

Сульфиды

ГРУППА ХАЛЬКОЗИНА

- В этой группе объединяются минералы меди и серебра типа A_2S , A_2Se и A_2Te . ХАЛЬКОЗИН— Cu_2S . Название происходит от греческого слова «халькос»—медь. Синоним: медный блеск. Сингония ромбическая; ромбо-дипирамидальный в. с. $3L^23PC$. Изредка псевдокубический. Облик кристаллов. Кристаллы наблюдаются сравнительно редко. большей частью они встречаются в виде толстых таблиц и коротких столбиков. Нередко они имеют гексагональный облик благодаря образованию тройников с плоскостями срастания по (110). Наблюдаются также двойники по (110), реже по (112). **Агрегаты.** Обычно встречается в сплошных тонкозернистых массах или в виде вкраплений в псевдоморфозах по борниту, халькопириту, иногда сфалериту, галениту, ковеллину, пириту и др. **Цвет** халькозина свинцово-серый. **Черта** темносерая. **Блеск** металлический. **Твердость** 2—3. Слабо ковок. **Спайность** несовершенная по {110}. Уд. вес 5,5—5,8. Хороший проводник электричества. **Диагностические признаки.** Характерными являются свинцово-серый цвет, низкая твердость, ковкость (от острия ножа остается блестящий след, что отличает его от весьма похожей на него блеклой руды). Характерна ассоциация халькозина с медными минералами, чаще всего с борнитом. **Происхождение.** В природе халькозин образуется как в эндогенных, так и в экзогенных условиях, но исключительно при низких температурах (ниже 105). Как эндогенный минерал он встречается в некоторых гидротермальных, богатых медью и бедных серой сульфидных месторождениях. В парагенезисе с халькозином в этих случаях наблюдается чаще других эндогенный борнит.

ГРУППА ГАЛЕНИТА

ГАЛЕНИТ—PbS. Название происходит от латинского слова «галена» свинцовая руда. **Синоним:** свинцовый блеск. Сингония кубическая; гексаоктаэдрический. **Облик кристаллов** большей частью кубический, иногда с гранями октаэдра реже октаэдрический. Наиболее часто встречающиеся формы: {100}, {111}, реже {110}. Двойники по (111). Кристаллы галенита встречаются только в друзовых пустотах. Обычно же он наблюдается в виде зернистых масс или вкрапленных выделений неправильной формы. **Цвет** галенита свинцово-серый. **Черта** серовато-черная. **Блеск** металлический. **Твердость** 2—3. Хрупок. **Спайность** весьма совершенная по кубу. **Уд. вес** 7,4—7,6. **Прочие свойства.** Обладает слабой электропроводностью. **Диагностические признаки.** Легко узнается по цвету, блеску, характерной спайности по кубу, низкой твердости и удельному весу. В скрытокристаллических массах, носящих название свинчака, отличается от похожих на него сурьмянистых и мышьяковистых соединений по удельному весу. **Происхождение.** Галенит почти исключительно распространен в гидротермальных месторождениях. Нередко он образует богатые скопления. Весьма характерно, что он почти всегда встречается в парагенезисе с сфалеритом (ZnS), по отношению к которому находится обычно в подчиненных количествах. Гидротермальные свинцово-цинковые месторождения образуются либо в виде типичных жил, либо в виде неправильных метасоматических залежей в известняках, либо, наконец, в виде вкрапленников. Из других минералов в ассоциации с галенитом встречаются: пирит, халькопирит, блеклые руды, сульфосоли серебра, свинца, меди, арсенопирит и др. Из нерудных минералов кроме кварца и кальцита, встречаются также различные карбонаты, барит ($BaSO_4$), флюорит (CaF_2) и др. При окислении в процессе выветривания месторождений галенит покрывается коркой англезита ($PbSO_4$), переходящего с поверхности в церуссит ($PbCO_3$). **Практическое значение.** Галенит представляет собой важнейшую свинцовую руду.

