

# Физические свойства, химический состав простых сульфидов

Лекция

преподаватель ГРТ ИРНИТУ Пажинцева Л.И.

# Халькозин

- ❖ – минерал, природный сульфид меди ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ). Английское название: Chalcocite (название минерала, утверждённое IMA); Впервые выделен/описан:
- ❖ Минерал известен с древних времён, задолго до формальной публикации с его описанием. Происхождение названия: В переводе с древнегреческого "халькоз" означает медь. Другие названия (синонимы): Медный блеск, халькоцит. Разновидности минерала: Кокинерит (cosinerite) наиболее полно описан в 1967 г., дискредитирован IMA в качестве минерала состава  $\text{Cu,Ag,S}$ .



# Свойства

- ❖ Сингония: Моноклинная
- ❖ Состав (формула):  $\text{Cu}_2\text{S}$ , возможна примесь Ag, Co, Ni, As, Au
- ❖ Цвет:
- ❖ Серый, тёмно-серый, серо-чёрный, синевато-чёрный, чёрный
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Черта цвета свинцовых туч
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Несовершенная
- ❖ Излом: Неровный, Раковистый
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 2,5-3
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 5,7



## Диагностические признаки

- ❖ Характерным признаком является небольшая твердость, свинцово-серый цвет.
- ❖ **Особые свойства** Не магнитен. Не флуоресцентен. Слабо анизотропен. Пламя горелки окрашивает в зеленый цвет, выделяя бесцветный газ  $\text{SO}_2$  с характерным резким запахом (сернистый ангидрид). Плавится паяльной трубкой, окрашивая пламя в синий цвет.
- ❖ **Форма выделения**
- ❖ Обычно халькозин встречается в виде зернистых и плотных выделений, землистых масс вместе с другими минералами меди. Кристаллы халькозина редки, псевдогексагональные за счёт двойникования, призматической или таблитчатой формы, часто со штриховкой.
- ❖ **Сопутствующие минералы**
- ❖ Борнит, ковеллин, молибденит, пирит, халькопирит, другие минералы системы Cu-S и более широкой системы Cu-Fe-Pb-Zn-S и продукты изменения этих минералов. При окислении переходит в малахит, куприт, самородную медь и другие минералы
- ❖ **Происхождение**
- ❖ Халькозин обычно встречается в зоне вторичного сульфидного обогащения. Возможно также первичное гидротермальное и осадочное происхождение.
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ В России (на Урале- Турьинские рудники, Забайкалье- Удоканское), Англии, Германии, Заире, Испании, Мексике, Намибии, Перу, СНГ, США, Чили.
- ❖ **Применение**
- ❖ Используется для выплавки меди.

# Галенит

- ❖ Происхождение названия: Название минерала галенит происходит от латинского "галена" - свинцовая руда, свинцовая окалина.
- ❖ Другие названия (синонимы):
- ❖ Блеск, болеславит, плюмбеин, серая руда, свинцовый блеск
- ❖ Изоморфизм:
- ❖ Минерал галенит образует ряд твердых растворов с клаусталитом (clausthalite) -  $\text{PbSe}$ .



# Свойства

- ❖ Сингония: Кубическая
- ❖ Состав (формула):  $\text{PbS}$ , содержание Pb -86,6 %, иногда содержит Ag
- ❖ Цвет: Оловянно-серый, свинцово-серый, розовато-свинцово-серый
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Серовато-чёрный
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная по кубу
- ❖ Излом: Раковистый
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 2,5
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 7,5
- ❖ Диагностические признаки: цвет, совершенная спайность, небольшая твердость, значительная плотность
- ❖ Особые свойства: Минерал растворяется в азотной кислоте

- ❖ **Форма выделения**
- ❖ Минерал галенит встречается в виде кубических, кубо-октаэдрических, реже пластинчатых, столбчатых и скелетных кристаллов. Также галенит образует двойники срастания и прорастания, сплошные крупно- и мелкозернистые массы, рыхлые, мучнистые выделения гроздевидной формы.
- ❖ **Сопутствующие минералы**
- ❖ Наиболее часто минерал галенит встречается в ассоциации со сфалеритом и халькопиритом. Также галенит ассоциирует с арсенопиритом, англезитом, баритом, доломитом, карбонатами, кальцитом, кварцем, марказитом, пиритом, флюорит, церусситом.
- ❖ **Происхождение**
- ❖ Минерал галенит широко распространён в гидротермальных и метасоматических месторождениях. Этот минерал является одним из самых распространённых гидротермальных сульфидов. Известные месторождения галенита скарнового типа. В виде отдельных зёрен минерал галенит встречается в кислых и щелочных породах, в и пегматитах. Иногда галенит можно встретить в жилах, прожилках и пустотах в известняках.
- ❖ Встречаются псевдоморфозы галенита по борниту, блёклым рудам, англезиту, церусситу, халькозину и пироморфиту.
- ❖ **Месторождения / проявления**  
Дальнегорское (Приморье, Россия), на Заводинское, Лениногорское, Зыряновское, Белоусовское (Рудный Алтай), Садоновское месторождение Северный Кавказ, в Австралии (Брокен-Хилл), США (Джоплин, Миссури; Галена, Канзас; Пичер, Оклахома; рудник Свитуотер, Миссури), в Мексике (Чиуауа) и Германии (Нойдорф).
- ❖ **Применение** Важнейшая руда на свинец

