

П.М. Клоков

# **ТАМ ЧУДЕСА...**

**Дыхание огненной бездны**

**Сера и её соединения**

Нижний Тагил  
2018

**Клоков Павел Михайлович. Там чудеса... Дыхание огненной бездны. Сера и её соединения. Сборник заметок, Нижний Тагил, Самиздат 2018**

В сборнике представлены заметки и фотографии по минералам группы серы, куда, помимо самой серы, включены описания некоторых наиболее часто встречающихся в природе устойчивых минералов-соединений серы – сульфидов и сульфатов.

Сборник предназначен для детей среднего школьного возраста, желательно, уже начавшим изучать неорганическую химию. А также для всех любителей камня.

### **На первой странице обложки**

Конденсатная сера, полученная промышленным путём. Куплена в обычном магазине в качестве средства окуливания садовых насаждений и мест хранения урожая. Практически ничем не отличается от природной вулканической серы.

## От автора

*В восприятии древних всё сущее порождено четырьмя стихиями – **Огня, Земли, Воды и Воздуха**. Многие, насмехаясь, говорят, что всё это вздор, «наука давно всё показала» и т.п. Но, если отбросить тупой убогий материализм, не признающий отвлечённых понятий и считающий по-настоящему существующим лишь то, что можно ухватить в руку, перейти к расширенному философско-поэтическому метаязыку, по большому счёту окажется, что древние-то как раз правы, и на этом языке равно верно можно толковать и их мифы, и библейские предания, и современные научные воззрения.*

*Древние считали эти стихии живыми, как и всё, ими порождённое. Но и мы, говоря о **ЖИЗНИ ЗЕМЛИ**, при этом имеем в виду не «жизнь на планете Земля», не только фауну и флору, а **все происходящие процессы**, в том числе, и геологические. Мы даже говорим о **ЖИЗНИ ВСЕЛЕННОЙ** как об астрофизическом процессе, не только о жизни нашей планеты.*

Для нашей темы не важно, которая из двух стихий – **Огонь или Земля** – старше. Другими словами, является ли земная твердь корой на остывающем сгустке звёздной материи, или же это комки холодной космической пыли за счёт каких-то внутренних процессов разогрелись до уровня расплава магмы. Важно лишь, что именно они породили первичные, эндогенные минералы. И ими же порождены вторичные стихии – **Воздух и Вода**, которые обеспечили среду для перемешивания частиц первичных минералов, условия для проведения всё новых физико-химических реакций и порождения уже новых, вторичных соединений и минералов. Эти реакции идут непрерывно.

Это и есть **Жизнь Земли**.

В таком порядке я и попытаюсь изложить материал книги из жизни одного лишь большого семейства минералов – серы и её соединений.

Возможно, даже имея образцы каменной серы в коллекции (для примера!), вряд ли стал бы о ней писать. В фотогалереях и в музеях обычно экспонируют наиболее яркие, выразительные, красивые коллекционные образцы самородной серы – с крупными, порой просвечивающими кристаллами. У меня таких нет. С точки зрения коллекционеров мои камешки

ничем не примечательны. Вроде бы, просто сера. Химическая формула – S. Самородная сера. Практически неотличима от той конденсатной серы, что продаётся брикетами и таблетками в магазинах для садоводов.

Приступая к оформлению этого сборника, я уже имел несколько написанных в разное время небольших заметок как о самой сере, так и о её соединениях – сульфидах железа, меди, о гипсе – сульфате кальция...

Но, во-первых, в этих заметках сведения были разрозненные и очень поверхностные. Скорее, они отражали лишь мои эмоции, почти детское удивление как нерукотворной красотой минералов – произведений Природы, так и мастерством художников, создающих из них собственные произведения. Ещё – изменчивостью минералов, которые живут своей жизнью, меняют свой облик и, наверное, состав даже в обычных комнатных условиях за геологически ничтожное время – годы, месяцы, иногда даже дни. Казалось бы, камни и камни, лежат себе на полке или в ящике... Что им меняться? Это же не лаборатория какая-то, не печь, не кислотные или щелочные ванны... Умом, конечно, понимаешь, что изменения какие-то неизбежны, но, наконец заметив, воспринимаешь их как неожиданность.

Во-вторых, в отдельных заметках не просматриваются взаимосвязи минералов, их общность и различия. Там они описаны сами по себе. Поэтому решено было заметки о родственных минералах собрать под одной обложкой.