ГРУППА СФАЛЕРИТА

СФАЛЕРИТ— ZnS . Название происходит от греческого слова «сфалерос»— обманчивый, потому, что по внешним признакам он совершенно непохож на обычные сульфиды металлов. Синоним: цинковая обманка. **Сингония** кубическая; гексатетраэдрический. **Кристаллическая структура** похожа на структуру алмаза, при этом центры малых кубов заняты иными атомами (ионами), чем вершины и центры граней большого куба. **Облик кристаллов.** Часто встречается в виде хорошо образованных кристаллов в друзовых пустотах. Облик чаще всего тетраэдрический, причем положительные и отрицательные формы нередко отличаются характером блеска и фигурами травления. **Агрегаты.** Сплошные массы характеризуются явнозернистой структурой, легко, распознаваемой благодаря резко проявленной спайности в отдельных зернах. Реже встречаются почковидные формы образований. Цвет сфалерита обычно бурый или коричневый; часто черной (марматит), реже желтой, красной и зеленоватой окраски. Известны совершенно бесцветные прозрачные разновидности (клеюфан). **Черта** белая или светло окрашенная в желтые и бурые оттенки. Разности, богатые железом, дают коричневую черту. **Блеск** алмазный. **Твердость** 3—4. Довольно хрупок. **Спайность** весьма совершенная по $\{110\}$. Уд. вес 3,5—4. **Диагностические признаки.** Характерны изометрической формы кристаллические зерна, обладающие спайностью по ромбическому додекаэдру. Этим железистые разности сфалерита легко отличаются от весьма похожих на них по цвету, твердости, блеску и другим признакам вольфрамита— $(Fe,Mn)W_4$ и энаргита— Ga_3AsS_4 . Происхождение. Главная масса месторождений сфалерита принадлежит к гидротермальным месторождениям (см. галенит). В некоторых сульфидных месторождениях он парагенетически бывает связан с халькопиритом. В экзогенных условиях образуется крайне редко. угля. **Практическое значение.** Сфалерит является главной рудой цинка.

- **КИНОВАРЬ**— HgS . Предполагают, что название перешло из Индии, где так называются красная смола и «кровь дракона». **Сингония** тригональная; **Кристаллическая структура** имеет гексагональный облик. **Облик кристаллов.** Киноварь встречается в виде мелких толстотаблитчатых по (0001) или ромбоэдрических кристаллов, иногда с гранями трапецоэдра. Характерны двойники по (0001). **Агрегаты.** Гораздо чаще наблюдается в виде вкрапленных неправильных по форме зерен, иногда в сплошных массах, а также в виде порошковатых примазок и налетов. Так называемая «печенковая руда» представляет собой скрытокристаллические массы, богатые посторонними землистыми и органическими примесями. **Цвет** киновари красный, иногда с свинцово-серой побелостью. **Черта** красная. Блеск алмазный. Полупрозрачна. **Твердость** 2—2,5. Хрупка. **Спайность** по {1010} довольно совершенная. Уд. вес 8,09—8,20. **Диагностические признаки.** Киноварь довольно легко узнается по красному цвету, низкой твердости, высокому удельному весу и поведению п. п. тр. П. п. тр. на угле возгоняется без остатка. Испарение начинается с температуры 200°. При нагревании в закрытой трубке образуется черный возгон, состоящий частью из HgS , частью из металлической ртути. При нагревании в открытой трубке, т. е. в присутствии кислорода, образуется металлическая ртуть, осаждающаяся на холодных стенках трубки в виде мельчайших шариков. На этом основаны заводские методы получения ртути. Растворяется в царской водке. **Происхождение.** Месторождения киновари относятся исключительно к числу гидротермальных, образовавшихся при низких температурах. **Практическое значение.** Является почти единственным источником получения ртути.

ГРУППА ПИРРОТИНА

В этой группе объединены пирротин, никелин, миллерит и пентландит.

ПИРРОТИН— Fe_2S **Синоним:** магнитный колчедан. Сингония гексагональная; дигексагонально-дипирамидальный **Облик кристаллов.** Кристаллы вообще редки. Обычно они имеют таблитчатый, реже столбчатый или пирамидальный облик с наиболее часто встречающимися гранями пинакоида $\{0001\}$, призмы, дипирамид.

Цвет пирротина темный бронзово-желтый с бурой побежалостью. **Черта** серовато-черная. **Блеск** металлический. **Твердость** 4. Довольно хрупок. **Спайность** несовершенная по $\{1010\}$. **Уд вес** 4,58—4,70. **Прочие свойства.** Магнитен, но не всегда. Ферромагнетизм проявляется у более богатых серой разновидностей. Хороший проводник электричества. **Диагностические признаки.** Характерными являются его цвет и (часто устанавливаемые магнитные свойства).