# Сфалерит

- ❖ — минерал, природный сульфид свинца. Происхождение названия: Название минерала сфалерит происходит от греческого "предательский" или "непостоянный", за то, что этот минерал часто принимали за галенит, но он не содержал свинца.
- ❖ Другие названия (синонимы): Цинковая обманка
- ❖ Разновидности минерала: **Брункит** — скрытокристаллический землистый сфалерит, цвет бледно-жёлтый до белёсого, образует плёнки и налёты на поверхности кристаллов сфалерита или в трещинах. Вюртцит — гексагональный полиморфный аналог минерала сфалерит. **Клейофан** — минерал сфалерит без примеси железа, образует прозрачные кристаллы светло-желтого, медового или зеленовато-желтого цвета. Маразмолит — полуразложившийся трещиноватый железистый сфалерит. **Марматит** (в честь месторождения Марматто, Перу) — обогащённая железом разновидность сфалерита, непрозрачный сфалерит чёрного цвета. **Медовая обманка** — сфалерит янтарно-жёлтого цвета. Пршибрамит — богатая кадмием (до 5%) разновидность сфалерита. **Рубиновая обманка** — сфалерит оранжево-красного цвета.
- ❖ Английское название: Sphalerite (название минерала, утверждённое IMA);
- ❖ Впервые выделен/описан: Сфалерит был известен ещё в древнем мире. По данным IMA сфалерит описал E.F. Glocker в 1847 г.

# Свойства

- ❖ Сингония: Кубическая
- ❖ Состав (формула):  $\text{ZnS}$  – формула крайнего члена, принятая IMA;  $(\text{Zn,Fe})\text{S}$  – формула твёрдого раствора, более точно отражающая типичный состав минерала; в качестве примеси встречаются Fe, Cd, In, Ga, Co, Mn, Ag, Au, Hg, As и другие элементы. Zn- 67.1%
- ❖ Цвет минерала сфалерит очень изменчив: от почти бесцветного до чёрного; жёлтый, красновато-оранжевый, зеленовато-жёлтый, серый, тёмно-серый, серовато-бурый, коричневый, коричнево-жёлтый.
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Белый, желтовато-белый, желтоватый, светло-бурый, светло-серый
- ❖ Прозрачность: Прозрачный, Просвечивающий, Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Неровный, Ступенчатый
- ❖ Блеск: Алмазный, Жирный, Смолистый
- ❖ Твёрдость: 3,5-4
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 3,9-4,2
- ❖ Диагностические свойства :алмазный блеск, цвет черты
- ❖ Особые свойства: Минерал сфалерит обладает флюоресценцией оранжевого цвета в ультрафиолетовых лучах, а также триболюминесценцией (свечением при механических воздействиях).



- ❖ **Форма выделения**
- ❖ На месторождениях минерал сфалерит встречается в виде агрегатов кристаллов от крупнозернистых до тонкозернистых или плотных скрытокристаллических форм (в рудах полиметаллов). Кристаллы минерала сфалерит обычно тетраэдрической формы, реже ромбододекаэдры. Типичны двойниковые формы. Срастаясь, тетраэдры образуют октаэдры. В зоне выветривания минерал сфалерит находится в виде корок и скорлупок.
- ❖ **Сопутствующие минералы** Пирит, халькопирит, галенит, пирротин, магнетит, арсенопирит, станин, флюорит, барит, кальцит, кварц; вюртцит
- ❖ **Происхождение**
- ❖ В основном минерал сфалерит имеет гидротермальное происхождение, известен в скарнах, а также в различных осадочных и вулканогенно-осадочных месторождениях.
- ❖ **Месторождения / проявления**
- ❖ Рудный Алтай (Восточно-Казахстанская область, Глубоковский район, рудники Белоусовский, Берёзовский, Новоберёзовский, Иртышский). Минерал сфалерит добывается в России (Алтай- Лениногорское, Зыряновское, , Северный Кавказ- Садонское, Восточное Забайкалье-Нерчинская группа, Приморье-Дальнегорское), Австралии, Намибии, Мексике, США, Канаде, Испании, Германии, Польше, Чехии.
- ❖ **Применение**
- ❖ Минерал сфалерит – сырьё для производства цинка. Попутно, если позволяет технология, из руды извлекаются примеси редких, редкоземельных и драгоценных металлов. Исследования сульфидов полиметаллов (медь, свинец, цинк), как фундаментальные так и прикладные, активизируются во время войн: из свинца делают пули, из меди – гильзы, а из цинка – гробы. Прочее традиционное использование минерала сфалерит (в лакокрасочном производстве для изготовления цинковых белил; люминофор для изготовления кинескопов, светящихся красок; оцинковка корыт) пошло на спад с развитием современных технологий.