Казалось бы, собрать заметки, ограничившись лишь минералами собственной коллекции, сшить вместе, добавить небольшое введение и оглавление – получилась бы книжечка на 45-60 страниц.

Оказалось, это не совсем так. Записки были написаны в разных стилях – а их надо привести к какому-то единому, «причесать», добавить чёткую научно-справочную информацию.

Очень важно для понимания связей между минералами показать их месторождения. Мне как тагильчанину не нужно объяснять, что такое Меднорудянский месторождение или рудник им. III Интернационала – эти объекты у нас в городской черте. Но не уверен, что их знают все жители области, не говоря уж о жителях иных регионов. Как жителю Свердловской области, мне знакомы названия Карпушиха (недалеко от оздоровительного комплекса на горе Ежовой), Лёвиха – в Невьянском районе, Турьинские



рудники... Я знаю, как туда проехать и что там можно найти. Но этого не знают мои знакомые и друзья, живущие в разных уголках России. Для них эти названия – лишь слова. С другой стороны, когда речь идёт, например, о Мончегорске, не все знают, что это Карелия, а не Манжерок где-то в Сибири. Когда же видишь, как близко друг к другу расположены месторождения, невольно начинаешь понимать, что у них не может не быть общности, что это единая геологическая провинция. **Значит, надо приводить карты таких провинций.** К сожалению, мне не везде попадались подходящие карты с указанием месторождений, даже если сами месторождения находились совсем рядом, в двух-трёх часах ходьбы – но принадлежали разным государствам, вышедшим из состава СССР.

Кроме этого, я посчитал полезным привести небольшие историко-географические справки по этим местностям.

Не менее важно геологическое окружение минералов, *ассоциации*. В нескольких случаях я намеренно включил в качестве примечаний и довольно объёмные списки минералов месторождений, даже если они не входят в круг рассматриваемых в заметках. Читать эти списки не обязательно, но, когда их просматриваешь внимательнее, обнаруживаешь, как они похожи друг на друга, что в разных месторождениях повторяются одни и те же минералы. А ещё – что в них перечислен ряд минералов, которых нет у меня, но которые обязательно присутствуют на тех же месторождениях и закономерно входят в те же семейства. А это значит, что их описания включить тоже необходимо, хотя первоначально это не планировалось. Рассматривать какой-то один минерал вне связи с родственными было бы неверно. И, как говорили раньше

### **ЕСЛИ НА УРАЛЕ КАКОГО-ТО КАМНЯ НЕТ, ЗНАЧИТ, ЕГО ПРОСТО ПОКА ЕЩЁ НЕ НАШЛИ!**

С другой стороны, значительное количество соединений серы химически не очень устойчиво, легко взаимодействует с окружающими средами, переходит из одного состояния в другое, или вообще не образует значимых минеральных залежей, а присутствует в других минералах и горных породах лишь в виде примесей.

Здесь собраны воедино заметки в первую очередь о наиболее устойчивых и распространённых минералах – самородной сере, сульфидах и сульфатах, дополненные справочными сведениями из научных источников.

Сведения из таких источников помечены боковой рамкой слева, даже если они отредактированы, приведены с сокращениями. Преимущественно эти сокращения касаются физических и химических свойств, которые сложно проверить в домашних условиях, без специального оборудования.

Основной повествовательный текст приведен обычным шрифтом. Как правило, он рассчитан на любой уровень подготовки. Хотелось бы, чтобы он вообще читался как художественная или научно-популярная литература.

Справочные сведения, которые требуют какого-то научного осмысления (например, нужные для учёбы химические формулы), но, в принципе, не обязательные для первого прочтения, приведены более плотным шрифтом. Если не интересно – их можно смело пропустить.