Происхождение. Пирротин в сравнительно редких случаях является высокотемпературным минералом. Образование его, так же как и пирита (FeS_2), зависит не столько от температуры, сколько от концентрации ионов серы в растворах: Пирротин распространен почти исключительно в эндогенных месторождениях и в различных генетических типах. Широким распространением он пользуется в основных изверженных породах, главным образом в норитах, иногда в габбро-диабазе. В них среди сульфидных скоплений он является главным минералом, встречаясь в тесной ассоциации с пентландитом и халькопиритом (месторождения медно-никелевых сульфидных руд). В контактово-метасоматическом типе месторождений иногда образует значительные скопления, главным образом у границы с известняками. В парагенезисе с ним в этих месторождениях встречаются халькопирит, пирит, магнетит, черный сфалерит, арсенопирит, иногда касситерит (SnO_2), шеелит

ПЕНТЛАНДИТ—(Fe, Ni)₉ S₈.

- **Сингония** кубическая; гексаоктаэдрический В виде неправильной формы зерен и включений распространен в пирротиновых рудах магматических месторождений типа Сэдбери. **Цвет** пентландита бронзово-желтый, несколько светлее, чем пирротина. **Черта** зеленовато-черная. Блеск металлический. **Твердость** 3—4. Хрупок. **Спайность** совершенная по октаэдру {111}. **Уд. вес** 4,5—5. **Прочие свойства.** Магнитностью не обладает. Хороший проводник электричества. **Диагностические признаки.** Макроскопически установить пентландит крайне трудно, так как он обычно встречается в виде мельчайших выделений среди пирротиновой массы. Лишь крупные зерен можно узнать по несколько более светлому оттенку по сравнению с пирротином и хорошо выраженной спайности. **Происхождение.** Встречается почти постоянно в парагенетической ассоциации с пирротином и халькопиритом, но только в тех сульфидных рудах, которые генетически связаны с основными и ультраосновными изверженными породами (габбро-норитами, перидотитами и др.) Парагенезис этих трех минералов в указанных породах настолько характерен, что достаточно бывает установить в них более легко определяемые минералы—пирротин и халькопирит, чтобы получить уверенность в том, что при тщательном микроскопическом изучении может быть обнаружен и пентландит, имеющий важное промышленное значение. **Практическое значение.** Пентландитсодержащие руды являются главным источником выплавляемого никеля. Около 90% мировой продукции никеля извлекается из медно-никелевых сульфидных руд (преимущественно в Седбери). Кроме никеля, из этих руд извлекаются также кобальт, медь, металлы платиновой группы и в небольших количествах селен и теллур.

ГРУППА ХАЛЬКОПИРИТА

- **ХАЛЬКОПИРИТ**— CuFeS_2 . «Халькос» по-гречески—медь, «пирос» — огонь. Синоним: медный колчедан. **Сингония** тетрагональная; тетрагонально-скаленоэдрический **Облик кристаллов**. Кристаллы редки и встречаются только в друзовых пустотах. Чаще всего они имеют октаэдрический или тетраэдрический облик, реже—скаленоэдрический и др. **Агрегаты**, Обычно встречается в сплошных массах и в виде неправильной формы вкрапленных зерен. Известны также колломорфные образования в почковидных и гроздевидных формах. **Цвет** халькопирита латунно-желтый, часто с темножелтой или пестрой побежалостью. **Черта** черная с зеленоватым оттенком. Непрозрачен. **Блеск**: сильный металлический. **Твердость** 3—4. Довольно хрупок. **Спайность** несовершенная. **Уд. вес** 4,1—4,3. **Диагностические признаки**. Довольно легко узнается по характерному цвету, твердости, резко отличающейся от пирита, который в изломе часто бывает покрыт побежалостью, похожей на цвет халькопирита. Миллерит в неправильной формы зернах бывает похож на халькопирит, но обладает более сильным блеском и богат никелем. **Происхождение**. В природе халькопирит может образоваться в различных условиях. Как спутник пирротина он часто встречается в магматогенных месторождениях медно-никелевых сульфидных руд в основных изверженных породах в ассоциации с пентландитом, магнетитом, иногда кубанитом и др. Наиболее широко развит в типичных гидротермальных жильных и метасоматических (в том числе и контактово-метасоматических) месторождениях. Он обычно ассоциирует с пиритом, пирротинном, сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами и многими другими минералами. Из нерудных минералов в этих месторождениях встречаются кварц, кальцит, барит, различные по составу силикаты и др.

СТАННИН— $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$

Синоним: оловянный колчедан. Сингония тетрагональная; тетрагонально-скаленоэдрический. Редко встречающиеся мелкие кристаллы имеют кубический или тетраэдрический облик. По внешнему виду они очень близко напоминают кристаллы халькопирита. Обычно станнин наблюдается в виде неправильных зерен и сплошных масс. Цвет станнина стально-серый с характерным оливково-зеленоватым оттенком (в свежем изломе). В случае обильных микроскопических включений халькопирита приобретает явно желтоватый оттенок. Черта черная. Непрозрачен. Блеск в свежем изломе металлический, но быстро тускнеет.