# Пирротин

- ❖ ПИРРОТИН – минерал, сульфид железа. IMA "унаследовала" и приводит в своём официальном перечне минералов в пирротин  $\text{Fe}_7\text{S}_8$  и троилит  $\text{FeS}$  как два минерала. Однако по современным представлениям IMA оба этих минерала являются политипоидами (то есть одним минералом) в диапазоне составов  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ , где  $x=[0; 0,125]$  и относятся к одному минеральному виду – пирротин.
- ❖ Равновесный химический состав такого минерала является функцией температуры и давления. Соответственно в нормальных условиях ряд составов оказываются метастабильными.
- ❖ Английское название: Pyrrhotite (название минерала, утверждённое IMA); magnetic pyrite
- ❖ Впервые выделен/описан: По данным IMA пирротин описан в 1835 году немецким минералогом Брейтгауптом (Johann Friedrich August Breithaupt) в журнале "Прикладная химия".
- ❖ Происхождение названия: Названия минерала пирротин происходит якобы от греческого "огненно-красный"
- ❖ Другие названия (синонимы):
- ❖ Магнитный колчедан, магнитный пирит, пирротит

# Свойства



- ❖ Сингония: Гексогональная
- ❖ Состав (формула): В узком смысле, унаследованный IMA состав минерала  $\text{Fe}_7\text{S}_8$ ; в широком смысле,  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ , где  $x=[0; 0,125]$ . По современным представлениям IMA описываемые этой формулой вещества являются политипоидами и относятся к одному минеральному виду – пирротин. Возможна примесь Co, Ni, Cu, Pt.
- ❖ Цвет:
- ❖ Бронзовый, бронзово-красный, красно-коричневый; на свежих поверхностях пирротин бронзово-желтый, на воздухе буреет.
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Серовато-чёрный
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Несовершенная
- ❖ Излом: Неровный, Раковистый
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 4
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 4,5
- ❖ Диагностические признаки цвет и магнитность
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Минерал пирротин является ферромагнетиком, полупроводником, анизотропен. Отдельные члены твёрдого раствора обладают магнитной анизотропией: ферромагнетизмом в одном направлении и парамагнетизмом в перпендикулярном направлении. Обнаруживает слабый плеохроизм. Легкоплавок (образует чёрную магнитную массу). Мало растворим в кислотах. Хрупок.



- ❖ **Форма выделения**
- ❖ Кристаллы минерала пирротин имеют таблитчатый, столбчатый или пирамидальный облик. Однако обычно пирротин встречается в виде плотных, массивных агрегатов (от грубозернистых до сливных) или вкрапленных зёрен неправильной формы. Возможны листоватые или розетчатые минеральные агрегаты.
- ❖ **Сопутствующие минералы**
- ❖ Галенит, кубанит, магнетит, марказит, пентландит, пирит, сфалерит, халькопирит
- ❖ **Происхождение**
- ❖ Минерал пирротин имеет магматическое (глубинные месторождения, приуроченные к ультраосновным интрузивным породам), иногда метаморфическое (контактово-метасоматические месторождения в скарнах) и гидротермальное происхождение.
- ❖ **Месторождения / проявления**
- ❖ Минерал пирротин встречается в России (Красноярский край - Талнахское, Кольский полуостров-Печенга), Боливии, Бразилии, Канаде, Мексике, Норвегии, Швеции, ЮАР.
- ❖ **Применение**
- ❖ Минерал пирротин добывается в качестве составной части руды. Например, на месторождениях рудного поля Садбери в Канаде он является одним из 4 главных рудообразующих минералов (всего там в состав руды входят 64 минерала). Минерал пирротин представляет промышленную ценность как источник никеля, кобальта, меди или платины, если он обогащён соответствующими примесями. Попутно пирротин может служить сырьём для производства серной кислоты, а также железного купороса и крокуса.
- ❖ Железный купорос ( $\text{FeSO}_4$ ) применяется в производстве чернил, для консервирования дерева, для окраски шерсти в чёрный цвет. Из железного купороса, даже в домашних условиях, несложно приготовить крокус ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Крокус используют как абразив при полировке зеркал, стёкол. На основе крокуса изготавливают пасты для финишной полировки золота, серебра, бронзы и прочих мягких металлов (для полировки стали крокус не рекомендуется – якобы он ухудшает её свойства). А ещё крокус издавна используется как пигмент для изготовления женской косметики, включая губные помады и пудры. Применяется как катализатор в пиротехнике. Те, кто сами изготавливают пороховые ракеты, используют его в качестве компонента топлива.

# АНТИМОНИТ

- ❖ Английское название: Stibnite (название минерала, утверждённое IMA); antimonite, grey antimony, lupus metallorum, platyophthalmite, spiessglas
- ❖ – привычное для советских геологов название минерала стибнит, природный сульфид сурьмы. Имеет кристаллическое строение в отличие от аморфного минерала метастибнит (metastibnite) того же состава.
- ❖ Впервые выделен/описан: По данным Большой Советской Энциклопедии в странах Востока минерал использовался ещё за 3000 лет до нашей эры для изготовления сосудов. В Древнем Египте уже в 19 веке до нашей эры порошок минерала применялся для чернения бровей. По данным IMA минерал описан как stibine, сульфид сурьмы, французским геологом и минералогом Франсуа Сюльпис Бёданом (Francois Sulpice Beudant) во втором издании Трактата по элементарной минералогии 1832 г.