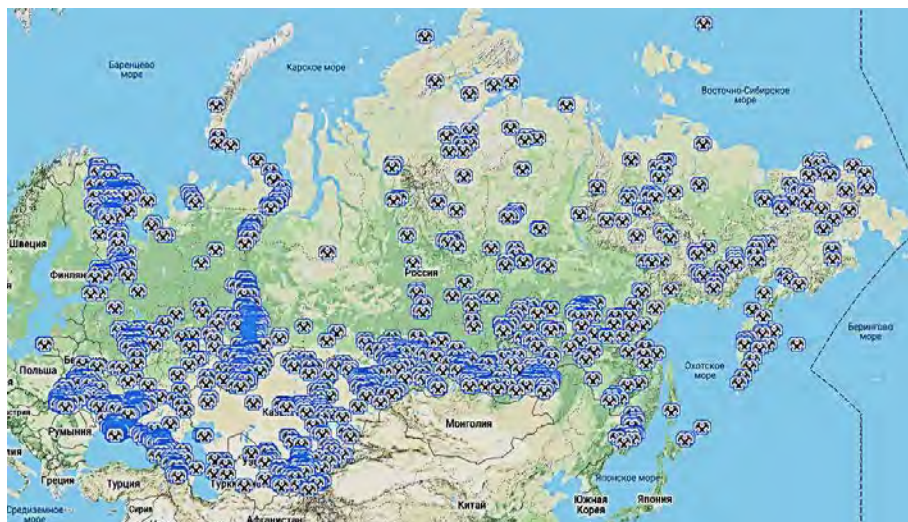
Самые важные систематизированные сведения получены из монографии А.Г. Бетехтина «Курс минералогии» издания 2008 г. Ссылки на него приводятся в скобках парой чисел вида [1,стр.п], где п – номер страницы (или диапазон страниц).

Ссылки на Интернет даются по-разному: иногда в виде запроса, в других случаях – в виде WEB-адреса.

Снимки из Интернета также помещены в рамку.

Большинство снимков минералов приведено с увеличением. Это сделано сознательно. Если рассматривать образцы своими глазами, можно поворачивать их в руках, использовать оптические приборы (хотя бы лупу), менять освещённость. С фотографиями на бумаге это не получится. Поэтому пришлось увеличить снимки, чтобы лучше были видны детали образцов.

И мои собственные снимки, и снимки их Интернета могут показаться знакомыми. Это действительно так. Они размещены в разных сборниках, использовались неоднократно, правда, с разными комментариями. Да и снимки из Интернета часто дублируются на разных сайтах, так что выяснить, которые из них первичные, не всегда представляется возможным.



**Общая карта месторождений России и ближнего зарубежья**

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																VIII	B
	A	I	II	III	IV	V	VI	VII	VI	V	IV	III	II	I	A			
1	(H)																H	He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne									Ne	Ar
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar									Ar	Kr
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni							Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd							Rh	Pd
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt							Ir	Pt
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
$R_2O$ $RO$ $R_2O_3$ $RO_2$ $R_2O_5$ $RO_3$ $R_2O_7$ $RO_4$																		
$RH_3$ $RH_3$ $RH_3$ $RH$																		
Ce   Pr   Nd   Pm   Sm   Eu   Gd   Tb   Dy   Ho   Er   Tm   Yb   Lu																		
Th   Pa   U   Np   Pu   Am   Cm   Bk   Cf   Es   Fm   Md   No   Lr																		

В приведённой таблице клетки металлов окрашены зелёным цветом, неметаллов - жёлтым. Окислы металлов, взаимодействуя с водой, образуют щёлочи, основания, а окислы неметаллов – кислоты. Фиолетовым цветом окрашены клетки инертных газов, а по диагонали, розовым цветом или двойной окраской – элементы, обладающие пограничными свойствами, т.е. признаками как металлов, так и неметаллов.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Сера (S, от лат. *Sulfur*)** – элемент 3 периода VI группы периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, т.е. она расположена в VI столбце 3 строки (см. таблицу). В природе встречается в виде **самородного элемента**, а также в составе многих минералов. Наибольшее число минералов, содержащих серу, представлено *сернистыми* соединениями – **сульфидами и сульфатами**.

**Сульфиды** — класс химических соединений, представляющих собой бескислородные соединения металлов, а также ряда неметаллов с серой (S), имеющих вид  $Kt_M S_N$ , где  $Kt$  – катион – положительно заряженный ион металла или неметалла,  $S$  – отрицательно заряженные анионы серы.

**Сульфаты** – соли серной кислоты  $H_2SO_4$ .

Общее число химических элементов, дающих в том или ином виде бескислородные соединения с серой, достигает 40. Все сульфиды, кроме сероводорода ( $H_2S$ ), в природе распространены в твердом состоянии.

