

# Курс лекций Спецкурс минералогии

## Тема 3: ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

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

Маусымбаева Алия Думановна

2025



# Тема 3: ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

План лекции:

Предмет кристаллографии, ее методы.

Симметрия кристаллов.

Понятие о сингониях и простых формах кристаллов.

- ▶ 1. Предмет кристаллографии
- ▶ **Кристаллография** - (от кристаллы и греч. grapho — пишу, описываю), это наука об атомно-молекулярном строении, симметрии, физических свойствах, образовании и росте кристаллов, а также их связи с окружающей средой.
- ▶ Кристаллография зародилась в древности в связи с наблюдениями над природными кристаллами, имеющими естественную форму правильных многогранников. Как самостоятельная наука существует с середины XVIII в.
- ▶ В зависимости от расположения элементарных частиц в твердых веществах различают следующие их состояния:
- ▶ **Аморфность** (по греч. «аморфоз» - бесформенный) состояние твердого вещества с беспорядочным расположением частиц в пространстве (молекул, атомов, ионов). Аморфные вещества можно рассматривать как переохлажденные жидкости с сильно пониженной подвижностью материальных частиц, их составляющих.
- ▶ **Кристалличность** - состояние твердого вещества с закономерно расположенными частицами по геометрическим законам.

## 2. Симметрия кристаллов

**Симметрия** (от греч. «соразмерность») - закономерная повторяемость одинаковых частей. Она чрезвычайно широко распространена в природе, но нигде она не проявляется так ярко, как в мире кристаллов. Симметрия в них отражается во внешней правильной форме многогранников.

Имея в руках кристалл, нельзя не обратить внимание на то, что он содержит по несколько равных между собой граней. Поэтому при повороте кристалла вокруг некоторых воображаемых осей на определенный угол, многогранник будет совмещаться с самим собой.

По отношению к кристаллам **симметрия** — это закономерная повторяемость в пространстве одинаковых граней, ребер и углов фигуры, которая может совмещаться сама с собой в результате одного или нескольких отражений. Для описания симметрии пользуются воображаемыми образами — точками, прямыми, плоскостями, называемыми элементами симметрии.

**Ось симметрии** ( $L$ ) — прямая линия, при вращении вокруг которой повторяются равные части фигуры, то есть она самосовмещается. Число совмещений при повороте на  $360^\circ$  определяет порядок оси симметрии ( $n$ ). В кристаллографии известны оси 2, 3, 4 и 6го порядков. Например, если кубик вращать вокруг линии, проходящей через центры противоположных граней, то при повороте на  $360^\circ$  произойдет 4 таких совмещения.

# Основные типы текстуры руд

Группа	Вид	Месторождения					
		метаморфические	магматические	пегматитовые	гидротермальные	выветривания	осадочные
Массивная	Массивная (сплошная)	+	+	-	+	+	+
Пятнистая	Такситовая (пятнистая)	+	+	+	+	+	-
	Вкрапленная	+	+	+	+	-	+
	Шлировая	-	+	-	-	-	-
Полосчатая (симметричная и асимметрия- ная)	Полосчатая	+	+	+	+	+	-
	Ленточная	-	-	-	+	+	+
	Слоистая	-	-	-	-	-	+
	Линзовидная	+	+	+	+	+	+
	Плойчатая	+	-	-	-	-	+
	Гнейсовидная	+	-	-	-	-	-
	Сланцеватая	+	-	-	-	-	-

	Крустификационная (гребенчатая)	-	-	-	+	-	-
Прожилковатая	Сетчатая	-	+	-	+	-	-
	Пересекающихся прожилков	-	+	-	+	-	-
	Параллельных прожилков	-	+	-	+	-	-
Сфероидальная	Нодулярная	-	+	-	-	-	-
	Кокардовая	-	-	-	+	-	-
	Кольцевая	+	-	-	-	-	-
	Друзовая (миаролитовая)	+	-	+	+	+	-
	Конкреционная	-	-	-	-	+	+
	Секреционная (жеодовая, миндалекаменная)	-	-	-	+	+	+
	Оолитовая	-	-	-	+	-	+
	Бобовая, гороховая	-	-	-	-	-	+
	Конгломератовая	-	-	-	-	-	+

почковидная	Колломорфная	-	-	-	+	+	+
	Корковая, скорлуповатая	-	-	-	-	+	+
	Пузырчатая	-	-	-	-	+	-
Дробления	Пересечения	-	-	-	+	-	-
	Брекчиевая	+	+	-	+	+	-
	Брекчиевидная	+	+	-	-	+	-
	Петельчатая	-	-	-	+	+	-
Пустотная	Пористая (кавернозная, пещеристая)	-	-	-	-	+	-
	Пузырчатая	-	-		-	+	-
	Сотовая	-	-		-	+	+
Каркасная	Ячеистая	-	-	-	-	+	-
	Каркасно - губчатая	-	-	-	-	+	-
	Каркасно - ящичная	-	-	-	-	+	-