# Свойства

- ❖ Сингония: Ромбическая
- ❖ Состав (формула):  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  возможна примесь As, Bi, Pb, Fe, Cu, Au, Ag, Hg, Se
- ❖ Цвет:
- ❖ Свинцово-серый, чёрный, синеватый с пёстрой побежалостью
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Свинцово-серый
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Неровный, Раковистый
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 2
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 4,6
- ❖ **Диагностические признаки** :Удлиненные кристаллы с вертикальной штриховкой, малая твердость, спайности, синеватая побежалость
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Стибнит гибок, но не эластичен. Обладает сильной анизотропией. Плавится при 546°C.



- ❖ Форма выделения
- ❖ Стибнит образует толсто- или тонкопризматические, шестоватые, игольчатые и волосовидные кристаллы с вертикальной штриховкой; иногда искривлённые или изогнутые, часто в виде спутанно-волокнистых или радиально-лучистых, кустовидных или пластинчатых агрегатов; зернистые или сливные массы.
- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Анкерит (ankerite), арсенопирит, аурипигмент, барит, бертьерит (berthierite), галенит, гудмундит (gudmundite), золото, кварц, кальцит, каолинит (kaolinite), киноварь, марказит, пирит, реальгар (realgar), сервантит (cervantite), сфалерит, сурьма (antimony), флюорит
- ❖ Происхождение Стибнит имеет гидротермальное происхождение.
- ❖ Месторождения / проявления Россия - Красноярский край - Раздольнинское.
- ❖ Самые крупные кристаллы стибнита были найдены на руднике Исинокава, Сикоку, Япония. Также стибнит добывают в Китае (рудник Сикунаншань, Хунань), в США (Манхэттэн, Невада), в Киргизии (Кадамджай), в Словакии (Кремница). Великолепные кристаллы распространены в Румынии: длинные призматические – в Бая-Сприе, тонкоигольчатые агрегаты – в Херже, толстые призматические – в Бэице.
- ❖ Применение
- ❖ Стибнит – важнейшая руда сурьмы. Всплавах со свинцом и оловом

# Аурипигмент

❖ минерал, сульфид мышьяка.



❖ Английское название: Orpiment (название минерала, утверждённое IMA)

❖ Происхождение названия: От латинского auripigmentum - золотая краска, за его ярко-жёлтый цвет и лёгкость использования в качестве краски.

❖ Другие названия (синонимы):

❖ Жёлтая мышьяковистая обманка, китайский аурипигмент, мышьяковистая обманка, опермент, орпимент, персишгельб, раушгельб



# Свойства

- ❖ Сингония: Моноклинная
- ❖ Состав (формула):  $\text{As}_2\text{S}_3$
- ❖ Цвет:
- ❖ Лимонно-жёлтый, бронзово-жёлтый
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Жёлтый
- ❖ Прозрачность: Прозрачный, Просвечивающий
- ❖ Спайность: Весьма совершенная
- ❖ Излом: Раковистый
- ❖ Блеск: Алмазный, Перламутровый, Смолистый
- ❖ Твёрдость: 1,5-2
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 3,5
- ❖ **Диагностические свойства:** цвет, твердость
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Аурипигмент режется ножом, растворяется в азотной кислоте.



- ❖ Форма выделения
- ❖ Аурипигмент образует короткопризматические, столбчатые, крупнотаблитчатые, иногда с искривлёнными гранями кристаллы; листоватые, широкошестоватые, радиально-лучистые, почковидные, волокнистые агрегаты; землистые налёты, порошковатые выделения.
- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Антимонит, барит, гипс, кварц, кальцит, марказит, пирит, реальгар, стибнит, самородный мышьяк
- ❖ Происхождение
- ❖ Аурипигмент образуется как низкотемпературный гидротермальный минерал в рудных жилах, а также выпадает из горячих источников и фумарол. Часто аурипигмент встречается как продукт окисления реального и других содержащих мышьяк минералов. Иногда аурипигмент присутствует в глинах и мергелях.
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ Аурипигмент встречается в России-в Карачаево-Черкесской Республике (Эльбрусский рудник) и Якутии (Менкюле) Арамашевское -Урал,<https://webmineral.ru/minerals/item.php?id=2111>
- ❖ , Греции, Грузии, Киргизии, Китае, Перу, США, Турции и других странах.
- ❖ Применение
- ❖ Аурипигмент используется как руда мышьяка. Также аурипигмент применяют в качестве минеральных пигментов, главным образом в иконописи.

# Киноварь

- ❖ минерал, сульфид ртути. Из ртутьсодержащих минералов киноварь – самый распространённый.
- ❖ Английское название: Cinnabar (название минерала, утверждённое IMA); cinabre, zinnober
- ❖ Впервые выделен/описан: Специалистами древнего мира
- ❖ Происхождение названия: Название киновари происходит от латинского "cinnabaris", которое прослеживается от древнеперсидского слова "zinjifrah", означающего "кровь дракона". Название дано за красный цвет минерала.
- ❖ Полиморфизм:
- ❖ Данный химический состав в природе триморфен, образуя помимо киновари (cinnabar) ещё два минерала: метакиноварь (metacinnabar) и гиперкиноварь (hypercinnabar).