Наиболее типичные из них: **AS (мышьяк), Sb, (сурьма), Bi (висмут) - полуметаллы<sup>1</sup>, Zn, Pb, Cu, Ag, , Fe, Ni, Co, Mo и Hg - тяжёлые металлы.**

С тяжелыми металлами **сера** образует почти нерастворимые в воде сернистые соединения. В противоположность им подобные же соединения большинства легких металлов (**Na, K, Mg** и др.) устанавливаются лишь в водных растворах. Природные минералы – сульфиды металлов часто добываются как руды – сырьё металлургии.

В той же VI группе Периодической таблицы, где и **сера**, располагаются элементы **селен (Se) и теллур (Te)**, также относящиеся к **полуметаллам**, точнее - полупроводникам. В химическом отношении они и их соединения обладают во многом сходными с серой свойствами. Их соединения называют, соответственно, **селенидами и теллуридами**. В минеральном мире они редко образуют самостоятельные крупные минеральные образования, представлены главным образом в виде соединений, примесей в сульфидных

---

<sup>1</sup> К полуметаллам относят кремний, бор, германий, мышьяк, сурьму, теллур, иногда — алюминий, висмут, полоний и астат, а также олово, имеющее полупроводниковую форму, аллотропные модификации углерода — графит и фосфора — металлический чёрный фосфор.

рудах, откуда извлекаются для использования, в первую очередь в полупроводниковых приборах.

Подобные сере соединения образуют и другие элементы, например, **сурьма (Sb) и мышьяк (As)**.

Количество простых селенистых, теллуристых, мышьяковистых, сурьмянистых и висмутистых соединений несравненно меньше, чем сернистых, поэтому здесь основная их часть не описывается.

Особо рассматриваются сульфиды мышьяка (**As**), поскольку он очень схож с серой, образует подобные ей соединения – **арсениды**. В ряде минералов мышьяк выполняет ту же роль, что и сама сера, вплоть до совмещения с серой в кристаллической решётке минералов, в связи с чем в минералогии его сульфиды выделяется в отдельную группу. Даже внешне они очень схожи с самородной серой и, хоть это не по правилам, можно было бы говорить об «**арсенатах серы**» вместо «**сульфидов мышьяка**».

В научной минералогии [1, стр.5], сульфиды относятся к классу простых сернистых и им подобных соединений (например, селенидов, теллуридов и арсенидов), куда входят группы:

**халькозина (1); галенита(2); сфалерита (3); семейство пирротина (4); группа халькопирита (5); ковеллина(6); аурипигмента (7); антимонита (8); молибденита (9); пирита (10); скуттерудита (11).**

У меня нет минерала **молибденита** – сульфида молибдена (группа 9), поэтому он не описан, **скуттерудита** (группа 11) – по этой же причине, к тому же это вообще не сульфид, а арсенид кобальта и никеля. Тем не менее, я счёл возможным включить описание минерала **никелина**, т.к. он часто присутствует в медно-никелевых рудах и поэтому может быть обнаружен в окрестностях города. Кроме того, он входит в семейство **пирротина**, образец которого имеется, и в состав семейства входят остальные никелевые руды-сульфиды.

Помимо сульфидов приведены описания некоторых **сульфатов** – солей серной кислоты **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. В отличие от сульфидов, некоторые из них имеют значение в производстве строительных материалов, а также как декоративные и поделочные камни. Такие камни довольно часто бывают в продаже.

## САМОРОДНАЯ СЕРА (S)



**Кристаллическая сера. Коллекционный образец музейного качества, ~ 10 см.  
В данном случае кристаллы очень крупные**

*Когда-то в античном мире считали, что подземный мир состоит из двух частей:*

*- подземный мир мёртвых, царство Аида (по римской мифологии – Плутона), куда удаляются души умерших:*

*- Тартар – преисподняя ниже корней мироздания, где своей жизнью живут бессмертные, рождённые раньше богов-олимпийцев – гиганты, сторукие великаны-гекатонхейры, благородные титаны, не признавшие власти Зевса-Юпитера и низвергнутые богами в бездну, чудовища.*





Конденсатная сера в местах выхода сернистого газа, в том числе, фумарол. Видно, что кристаллы здесь игольчатые, подобные инею. Если здесь отбить образцы такой кристаллической серы, а выход газов продолжается, через довольно короткое время края фумаролы вновь покроются кристаллами серы. Из-за низкой твёрдости и высокой хрупкости со временем щель-фумарола плотно зарастает серой, наросты серы уплотняются, приобретают вид сплошной массы, подобный приведённому на обложке