- Твердость 3—4. Хрупок. Спайность несовершенная по $\{110\}$ и $\{001\}$, наблюдается редко. Уд. вес 4,3—4,5. Диагностические признаки. Типичным является цвет с характерным оливково-зеленоватым оттенком, по которому он сравнительно легко отличается на глаз от блеклых руд, походящих на него по ряду признаков (твердости, хрупкости и др.).
- Происхождение. Малораспространенный минерал и встречается в гидротермальных оловорудных месторождениях. Гораздо чаще встречается в сфалерито-галенитовых и сфалерито-пирротиновых оловосодержащих рудах. В этих рудах парагенетически с ним очень тесно связаны сфалерит и халькопирит, а иногда пирротин, галенит и др. В ряде случаев устанавливаются явления замещения его касситеритом (SnO_2) и наоборот.
- В зоне окисления легко разлагается с образованием в конечном счете лимонита и касситерита.

- **БОРНИТ**— Cu_5FeS_4 - Синоним: пестрая медная руда. В природных условиях образует ограниченные твердые растворы с халькопиритом, распадающиеся при понижении температуры. **Сингония** кубическая; гексаоктаэдрический. Кристаллы встречаются исключительно редко. Обычно наблюдается в сплошных массах и в виде вкраплений. **Кристаллическая структура.** Решетка борнита представляет собой усложненную кубическую решетку. Цвет борнита в свежем изломе темный медно-красный; обычно покрывается яркой пестрой (преимущественно синей) побежалостью. **Черта** серовато-черная. Непрозрачен. **Блеск** полуметаллический. **Твердость** 3. Сравнительно хрупок. **Спайность** практически отсутствует. **Уд. вес** 4,9—5,0. **Прочие свойства.** Обладает электропроводностью. **Диагностические признаки.** Легко узнается по цвету и пестрой синей побежалости, низкой твердости. По яркосиним побежалостям можно ошибочно принять за ковеллин (при царапании ножом можно убедиться в истинном цвете минерала). **Происхождение.** Встречающийся в природе борнит имеет как эндогенное, так и экзогенное происхождение.

КУБАНИТ— CuFe_2S_3 .

- Цвет очень похож на цвет пирротина—бронзово-желтый. Блеск металлический. Твердость 3,5. Спайность отсутствует. Уд. вес 4,03—4,18. Сильно магнитен.
- Парагенетически тесно связан с халькопиритом. Часто наблюдается в последнем в виде пластинчатых выделений, устанавливаемых под микроскопом и представляющих собой продукт распада твердых растворов.

- **КОВЕЛЛИН**—CuS. Синоним: медное индиго.

Сингония гексагональная; дигексагонально-дипирамидалный Кристаллы встречаются чрезвычайно редко и имеют вид мелких тонких табличек. Агрегаты. Обычно ковеллин наблюдается в виде тонких примазок яркосинего цвета или синевато-черных порошковатых или сажистых масс. **Цвет** ковеллина индигово-синий. **Черта** серая до черной. Непрозрачен. В тончайших листочках просвечивает зеленым цветом. **Блеск** металлический. **Твердость** 1,5—2. Хрупок. В тонких пластинках несколько гибок. **Спайность** совершенная по {0001}. Уд. вес 4,59—4,67.

Диагностические признаки. Легко узнается по яркосинему цвету, низкой твердости и ассоциации с сульфидами меди.

Происхождение. Ковеллин, обычно в очень небольших количествах, является одним из характернейших экзогенных минералов зоны вторичного сульфидного обогащения в меднорудных месторождениях. Как правило, развивается метасоматическим путем на месте первичных и вторичных сульфидов меди: халькопирита, борнита, халькозина и др. Помимо образования метасоматическим путем, известны случаи самостоятельного его отложения вдоль трещин в виде колломорфных образований или землистых масс. Как продукт деятельности фумарол он наблюдался в лавах Везувия, где и был впервые описан Ковелли.

Практическое значение. Ковеллино-халькозиновые руды принадлежат к числу богатых медных руд.