# Свойства

- Сингония: Тригональ!ная
- ❖ Состав (формула):  $\text{HgS}$
- ❖ Цвет:
- ❖ Красный на свежем сколе, окисляясь постепенно темнеет за счёт плёнки побежалости.
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Ярко-красный
- ❖ Прозрачность: Просвечивающий, Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Неровный, Ступенчатый
- ❖ Блеск: Алмазный, Тусклый
- ❖ Твёрдость: 2-2,5
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 8,0
- ❖ **Диагностические признаки:** цвет, высокая плотность
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Азотная кислота на киноварь не действует, также как и серная. Киноварь растворяется в царской водке. Разлагается в растворе сульфида калия или натрия.
- ❖ Киноварь начинает испаряться при 200°C. При нагревании киновари на воздухе образуются пары ртути и сернистый газ:  $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$ .
- ❖ Опасна для здоровья <https://webmineral.ru/minerals/item.php?id=215>

- ❖ Форма выделения
- ❖ Как правило киноварь образует мелкие ромбоэдрические или толстотаблитчатые кристаллы. Для киновари характерны двойники прорастания. Иногда кристаллы киновари достигают 2-3 см и даже более. Часто киноварь встречается в виде прожилок, вкрапленности, зернистых агрегатов, порошковатых масс.
- ❖ Сопутствующие минералы Из рудных минералов в парагенезисе с киноварью находятся антимонит, пирит, марказит, реже арсенопирит, реальгар, иногда сфалерит, халькопирит, ртуть, золото и другие. Из нерудных минералов в ассоциации с киноварью обычны кварц, кальцит; нередко флюорит, барит; иногда встречается гипс и другие минералы.
- ❖ Происхождение Гидротермальные около поверхностные месторождения. Часто киноварь образуется в жилах среди сильно метаморфизованных джаспероидных пород, связанных с недавней вулканической активностью и щелочным и высокотемпературными источниками. Иногда благодаря своему большому удельному весу концентрируется в россыпях
- ❖ Месторождения / проявления Россия. Месторождения Акташ и Чаган-Узун на Горном Алтае; Тамватней в Корякии; Палянское и Пламенное на Чукотке; Звёздочка в Якутии; рудопроявления на Северном Кавказе. Испания.
- ❖ Месторождение Альмаден (крупнейшее ртутное месторождение в мире). Киргизия. Месторождения Хайдаркан (крупнейшее в Средней Азии) и Чаувай. итай. Около тридцати месторождений. Словения. Месторождение Идрия.
- ❖ Сырьё для производства ртути (самородная ртуть в природе встречается редко). С древних времён киноварь использовалась в качестве красной краски. До появления антибиотиков киноварь считалась единственным надёжным средством лечения сифилиса. Два последних применения киновари опасны для здоровья.

# Пентландит

- ❖ - минерал, сульфид железа и никеля.
- ❖ Английское название: Pentlandite
- ❖ Впервые выделен/описан: В 1856 г.
- ❖ Происхождение названия: Пентландит назван в честь ирландского путешественника, естествоиспытателя, нашедшего минерал Дж. Б. Пентланда (1797-1873).
- ❖ Другие названия (синонимы): Лиллехамерит, никопирит, фольгерит, колчедан железо-никелевый
- ❖ <https://catalogmineralov.ru/mineral/pentlandite.html#>:



## Свойства

- ❖ Сингония: Кубическая
  - ❖ Состав (формула):  $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$
  - ❖ Цвет: Цвет пентландита от бронзово-желтого до коричневого, серого.
  - ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Черта зеленовато-чёрная до чёрной
  - ❖ Прозрачность: Непрозрачный
  - ❖ Спайность: Совершенная
  - ❖ Излом: Ступенчатый
  - ❖ Блеск: Металлический
  - ❖ Твёрдость: 3-4
  - ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 4,9
- 
- ❖ Основные диагностические признаки
  - ❖ Макроскопически чрезвычайно трудно установить пентландит, так как он встречается, как правило, в виде мельчайших выделений в пирротиновой массе. Только крупные зерна можно отличить по несколько более светлому оттенку в сравнении с пирротинном и совершенной спайности.
  - ❖ Особые свойства: Пентландит растворяется в азотной кислоте, окрашивая ее в зеленый цвет. Перед пламенем паяльной трубки сплавляется в черный магнитный шарик.