*Когда жена Зевса Геры родила сына Гефеста, он оказался уродливым, горбатым и колченогим<sup>1</sup>. Разгневанный Зевс зашвырнул сына в эту преисподнюю, Тартар. Там Гефест нашёл себе дело по душе, стал самым искусным кузнецом, который мог даже выковать живую статую.*

*Под началом Гефеста работают, не покладая рук, одноглазые кузнецы-циклопы (в произношении римлян – циклопы), искуснейшие лекари и мастера*

---

<sup>1</sup> Все античные изображения Гефеста кажутся «облагороженными» - вопреки мифам, на них он не выглядит уродцем, и даже хромота его в большинстве случаев не бросается в глаза. Обычно он изображен поставившим ногу на какую-то ступень, подставку.



*(не следует их путать с диким циклопом Полифемом, сыном Посейдона, мелким врединкой, ослеплённым Одиссеем и пожравшим часть его спутников).*

*Именно Гефест и киклопы ковали молнии Зевсу, цепи для поверженных им титанов, доспехи и оружие по требованию богов. Они же ковали оружие и доспехи герою-полубогу Ахиллу, отправлявшемуся на Троянскую войну.*

*Огнедышащие горы, сотрясающие землю, извергающие раскалённые камни, потоки жидкого огня - лаву, раскалённый зловонный воздух и дым, убивающий всё живое, считались входом в преисподнюю, в Тартар, точнее – то ли входом в кузницы Гефеста, то ли их дымоходами, месторождения руды – застывшими брызгами расплавленных металлов из этих кузниц.*

*В римской мифологии Гефеста называли Вулканом, так же называли и его кузницы. И неизвестно, то ли эти горы стали так называться в честь бога-кузнеца, то ли ему дали имя в честь этих кузниц.*

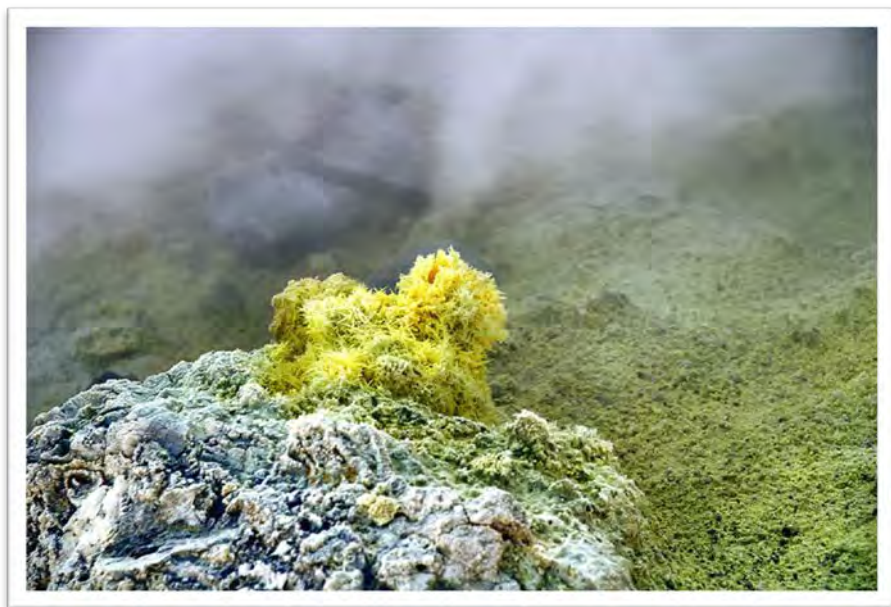


**Извержение вулкана Шивелуч (Камчатка)**

Огнедышащие горы и огненные реки внушали священный ужас людям, но одновременно и неудержимо влекли к себе. Пляска огня (как и течение воды) всегда завораживали человека.

Но дело не только в этом. На склонах этих гор, на вулканическом пепле и лавовых породах, насыщенных микроэлементами, всегда буйно развивается растительность, постоянный подогрев обеспечивает до нескольких урожаев в год. Часто бьют целебные источники, которые способствуют заживлению ран, а некоторые зимой могут согреть, спасти от холодов.