ГРУППА АУРИПИГМЕНТА

- **АУРИПИГМЕНТ**— As_2S_3 . Название происходит от латинских слов: «аурум»—золото и «пигментум»—краска. Предполагалось, что минерал содержит золото. **Сингония** моноклинная; ромбо-призматический. **Облик кристаллов.** Встречающиеся кристаллы аурипигмента имеют обычно призматический облик, нередко с искривленными гранями. **Агрегаты.** Нередко характерны шестоватые, гребенчатые агрегаты, а также гроздевидные, почкообразные и шарообразные массы с радиальнолучистым строением. **Цвет** аурипигмента лимоино-желтый, иногда с буроватым оттенком; скрытокристаллические массы с тонкодисперсной примесью FeS_2 обладают грязно-желтой окраской с зеленоватым оттенком. **Черта** того же цвета, но более ярких оттенков. Просвечивает; в спайных листочках прозрачен. Блеск в зависимости от направления меняется от алмазного до полуметаллического. **Твердость** 1—2. В тонких листочках гибок, но не обладает упругостью. **Спайность** весьма совершенная по $\{010\}$ и несовершенная по $\{100\}$. **Уд. вес** 3,4—3,5. **Прочие свойства.** Электричества не проводит. Электризуется при разрывах листочков по спайности. **Диагностические признаки.** Легко узнается по яркому лимонно-желтому цвету, низкой твердости, весьма совершенной спайности и сильному алмазному или полуметаллическому блеску в изломе. В порошковатых массах по внешнему виду можно смешать с некоторыми уранофосфатами и уранованадатами от которых он отличается по отсутствию радиоактивности. **Происхождение.** Встречается в гидротермальных месторождениях в ассоциации с минералами, образующимися при сравнительно низких температурах: с реальгаром, антимонитом, марказитом, пиритом, а также с кварцем, кальцитом, гипсом и др.

- **РЕАЛЬГАГ—AsS.** Сингония моноклинная; ромбо-призматический. **Облик кристаллов.** Кристаллы обычно имеют призматический вид они укорочены или вытянуты по вертикальной оси, параллельно которой на гранях наблюдается тонкая штриховка. **Агрегаты.** Наблюдается также в виде сплошных зернистых агрегатов, иногда налетов, корок или землистых рыхлых масс. **Цвет** реальгара оранжево-красный, реже тёмнокрасный. Полупрозрачен. **Черта** светлооранжевая. Блеск на гранях кристаллов алмазный, в изломе смоляной или жирный. **Твердость** 1,5—2. Спайность довольно совершенная по {010} и {120}. **Уд. вес** 3,4—3,6. **Прочие свойства.** От действия света с течением времени превращается в порошок светлооранжевого цвета. Электричества не проводит. **Диагностические признаки.** Для реальгара характерны оранжевокрасный цвет, низкая твердость, штриховатость граней вдоль оси вытянутости кристаллов. Характерен также парагенезис с легко устанавливаемым по внешним признакам аурипигментом. Киноварь от реальгара отличается яркочерной чертой и высоким удельным весом. **Происхождение.** В природе встречается в совершенно аналогичных условиях с аурипигментом, с которым парагенетически постоянно связан (см. аурипигмент). На самой поверхности никогда не встречается, так как под действием света разрушается и частично превращается в аурипигмент. **Практическое значение.** Относится к числу малораспространенных минералов. Очень редко совместно с аурипигментом образует чисто мышьяковые месторождения

ГРУППА АНТИМОНИТА

- антимонит и висмутин
- **АНТИМОНИТ**— Sb_2S_3 . **Синонимы:** стибнит, сурьмяный блеск. **Сингония** ромбическая; ромбо-дипирамидальный. **Облик кристаллов.** Призматические, столбчатые, игольчатые, обладающие вертикальной штриховкой. Агрегаты. Встречается также в виде сплошных зернистых, часто радиальнолучистых, реже спутанноволокнистых агрегатов, а также в виде вкраплений в кварцевой массе. **Цвет и черта** антимонита свинцово-серые. На кристаллах нередко наблюдается темная синеватая побежалость. Непрозрачен. **Блеск** металлический, сильный на плоскостях спайности. **Твердость** 2—2,5. Хрупок. **Спайность** совершенная по {010}. Плоскости спайности обычно бывают покрыты поперечными штрихами, свидетельствующими о полисинтетическом двойниковании. Уд. **вес** 4,5—4,6. **Прочие свойства.** Электричества не проводит. **Диагностические признаки.** В агрегатах по цвету и механическим свойствам похож на многие сульфоантимониты (буланжерит, джемсонит и др.) и особенно на висмутин. Характерными отличительными особенностями его являются: совершенная спайность вдоль вытянутости шестоватых индивидов и поперечная двойниковая штриховатость в плоскостях скола. **Происхождение.** В главной массе антимонит встречается в гидротермальных месторождениях, образуясь при наиболее низких температурах и слагая вместе с кварцем самостоятельные жилы и пластообразные залежи. В ассоциации с ним нередко встречаются киноварь, флюорит, кварц, кальцит., каолинит, барит и др.