- ❖ Форма выделения
- ❖ Хорошо образованные кристаллы пентландита до сих пор встречены не были. Обычно пентландит распространен в виде неправильной формы зерен и включений. Сопутствующие минералы
- ❖ Пирротин, халькопирит, магнетит.
- ❖ Происхождение
- ❖ Пентландит встречается в сульфидных рудах, генетически связанных с массивами основных и ультраосновных магматических пород в ассоциации с халькопиритом и пирротинном. Ассоциация этих трех минералов в габбро-норитах, перидотитах и других основных и ультраосновных породах настолько устойчива, что достаточно бывает установить наличие халькопирита и пирротина (более легко определяемых минералов), чтобы быть уверенным в том, что при микроскопическом изучении может быть обнаружен пентландит.
- ❖ Крайне редко и в незначительных количествах пентландит встречается в других типах руд: в сущест вено халькопиритовых рудах медно-порфировых или скарновых месторождений.
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ Пентландит является типичным минералом сульфидно-никелевых месторождений. В России крупнейшими такими месторождениями являются Норильская группа месторождений, Печенгское (Кольский п-ов). За рубежом: Садбери (Канада), Бушвельд (ЮАР), Нивала (Финляндия), Эвье (Норвегия).
- ❖ Применение
- ❖ Пентландит-содержащие руды - главный источник выплавляемого никеля. Около 90% никеля в мире добывается из пентландит-содержащих медно-никелевых сульфидных руд. Из этих же руд, помимо никеля, извлекаются также медь, кобальт, металлы платиновой группы, серебро, в небольших количествах селен, теллур.

# Ковеллин

- минерал, сульфид меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ).
- ❖ Английское название: Covellite (название минерала, утверждённое IMA)
- ❖ Впервые выделен/описан: Минерал описан Beudant F.S. в 1832 г.
- ❖ Происхождение названия: Название минералу ковеллин дано в честь итальянского минералога Niccolò Covelli (1790–1829), первооткрывателя новых минералов с горы Везувий в Италии.
- ❖ Другие названия (синонимы): Голубая медь, медное индиго, ковеллит
- ❖ Разновидности минерала: Серебросодержащий ковеллин (argentian covellite) - разновидность минерала ковеллин, содержащая примесь серебра. Имеет синий цвет. Известна в Болгарии (Chala Mine, Spachievo ore field, Haskovo Oblast).
- ❖ Селенсодержащий ковеллин (selenian covellite)
- ❖ <https://webmineral.ru/minerals/item.php?id=2139>



# Свойства

- ❖ Сингония: Гексагональная
- ❖ Состав (формула):  $\text{CuS}$
- ❖ Цвет: Индигово-синий
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Черный
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Ступенчатый
- ❖ Блеск: Полуметаллический, Тусклый
- ❖ Твёрдость: 1,5-2
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 4.6-4.76 - измеренный; 4.602-вычисленный
- ❖ Основные диагностические признаки
- ❖ Индигово-синий цвет; характер агрегатов; низкая твердость; парагенезис с сульфидами меди.
- ❖ Особые свойства: Хрупок



- ❖ Форма выделения
- ❖ Ковеллин редко образует кристаллы (тонкотаблитчатые); преимущественно встречается в виде тонколистчатых, реже плотных мелкозернистых агрегатах; порошковатых массах; пленках
- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Минерал ковеллин встречается в ассоциации с халькопиритом, халькозином, джарлеитом, борнитом, энаргитом, пиритом и другими сульфидами.
- ❖ Происхождение
- ❖ Минерал ковеллин формируется при гидротермальном средне-, низкотемпературном процессе минералообразования; часто встречается как продукт вулканических возгонов; образуется в зонах вторичного сульфидного обогащения сульфидных месторождений при замещении халькопирита, борнита, халькозина. В поверхностных условиях ковеллин неустойчив, окисляясь, переходит в кислородные соединения Cu (куприт, азурит, малахит).
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ Минерал ковеллин известен в России (Алданский щит, Красноярский край; Удоканское, Забайкалье; Песчанка, Находка (медные месторождения), Чукотский автономный округ; Мутновское, Родниковое, Камчатский край; Дальнегорск, Приморский край; Луккилуйсваарский базитовый массив, северная Карелия; Ковдорский, Ловозерский массивы, Мурманская область; Сафьяновское, Свердловская область; Калгутинское, республика Алтай); Австрии (Leogang, Salzburg); Аргентине (Sierra de Famatina, La Rioja Province);

# ВИСМУТИН

- ❖ ВИСМУТИН - минерал, сульфид висмута. Образует изоморфный ряд с антимонитом.
- ❖ Английское название: Bismuthinite (название минерала, утверждённое IMA)
- ❖ Впервые выделен/описан: Висмутин описан Beudant F. S. в 1832 г.
- ❖ Происхождение названия: Висмутин назван по составу.
- ❖ Другие названия (синонимы):
- ❖ IMA не рекомендует использовать какие-либо названия минеральных видов кроме официально утверждённых, несмотря на это, в литературе, помимо утвержденного названия висмутин, встречаются такие: бисмутин (bismuthine), бисмутинит (bismutinite), висмутовый блеск (bismuth glance).
- ❖ Разновидности минерала:
- ❖ При различном русскоязычном написании названия разновидности желательно придерживаться написания английского аналога, если последний первичен.
- ❖ Сурьмяный висмутин (antimonian bismuthinite) - висмутин, содержащий ионы Sb.
- ❖ Серебросодержащий висмутин (argentiferous bismuthinite).
- ❖ Horobetsuite - промежуточный член изоморфного ряда антимонит-висмутин.

