парагенезиса минералов

## Заключение

- Парагенезис минералов - это ключевой аспект для понимания формирования горных пород и месторождений полезных ископаемых. Изучение этого явления помогает не только в научных исследованиях, но и в практических приложениях, связанных с добычей полезных ископаемых.

## Контрольные вопросы

- Что такое парагенезис минералов?
- Какие факторы влияют на образование парагенезиса минералов?
- Какие минералы чаще всего соседствуют в парагенезисе?
- Какие условия окружающей среды могут повлиять на парагенезис минералов?
- Какие методы анализа используются для изучения парагенезиса минералов?
- Какие информационные данные можно получить из исследования парагенезиса минералов?
- Как парагенезис минералов может быть полезен при разведке рудных месторождений?