- **ВИСМУТИН**— Bi_2S_3 . Синонимы: висмутовый блеск. Сингония ромбическая; ромбо-дипирамидальный. Кристаллическая структура аналогична структуре антимонита. **Облик кристаллов.** Так же как и антимонит, встречается в удлиненных шестоватых кристаллах, образованных чаще всего гранями призм $\{110\}$, $\{120\}$, $\{130\}$ и пинакоидов $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$. Большой частью грани покрыты вертикальной тонкой штриховкой. **Агрегаты.** Распространен в виде сплошных зернистых масс, иногда лучистых агрегатов. **Цвет** висмутин белый со свинцово-серым оттенком. Часто наблюдается желтая или пестрая побежалость. Непрозрачен. **Черта** серая. **Блеск** сильный металлический. **Твердость** 2—2,5. Спайность совершенная по $\{010\}$ и несовершенная по $\{100\}$ и $\{0\bar{1}0\}$. Уд. вес 6,4—6,6, в отдельных случаях до 7,1. **Прочие свойства.** Электричества не проводит. **Диагностические признаки.** От похожего на него антимонита отличается более сильным блеском. В агрегатах он похож также на многие сложные по составу сульфоянтимониты и сульфовисмутиты, от которых без химических реакций его нелегко бывает отличить.

ГРУППА ПИРИТА

- Здесь рассмотрим обширную группу соединений типа $A\text{X}_2$, где $A = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$, а также Mn, Pt и Ru , а $\text{X}_2 = \text{S}_2, \text{Se}_2; \text{As}_2, \text{AsS}$ и SbS .
- Эта большая группа по минералогическим особенностям может быть разбита на четыре подгруппы:
 - 1) подгруппа пирита (в тесном смысле), в которой соединение FeS_2 является диморфными (пирит и марказит);
 - 2) подгруппа кобальтина, в которой объединяются сульфоарсениды и сульфоантимониды Ni и Co (Fe в подчиненных количествах); они кристаллизуются в кубической сингонии; кристаллические структуры этих минералов хотя и аналогичны структуре пирита, но симметрия их ниже;
 - 3) подгруппа лёллингита, представленная диарсенидами Fe, Ni и Co , кристаллизующимися в ромбической сингонии;
 - 4) подгруппа арсенопирита, в которую входят сульфоарсениды и сульфоантимониды главным образом Fe , кристаллизующиеся в моноклинной и ромбической сингониях.

- **ПИРИТ** — FeS_2 . «Пирос» по-гречески — огонь. Синонимы: серный колчедан, железный колчедан. Сингония кубическая; дидодекаэдрический. **Облик кристаллов.** Пирит широко распространен в виде хорошо образованных кристаллов: {100}, {210}, реже {111}, {321}, {110} **Агрегаты.** В многочисленных горных породах и рудах пирит наблюдается в виде вкрапленных кристалликов или округлых зерен. В осадочных породах часто встречаются шаровидные конкреции пирита, нередко радиальнолучистого строения, а также секретиции в полостях раковин. **Цвет** пирита светлый латунно-желтый, часто с побежалостями желтовато-бурого и пестрых цветов. Тонкодисперсные сажистые разности имеют черный цвет. **Черта** буровато- или зеленовато-черная. **Блеск** сильный металлический. **Твердость** 6—6,5. Относительно хрупок. **Спайность** весьма несовершенная по {100} и {111}. Излом неровный, иногда раковистый. Уд. вес 4,9—5,2. **Прочие свойства.** Электричество проводит слабо. **Диагностические признаки.** Легко узнается по цвету, формам кристаллов, штриховатости граней, высокой твердости (единственный из широко распространенных сульфидов, который чертит стекло). По этим признакам он легко отличается от несколько похожих на него по цвету марказита, халькопирита, пирротина и миллерита образуется в самых различных геологических условиях. В виде мельчайших вкраплений он наблюдается во многих магматических горных породах. В большинстве случаев является эпигенетическим минералом по отношению к силикатам и связан с наложением гидротермальных проявлений.