# Свойства

- ❖ Сингония: Ромбическая
- ❖ Состав (формула):  $\text{Bi}_2\text{S}_3$
- ❖ Цвет:
- ❖ Серый до свинцово-серого
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Серый, блестящий
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Занозистый, Неровный
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 2-2,5
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 6,78 - измеренный; 6,81 - вычисленный
- ❖ Основные диагностические признаки
- ❖ Серый цвет; характер агрегатов; низкая твердость; высокая плотность; пестрая побежалость; редко образует крупные скопления; парагенезис.
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Хрупок



- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Висмутин встречается в ассоциации с самородным висмутом, айкинитом, арсенопиритом, станнином, галенитом, пиритом, халькопиритом, турмалинами, вольфрамитом, касситеритом, кварцем.
- ❖ Происхождение
- ❖ Висмутин формируется при гидротермальном высокотемпературном процессе минералообразования в составе W-Mo-Sn-Bi руд жильных и грейзеновых месторождений; при гидротермальном среднетемпературном в составе полиметаллических (Cu-Pb-Zn) руд и руд пятиэлементной (Co-Ni-Ag-Bi-U) формации; является продуктом вулканических возгонов. В поверхностных условиях относительно устойчив, со временем окисляется, переходя во вторичные оксиды Bi желтого цвета (висмутовые охры).
- ❖ Месторождения / проявления Вольфрамит-касситеритовые жильные месторождения с висмутином или с самородным висмутом находятся в Забайкалье (Шерловогорское, Букукинское, Белуха)
- ❖ Висмутин распространенный минерал, известен в Англии (Cornwall); Австралии (Mt. Biggenden mine, Queensland); Боливии (Llallagua, Huanuni, Tazna и Chorolque districts, Potos); Германии (Schneeberg и Altenberg, Saxony); на Мадагаскаре (Fefena); Мексике (Guanajuato); Норвегии (Spind, Farsum); Румынии (Moravicz и Baita); США, штат Невада (Victoria mine, Dolly Varden district, Elko Co.; Goldfield district, Esmeralda Co.).
- ❖ Применение
- ❖ Висмутин является рудой на висмут

# Молибденит

- минерал, природный сульфид молибдена. Другим природным сульфидом молибдена является аморфный минерал джордисит (jordisite), описанный в статье F. Cornu в 1909 г. Известны политипы (отдельными минеральными видами не являются).
- ❖ Английское название: Molybdenite
- ❖ Впервые выделен/описан: По данным IMA молибденит описал R. Kirwan в 1796 г.
- ❖ Происхождение названия: Древние греки минерал сульфида свинца, известный сейчас как галенит, называли “молибдена”. Молибденит очень похож на галенит. В результате два разных минерала не различали, принимая за один и тот же, не только древние греки, но и химики 18 века. Поэтому, когда в 1778 году шведский химик Карл Вильгельм Шееле обнаружил в минерале “молибдена” новый элемент, он ошибочно назвал его “молибдос” (Mo), что в переводе означает свинец. Хотя на самом деле это не был свинец (Pb). Впоследствии в названии минерала сульфида свинца перешли с греческого (“молибдена”) на латынь (“галена”), а за минералом состава MoS закрепилось название молибденит.
- ❖ Другие названия (синонимы):
- ❖ Молибденовый блеск, молибденовый колчедан

# Свойства

- ❖ Сингония: Гексагональная
- ❖ Состав (формула):  $\text{MoS}_2$ , возможна примесь Re, Se
- ❖ Цвет:
- ❖ Свинцово-серый до свинцово-чёрного, часто с характерным голубоватым или розоватым оттенком
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Свинцово-серый до голубовато-серого, блестящий; растёртая черта имеет луково-зелёный оттенок
- ❖ Прозрачность: Непрозрачный
- ❖ Спайность: Весьма совершенная
- ❖ Излом: Неровный
- ❖ Блеск: Металлический
- ❖ Твёрдость: 1
- ❖ Удельный вес, г/см<sup>3</sup>: 4,7;
- ❖ Основные диагностические признаки
- ❖ По гексагональной форме и низкой твёрдости молибденит можно спутать с графитом. Различают их так: при растирании черты молибденита она приобретает зеленоватый цвет, а черта графита остаётся серой. У галени та выше удельный вес и твёрдость, кубическая форма кристалла.
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Молибденит не плавится паяльной трубкой. Слегка окрашивает пламя в желтовато-зелёный цвет. С трудом растворяется в концентрированной серной кислоте при медленном кипячении. Полупроводник. Анизотропен (сильно выражен плеохроизм). Жирный на ощупь.



- ❖ Форма выделения
- ❖ Кристаллы молибденита представлены табличками гексагонального облика, но чаще молибденит встречается в виде агрегатов чешуйчатой или листоватой формы, а также вкрапленности.
- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Кварц, доломит, слюды, полевые шпаты; вольфрамит, касситерит, халькопирит и другие минералы вольфрама, олова, меди; пирит, топаз, флюорит
- ❖ Происхождение
- ❖ Молибденит имеет высокотемпературное гидротермальное происхождение как жильное, так и метасоматическое.
- ❖ Иногда молибденит обнаруживают в метеоритах.
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ Молибденит встречается в России (Алтай - Мульчихинское (Мо-W), Забайкалье-Жарчихинское, Давендинское, Орехитканское, Первомайское, Северный Кавказ), Чукотка- Ласточка, Австралии, Германии, Италии, Норвегии, Канаде, Марокко, США (Колорадо, Невада), Украине (Донбасс, Волынь), Чехии, Чили.
- ❖ <https://webmineral.ru/minerals/item.php?id=2143>