Однако эти благодатные условия могут оказаться смертельно опасными. Может затрястись земля, обрушивая жилища и увлекая в огненные бездны не только сады и поля, но и людей, и животных, горы могут извергать огненные реки, раскалённые камни и пепел, от которых нет укрытия. Наконец, они могут «выдохнуть» дым и удушливый «воздух», который почти мгновенно убивает всё живое. Такая участь неоднократно постигала поселения, расположенные на склонах вулканов.



**Цветы серы (Фото с вулкана Мутновского, Камчатка)**

И даже когда вулкан мирно спал, из расщелин в горе часто струился этот удушающий газ, а на краях самих расщелин расцветали желтым цветом камни - **СЕРА**. Несмотря на опасность, их собирали. Они могли гореть синим пламенем, и едким дымом этого пламени окуривали урожай, чтобы в нём не заводилась гниль, и жилища – чтобы в них не жили болезни. Однако вдохнувшие два-три раза этот дым и сами могли погибнуть в страшных мучениях.

Считалось, что этот дым – дыхание бездны Тартара, преисподней.

И в более поздних религиях, в частности, в христианстве, этот газ по-прежнему продолжал ассоциироваться с преисподней, Адом, царством Сатаны, а вулканы – входами в это царство. Да и сам Сатана ассоциировался с этим запахом **серы**.

**СЕРА (S, от лат. Sulfur)** — самородный минерал, имеет несколько модификаций, связанных с условиями формирования. Наиболее устойчивую при комнатной температуре ромбическую модификацию называют обычно просто серой.

**Химический состав.** В ряде случаев устанавливается химически чистая сера, но обычно она бывает загрязнена посторонними механическими примесями: глинистым или органическим веществом, каплями нефти, газами и пр. Известны также редкие разновидности с изоморфной примесью **селена (Se)** обычно до 1 %, изредка до 5,2 % — **селенистая сера**, а также **теллур (Te)**, иногда **мышьяк (As)** и в исключительных случаях таллий (**Tl**).

**Диагностические признаки.** Характерны цвет, низкая твердость, хрупкость, жирный блеск в изломе кристаллов и легкоплавкость.

**Цвет.** Наблюдаются различные оттенки желтого цвета: соломенно-желтый, медово-желтый, желтовато-серый, бурый и черный (от углеродистых примесей). **Черты** почти не дает, порошок слабо-желтоватый. **Блеск** на гранях алмазный, в изломе жирный. В кристаллах просвечивает.

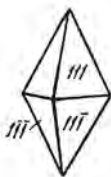
**Твердость** 1–2 (царапается ногтем). Хрупка. **Спайность** несовершенная.

**Уд. вес** 2,05–2,08.

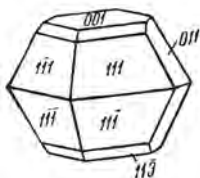
**П.п.тр.** и от спички легко плавится (при **112,8 °C**) и загорается голубым пламенем с выделением характерного запаха **SO<sub>2</sub>** (отличие от похожего на серу аурипигмента — **As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>**).

**Сингония** ромбическая; ромбо-дипирамидальный габитус.

**Облик кристаллов.** Кристаллы чаще имеют пирамидальный (а) или усеченно-пирамидальный вид (б), реже ромботетраэдрический (в).



а) игольчатые кристаллы, как на снимке фуमारолы



б) вид усеченно-пирамидальный (см. снимок в начале главы)



в) более редкий ромботетраэдрический

**Кристаллическая структура.** Согласно рентгенометрическим исследованиям, ромбическая сера обладает редкой для неорганических соединений молекулярной и притом очень сложной кристаллической структурой. Элементарная ячейка сложена 16 электрически нейтральными молекулами (кольцами), очень слабо связанными друг с другом.

**Агрегаты.** Часто встречается в сплошных, иногда землистых массах. Изредка наблюдаются натечные почковидные формы и налеты (в районах вулканических извержений).

**Прочие свойства.** Электропроводность и теплопроводность очень слабые (хороший изолятор). При трении заряжается отрицательным электричеством. Растрескивается от теплоты руки.

Легко растворима в сероуглероде, скипидаре, керосине, но не разлагается в **HCl** и **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Крепкая **HNO<sub>3</sub>** и царская водка окисляют серу, переводя ее в **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**.

