

## ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И СВОЙСТВ САМОРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ И СУЛЬФИДОВ

Цель работы: ознакомиться с коллекцией минералов самородных элементов и сульфидов; изучить их основные диагностические признаки, условия образования и области применения; научиться определять минералы этих классов.

Оборудование и материалы: минералы классов самородных элементов и сульфидов; шкала твердости Мооса; фарфоровая пластинка; спиртовка; концентрированная и 10 %-ная HCl; концентрированная KOH и NaOH; лупа.

### 1. Общие сведения

**Минералы самородных элементов.** В природе в самородном состоянии встречаются Cu, Au, Ag, Hg, S, C, Fe, Pt и др. Почти все они, за исключением C и S, являются *самородными металлами*, обладают металлическим типом связи, обуславливающим хорошую электро- и теплопроводность, имеют серебристо-белый или желтовато-белый цвет, сильный металлический блеск в полированном виде, малую прозрачность, значительную плотность, высокую ковкость и небольшую твердость. Cu, Au, Ag, Pt могут встречаться совместно, образуя твердые растворы.

**Металлоиды** (C, S) представлены несколькими полиморфными модификациями: сера – тремя (б, в, г), углерод – двумя (алмаз, графит). За исключением алмаза, они характеризуются низкой твердостью и высокой хрупкостью. Высокая твердость алмаза обусловлена тетраэдрической ориентировкой и четверной координацией орбиталей электронов вокруг атома углерода. Для графита характерна тройная координация и очень непрочная слоистая структура.

Наиболее важное практическое значение имеют золото, серебро, алмаз, платина, графит, сера.

**Сульфиды.** К минералам данного класса относятся как собственно сернистые (сульфиды), так и аналогичные им мышьяковистые, сурьмянистые селенистые, теллуристые соединения. В основном это соединения цветных металлов – Fe, Cu, Pb, Zn, Hg, Co, Ni и др. В природе известно около 200 минералов этого класса. Они составляют 0,15–0,25 % массы земной коры. Различают простые (представленные катионом одного металла) и сложные (представленные катионами нескольких металлов) сульфиды. Для некоторых из них характерен полиморфизм.

Сульфиды имеют преимущественно ионный тип связи между металлами и анионами. Однако значительная роль принадлежит также ковалентной и металлической типам связей. Координационные полиэдры чаще всего октаэдрические и гексаоктаэдрические, координация обычно шестерная или четверная. Наиболее распространены сульфиды с координационной структурой, значи-

тельно реже в этом классе встречаются минералы с островным, цепочечным и слоевым типом структуры. Для большинства сульфидов характерен металлический блеск, высокая плотность (свыше  $3,50 \text{ г/см}^3$ ), непрозрачность, электропроводность, незначительная твердость, колеблющаяся от 2 до 4 и редко достигающая до 6–7 (пирит, арсенопирит) или снижающаяся до 1–2 (молибденит). Для прозрачных сульфидов характерен сильный алмазный или металловидный блеск (сфалерит, киноварь).

В природе сульфиды образуются в различных условиях: непосредственно выделяясь из магмы, выпадая из гидротермальных растворов и в результате жизнедеятельности организмов.

Наиболее распространенным и важными в промышленном отношении являются пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, арсенопирит, киноварь, антимонит, висмутин, молибденит и др.

Основные диагностические характеристики самородных элементов и сульфидов приведены в определителе минералов (табл. в приложении) и в табл. 9, 10.

### 1. Порядок выполнения работы

Пользуясь названными таблицами произвести диагностику минералов, написать их кристаллохимическую формулу, охарактеризовать физические свойства, описать условия образования и применение в производстве силикатных материалов. Результаты оформить в виде таблицы.

Наименование минерала и кристаллохимическая формула	Класс, подкласс	Тип структуры	Сингония и форма кристаллов	Цвет минерала	Цвет черты	Блеск
---	-----------------	---------------	-----------------------------	---------------	------------	-------

Продолжение таблицы

Твердость	Спайность, излом	Плотность, $\text{г/см}^3$	Прочие диагностические свойства	Происхождение	Применение	Месторождения
-----------	------------------	----------------------------	---------------------------------	---------------	------------	---------------

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируются самородные минералы по физическому состоянию?
2. Назовите полиморфные модификации углерода, в чем их разница?
3. Какими общими чертами характеризуются минералы класса сульфидов?
4. Приведите примеры сложных сульфидов. В чем их особенность?
5. Как отличить пирит от халькопирита? галенит от сфалерита?
6. Чем объяснить различие их свойств?
7. Укажите области применения углерода и платины.
8. Что такое изоморфизм и полиморфизм? Назовите примеры данных явлений.