- **МАРКАЗИТ**— FeS_2 . Сингония ромбическая; ромбо-дипирамидальный. **Облик** кристаллов таблитчатый, реже короткостолбчатый, копьевидный. Двойники часты, нередко сложные. Встречается в виде конкреций, а также натечных, гроздевидных, почковидных, коркообразных и неправильной формы образований. Обычны псевдоморфозы по органическим остаткам. Цвет марказита латунно-желтый с сероватым или зеленоватым оттенком. **Черта** темная зеленовато-серая. **Блеск** металлический. **Твердость** 5—6. Хрупок. **Спайность** несовершенная по {011}. Уд. вес 4,6—4,9 (ниже, чем пирита). **Прочие свойства.** Слабо проводит электричество. **Диагностические признаки.** Для кристаллов марказита характерны их копьевидные или таблитчатые формы, отличающие их от кристаллов пирита. В конкрециях и плотных массах его не легко отличить от пирита. В свежем изломе характерен зеленоватый оттенок, не свойственный пириту. **Происхождение.** В природе распространен гораздо реже, чем пирит. Встречается как в эндогенных, так и в экзогенных минеральных образованиях. Марказит эндогенного происхождения наблюдается в гидротермальных, преимущественно жильных месторождениях. Как правило он образуется в самых последних стадиях минерализации. Чаще всего он устанавливается в друзовых пустотах в виде выросших кристаллов

- СПЕРРИЛИТ—PtAs₂. Сингония кубическая; дидодекаэдрический . Наблюдается почти исключительно в кристаллах. Облик кристаллов кубический, октаэдрический, реже Пентагон-додекаэдрический. Цвет сперрилита оловянно-белый. Черта темносерая. Блеск сильный, металлический. Твердость 6—7 (второй по твердости после лаурита минерал из класса сульфидов и арсенидов). Спайность наблюдается по кубу. Уд. вес 10,5—10,7 (наивысший для минералов данного класса). Прочие свойства. Слабо проводит электричество. Диагностические признаки. Важнейшими свойствами следует считать цвет, высокую твердость, большой удельный вес, нахождение в виде кристаллов, кислотоустойчивость и реакцию на платину и мышьяк. Происхождение. Встречается в месторождениях медно-никелевых сульфидных руд типа Сэдбери в генетической связи с основными изверженными породами (габбро-норитами и габбро-диабазами). Парагенетически связан с пирротинном, халькопиритом, пентландитом. Из минералов платиновой группы с ним чаще других встречается палладистая платина. Изредка встречается также в кварцевых жилах гидротермального происхождения в парагенезисе с различными сульфидами. Благодаря химической стойкости сперрилит в зоне окисления не выветривается и при разрушении месторождений попадает в россыпи, часто хорошо сохраняя кристаллические грани. Практическое значение. Как богатый платиной минерал представляет несомненный промышленный интерес.

- КОБАЛЬТИН—CoAsS. Синоним: кобальтовый блеск. Сингония кубическая, пентагон-тритетраэдрический Облик кристаллов. Кристаллы встречаются довольно часто. Облик октаэдрический, кубический и пентагон-додекаэдрический. Кобальтин встречается также в виде неправильной формы зерен и в сплошных массах. Цвет кобальтина белый или стально-серый с розоватым оттенком. Богатые железом разновидности имеют темносерый или серовато-черный цвет. Черта серовато-черная. Блеск металлический. Твердость 5—6. Хрупок. Спайность средняя по кубу. Уд. вес 6,0 — 6,5. Слабо проводит электричество. Диагностические признаки. При внимательном наблюдении кобальтин нетрудно узнать по характерному розоватому оттенку, высокой твердости и нередко по типичным комбинациям форм {100}, {111} и {210}. От похожего на него по цвету линнеита отличается более высокой твердостью. В выветрелых образцах характерен также парагенезис с интенсивно окрашенным в розовый цвет эритрином ($\text{Co}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Происхождение. Встречается главным образом как типичный минерал высокотемпературных гидротермальных процессов в контактово-метасоматических и жильных месторождениях. Ассоциирует обычно с мышьяково-сернистыми минералами кобальта и железа, а также халькопиритом, сфалеритом, кварцем, скарновыми минералами, железистым хлоритом, турмалином, апатитом и др. При выветривании за счет кобальтина, так же как и других мышьяковистых соединений кобальта, легко образуется землистый или кристаллический эритрин, розовый цвет которого бросается в глаза в зонах окисления Практическое значение. Кобальтин является одним из главных источников кобальта в промышленных рудах.