- ❖ Применение
- ❖ Молибденит – наиболее важное сырье для производства молибдена. Попутно из молибденита извлекают рений и селен.
- ❖ Молибден используется для легирования сталей, для получения жаропрочных и коррозионно-стойких сплавов. Лента и проволока из молибдена нужны для изготовления высокотемпературных печей и вводов электрического тока в лампы.
- ❖ Соединения молибдена применяются в качестве катализаторов химических реакций, компонентов глазурей и пигментов красителей.
- ❖ Монокристаллы молибдена используются для производства зеркал для мощных газодинамических лазеров.
- ❖ Молибден необходим для изготовления катода литиевых аккумуляторов и для производства термоэлектрогенераторов.
- ❖ Ранее применялся в радиотехнике для изготовления детекторов.
- ❖ В XI—XIII веках японские мастера использовали молибден при изготовлении холодного оружия, что позволяло им повысить прочность и снизить хрупкость клинка.
- ❖ Молибденит используется как сухая смазка, особенно при высоких температурах, а также как компонент смазок. Однако, для смазки (в частности, в автомобиле) его следует применять лишь в герметичных узлах, иначе, под воздействием воды и кислорода воздуха, молибденит превращается в абразивный оксид молибдена.
- ❖ Молибден влияет на размножение растений, используется в составе подкормки, например, ягодных культур.
- ❖ Микроколичества молибдена необходимы для нормального развития организма. Они делают более эффективной работу антиоксидантов, в том числе витамина С. При недостатке молибдена наблюдается ослабление иммунной системы.
- ❖ В то же время пыль молибдена и его соединений – это аллерген, раздражающий дыхательные пути.

# Реальгар

- минерал подкласса простых сульфидов.



- ❖ Английское название: Realgar (название минерала, утверждённое IMA)
- ❖ Впервые выделен/описан: Минерал реальгар описан в 1747 г.
- ❖ Происхождение названия: Название минералу реальгар дано от арабских слов rahj al-gahr, что в переводе означает - шахтная пыль или рудный порошок.
- ❖ Другие названия (синонимы):
- ❖ Красный мышьяк, сандарак, сернистый реальгар



# Свойства

- ❖ Сингония: Моноклинная
- ❖ Состав (формула):  $\text{AsS}$
- ❖ Цвет:
- ❖ Оранжево - красный, ярко-красный, тёмно-красный
- ❖ Цвет черты (цвет в порошке): Светло-оранжевая
- ❖ Прозрачность: Просвечивающий
- ❖ Спайность: Совершенная
- ❖ Излом: Раковистый
- ❖ Блеск: Жирный, Смолистый
- ❖ Твёрдость: 1,5-2
- ❖ Удельный вес,  $\text{г/см}^3$ : 3,4-3,6
- ❖ Основные диагностические признаки
- ❖ Для реальгара характерна низкая твердость, штриховатость граней, оранжево-красный цвет. Характерен парагенезис с аурипигментом. Растворяется в "царской водке" (смесь серной, соляной и азотной кислот), выделяя серу. При постоянном нахождении на солнечном свете реальгар разрушается, превращаясь в жёлто-оранжевый порошок, состоящий из арсенолита, парареальгара и аурипигмента, поэтому в природе на самой поверхности никогда не встречается. Реальгар легко плавится и испаряется выделяя характерный чесночный запах мышьяка.
- ❖ Особые свойства:
- ❖ Реальгар мягкий, режется ножом, растворяется в "царской водке" с выделением серы. Разрушается при солнечном свете



- ❖ Сопутствующие минералы
- ❖ Антимонит, аурипигмент, киноварь, марказит, кварц, кальцит, самородный мышьяк, пирит.
- ❖ Происхождение
- ❖ Реальгар встречается главным образом в низкотемпературных гидротемальных жилах, в качестве примеси в свинцовых, серебряных и золотых рудах. Реальгар может быть продуктом вулканической деятельности, формируется на стенках кратеров вулканов, в пустотах пористых лав, как продукт возгона.
- ❖ Месторождения / проявления
- ❖ Россия. Проявления отмечены в бассейне реки Шренк (Таймыр), в Сарасинском месторождении (Алтай) и в Эльбрусском руднике (Северный Кавказ), Сендучен - Якутия
- ❖ Грузия. В Лухумском месторождении (Рачинский хребет на южном склоне Кавказа).
- ❖ США. Выпадает из термальных вод источника Йеллоустонского национального парка США.
- ❖ Италия. В изверженных породах вулкана Этна.
- ❖ Применение
- ❖ Реальгар относится к малораспространенным минералам. В редких случаях используется для добычи оксида мышьяка путем обжига. Используется как добавка для повышения жаростойкости меди, в производстве дробы. В небольших количествах реальгар используется в станковой живописи, стекольном производстве и в пиротехнике. Ценится коллекционерами.
- ❖ <https://webmineral.ru/minerals/item.php?id=2115>