Таблица 9

### Характеристика самородных металлов

Минерал Формула	Сингония	Происхождение	Область применения	Месторож- дение
<b>Самородные металлы</b>				
Медь Cu	Кубическая	Гидротермальное, в зонах окисления медносульфидных месторождений, осадочное	Машиностроение, электротехника	Россия (Урал, Якутия)
Серебро Ag	Кубическая	Гидротермальное, в зонах окисления месторождений сернистых руд	Изготовление серебряных изделий (в сплавах с медью)	Россия (Урал, Алтай), Казахстан
Золото Au	Кубическая	Гидротермальное, в россыпях	Основной валютный металл, изготовление украшений	Россия (Урал, Восточная Сибирь)
Ртуть Hg	Жидкость Ромбическая при T = - 38,9°С	Продукт разложения киновари	Приборостроительная промышленность	Россия (Алтай), Украина
Железо (феррит) $\alpha$ -Fe	Кубическая	Магматическое	Практического значения не имеет	Россия (Якутия)
Поликсен (Pt, Fe) Платина Pt	Кубическая	Магматическое	Химическая, электротехническая промышленность, ювелирное производство	Россия (Урал)
<b>Металлоиды</b>				
Алмаз C	Кубическая	Магматическое – в глубинных породах (кимберлиты, перидотиты), В россыпях	Изготовление буровых коронок, вращающихся алмазных пил, штампов-фильер, шлифовального камня, в ювелирном производстве	Россия (Якутия, Урал)
Графит C	Гексагональная	Метаморфическое, магматическое	Производство электродов, тиглей, машинных смазок, огнеупоров, грифелей футеровки, высокотемпературных печей	Россия (Восточная Сибирь, Красноярский край), Украина
Шунгит C	Аморфный	Осадочное, метаморфическое	Облицовочный камень, производство художественных красок	Россия (Карелия)
Сера S	Ромбическая	Сольфатарное, осадочное, экзогенное – разложение сернистых соединений и гипсоносных толщ	Производство серной кислоты, красок, спичек и др., в составах стекол	Узбекистан, Туркменистан, Россия (Поволжье)

Таблица 10

## Характеристика сульфидов

Минерал Формула	Сингония	Происхождение	Область применения	Месторождение
Халькозин $\text{Cu}_2\text{S}$	Кубическая, ромбическая	Гидротермальное, экзогенное в зонах окисления медных месторождений	Медная руда	Россия (Урал), Казахстан
Галенит $\text{PbS}$	Кубическая	Гидротермальное, метасоматическое	Свинцовая руда. Получение свинцовых препаратов, стекольная промышленность	Россия (Алтай, Забайкалье), Казахстан
Сфалерит $\text{ZnS}$	Кубическая	Гидротермальное	Цинковая руда, изготовление сплавов (бронза, латунь), цинковых белил	Россия (Урал), Украина, Грузия
Пирит $\text{FeS}_2$	Кубическая	Магматическое, гидротермальное, осадочное	Производство серной кислоты, изготовление керамических красок, глазурей, стекол	Россия (Урал), Азербайджан
Пентландит $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$	Кубическая	Магматическое	Никелевая руда	Россия (Урал)
Пирротин $\text{Fe}_{(1-n)}\text{S}$	Гексагональная	Магматическое, гидротермальное, контактово-метасоматическое	Производство серной кислоты	Россия (Урал, Кузнецкий Алау) Кавказ
Ковеллин $\text{CuS}$	Гексагональная	Зоны окисления сульфидов меди	Медная руда	Россия (Урал)
Молибденит $\text{MoS}_2$	Гексагональная.	Гидротермальное	Руда на молибден, изготовление жароупорной стали, электротехника, стекольное производство	Россия (Забайкалье) Грузия, Армения
Халькопирит $\text{CuFeS}_2$	Тетрагональная	Магматическое, гидротермальное	Медная руда	Россия (Урал, Кузнецкий Алау), Казахстан
Киноварь $\text{HgS}$	Тригональная	Гидротермальное	Руда на ртуть, изготовление красок, взрывчатых веществ, в медицине	Украина (Донбасс), Россия (Западная Сибирь), Кыргызстан
Антимонит $\text{Sb}_2\text{S}_3$	Ромбическая	Гидротермальное	Руда для получения сурьмы	Россия (Красноярский край), Казахстан
Марказит $\text{FeS}_2$	Ромбическая.	Гидротермальное, продукт выветривания пирротина, осадочное	Производство серной кислоты	Россия (Урал, Ленинградская область)
Аурипигмент $\text{As}_2\text{S}_3$	Моноклинная	Гидротермальное	Руда для получения трехоксида мышьяка	Грузия