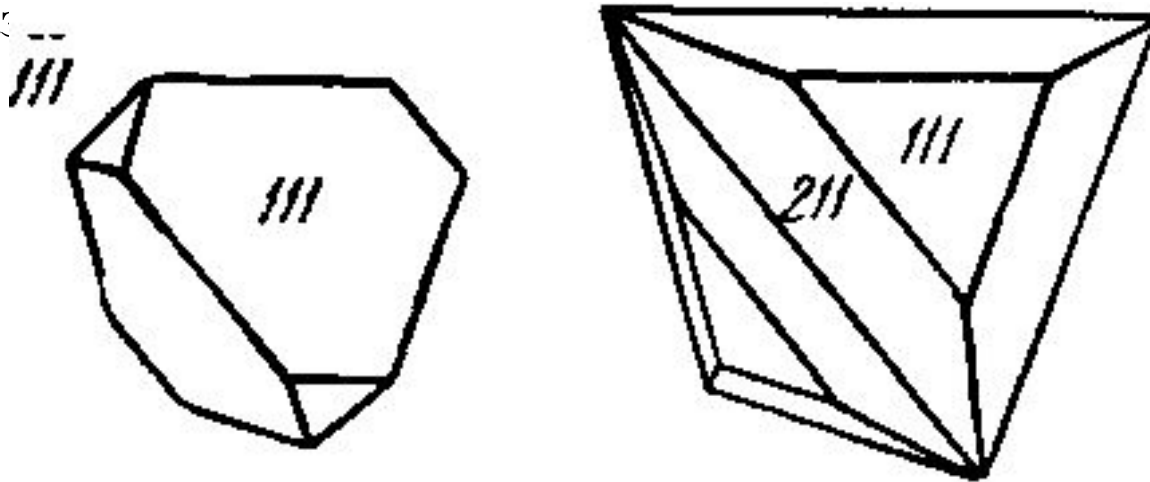
- **АРСЕНОПИРИТ**— FeAsS . Сингония моноклинная; призматический. Облик кристаллов. Очень часто встречается в прекрасно выраженных кристаллах, обычно имеющих призматический облик, от короткостолбчатых до шестоватых и игольчатых. Агрегаты. В сплошных массах образует зернистые и шестоватые агрегаты. Цвет арсенопирита оловянно-белый (для граней кристаллов) до стально-серого (в изломе). Часто побежалость желтого цвета. Черта серовато-черная, иногда с буроватым оттенком. Блеск металлический. Твердость 5,5—6. Хрупок. Спайность довольно ясная по $\{110\}$, а также по $\{001\}$. Уд. вес 5,9—6,2. Прочие свойства. Электричество проводит.
Диагностические признаки. Характерными являются оловянно-белый цвет граней кристаллов, высокая твердость и содержание в качестве главных составных частей железа, мышьяка и серы. При ударе молотком издает чесночный запах. Очень характерны также формы кристаллов.
Происхождение. Арсенопирит принадлежит к числу минералов гидротермального происхождения и является одним из наиболее распространенных носителей мышьяка в эндогенных месторождениях. В типичных гидротермальных, жильных и метасоматически образовавшихся месторождениях он выделяется преимущественно в более высокотемпературные стадии минералообразования. Нередки самостоятельные его месторождения, в которых он является главным рудным минералом. В качестве спутника участвует в составе самых различных месторождений: олова, вольфрама, висмута, меди, свинца, цинка и др

ГРУППА ТЕТРАЭДРИТА

- Относящиеся сюда минералы представлены обширной изоморфной группой так называемых блеклых руд с общей химической формулой A_3XS_3

ТЕННАНТИТ— $Cu_{12}As_4S_{13}$, или $3Cu_2S \cdot As_2S_3$. Название по фамилии химика Теннанта.

ТЕТРАЭДРИТ— $Cu_{12}Sb_4S_{13}$, или $3Cu_2S \cdot Sb_2S_3$. Название дано по форме встречающихся кристаллов, обычной вообще для блеклых руд ра:



- Сингония кубическая; гексатетраэдрический . Встречающиеся в пустотах кристаллы имеют тетраэдрический облик с комбинацией форм: {111}, {111}, {110}, {112}, {100} и др. Обычно встречается в сплошных массах или в виде вкраплений неправильной формы зерен. Часты двойники по (111), реже по (100).
- Цвет стально-серый до железно-черного (богатых Fe разностей). Черта имеет тот же цвет, иногда с буроватым и даже вишнево-красным оттенком (для теннантита). Непрозрачен. Блеск металлический или полуметаллический.
- Твердость 3—4. Обладает хрупкостью. Спайность практически отсутствует. Уд. вес 4,4—5,4. Мышьяковистые разности по сравнению с сурьмянистыми обладают меньшими удельными весами. Обладает слабой электропроводностью.
- Диагностические признаки. Характерными особенностями являются следующие: блеклый тон в изломе и явно проявляющаяся хрупкость (при царапании ножом черта «пылится» и не оставляет блестящего следа, как это наблюдается у халькозина и аргентита, похожих по некоторым признакам на блеклые руды).