Рыхлая	Обломочная						+
	Землистая	-	-	-	-	+	+
	Порошковая (мучнистая, сажистая)	-	-	-	-	+	+



### 3.2 Истории развития Земли.

Земля с момента образования ее и до наших дней в процессе своего развития претерпела значительные и сложные изменения. В геологической истории ее можно выделить периоды относительно спокойные, когда не было сильно выраженных горообразовательных процессов, и периоды бурного проявления внутренних сил Земли - эпохи горообразований. В связи с этим менялись климатические условия отдельных участков земного шара, распределение суши и моря, растительный и животный органический мир. Историко-геологический процесс протекал циклично, по этапам, и в то

же время направленно. Каждый новый этап существенно отличался от предыдущего, т.е. горы превращались в равнины, в атмосфере повышалось содержание кислорода и уменьшалось - углекислого газа, постепенно развивался органический мир - от простейших до человека.

При изучении геологического прошлого Земли применяется много методов, главными из которых можно назвать биостратиграфический - ведущий метод стратиграфических исследований и метод определения абсолютного возраста.

### 3. Понятие о сингонии

**Сингонией** кристалла называется совокупность видов симметрии, связанных общим признаком. Выделено семь сингоний, объединенных в три категории:

Сингонии низшей категории характеризуются отсутствием осей высшего порядка): триклинная, моноклиная, ромбическая. В кристаллах триклинной сингонии элементы симметрии отсутствуют, либо имеется только центр. В кристаллах моноклинной сингонии количество осей второго порядка или плоскостей не должно быть больше одной. В ромбической сингонии может быть несколько плоскостей или осей второго порядка.

Для сингоний низшей категории, где нет осей выше второго порядка, возможны **только 7 простых форм**:

**Моноэдр** - простая форма из одной грани;

**Диэдр** - две равных пересекающиеся грани;

**Пинакоид** - две параллельные грани;

**Ромбическая призма** - фигура из 4 пересекающихся граней, каждая из которых параллельна противоположной;

**Ромбический тетраэдр** - фигура из 4 пересекающихся граней, каждая из которых имеет вид неправильного треугольника;

**Ромбическая пирамида** - фигура из 4 треугольных граней, пересекающихся в одной вершине;

**Ромбическая дипирамида** - фигура из 8 пересекающихся граней, напоминающая 2 пирамиды, приставленные друг к другу основаниями.

В тригональной, тетрагональной и гексагональной сингониях простые формы представлены призмами, пирамидами, дипирамидами, трапезоэдрами, тетраэдром, ромбоэдром и скаленоэдрами.

**Призмы** представляют собой фигуры из прямоугольных пересекающихся граней, ребра которых параллельны друг другу и оси высокого порядка.

**Пирамиды** - многогранники из треугольных пересекающихся граней, ребра которых сходятся в одной вершине.

**Дипирамиды** представляют собой простые формы как бы состоящие из двух пирамид, сложенных друг с другом основаниями.

**Трапецеэдры** отличаются от дипирамид тем, что нижняя пирамида находится не точно под верхней, а смещена на неопределенный угол. Грани продолжены до взаимного пересечения и имеют форму четырехугольников с неравными сторонами.

**Тригональный ромбоэдр** - фигура из 6 пересекающихся граней, в первом приближении представляющая собой куб, вытянутый или сплюснутый вдоль одной из диагоналей. Грани имеют форму ромбов. Каждая верхняя грань расположена между двумя нижними.

**Тригональный скаленоэдр** представляет собой ромбоэдр с удвоенными гранями.

**Тетрагональный тетраэдр** - фигура из 4 пересекающихся граней, имеющих форму равнобедренных треугольников.

**Тетрагональный скаленоэдр** представляет собой тетраэдр с удвоенными гранями.

В кубической сингонии имеется еще 15 простых форм. Ранее перечисленные здесь отсутствуют:

**Куб или гексаэдр** - фигура образованная 6 пересекающимися взаимно перпендикулярными квадратными гранями.

**Тетрагексаэдр** представляет собой куб, на каждой грани которого расположена низкая пирамида. В результате каждая грань куба оказалась поделенной на 4 треугольных грани.

**Кубический тетраэдр** - фигура из 4 пересекающихся тригонов.

**Тригонритетраэдр** - тетраэдр, каждая грань которого разделена на 3 треугольные грани.

**Тетрагонритетраэдр** - тетраэдр, каждая грань которого разделена на 3 четырехугольные грани.

► **Основной список литературы**

- 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: 2005.