**Происхождение.** Самородная сера встречается **исключительно в самой верхней части земной коры и на ее поверхности.**

Образуется различными путями.

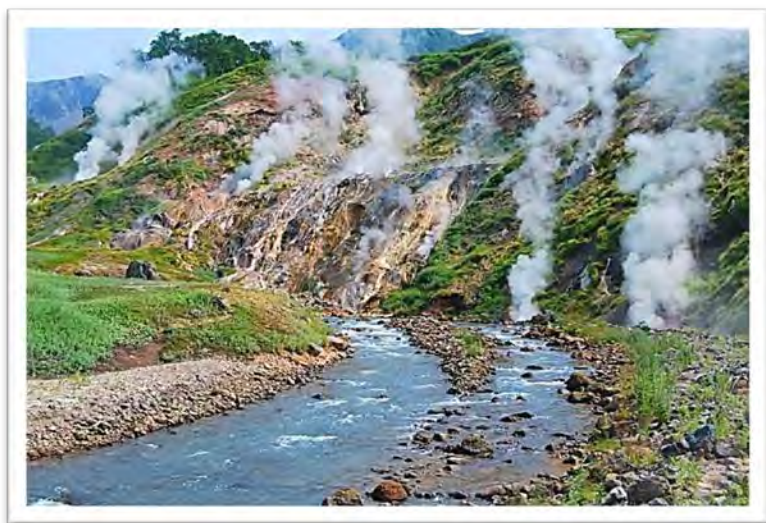
1. При вулканических извержениях, осаждаясь в виде возгонов на стенках кратеров, в трещинах пород, иногда изливаясь в расплавленном виде с горячими водами сольфатарных источников<sup>1</sup> и застывая в логах и долинах в виде потоков в

<sup>1</sup> **Сольфатары** (от итал. *solfo* — сера) — испарения [сернистого газа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B) и паров воды с примесью [углекислого газа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B), [сероводорода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B) и других веществ, выделяющиеся из трещин и каналов на стенках и дне [вулканического кратера](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B), а также на склонах [вулканов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B). Температура сольфатар достигает 100 — 300°C. Это явление характерно для потухших или близких к этому вулканов; как и [фумаролы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B) и [гейзеры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B), сольфатары являются примером вторичной вулканической активности. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B>



Сольфатары в исландском вулкане

<https://yandex.ru/images/search?text=%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B&stype=image&lr=11168&source=wiz>



Камчатка, Долина Гейзеров.

Фото из Интернета по запросу «Долина гейзеров»



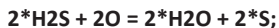


**Вулкан Кава Иджен (Индонезия). Единственный вулкан на Земле, у которого «синяя» лава, настолько насыщенная серой, что постоянно горит синим пламенем**



**Восхождение на вулкан Кава Иджен. Сбор образцов минералов. Наверное, на Камчатке такое мероприятие мало отличается от показанного**

районах современной вулканической деятельности (Курильские острова, Япония). Часто ассоциирует с другими продуктами возгона и сульфатами, образовавшимися при воздействии **SO<sub>2</sub>** на окружающие породы. Возникает в результате неполного окисления сероводорода в сольфатарах или как продукт реакции его с сернистым газом:



2. При разложении сернистых соединений металлов, главным образом, **пирита**, в нижних частях зоны окисления рудных месторождений. Обычно бывает сильно загрязнена различными механическими примесями.

3. При разложении гипсоносных осадочных толщ. Часто наблюдается парагенезис самородной серы с гипсом, на разъединенных участках которого она образуется в виде кристаллических и порошковатых масс. Многое в этом процессе образования еще неясно.

4. Осадочным (биохимическим) путем в нормальных осадочных породах, представленных обычно пластами, содержащими гипс, твердые и жидкие битумы (асфальт, нефть) и др. Этот тип месторождений широко распространен на земном шаре и имеет большое промышленное значение. При этом основная масса самородной серы образовалась, очевидно, сингенетически, т. е. одновременно с другими осадками. Однако нередко наблюдаются и эпигенетические образования серы во вмещающих породах, происшедшие, по-видимому, при позднейшей миграции ее под влиянием тектонических процессов, переноса нефтями, растворами и т. п.

Происхождение серы биохимическим путем связывают с жизнедеятельностью анаэробных бактерий, перерабатывающих сульфаты, в результате чего образуется сероводород, неполное окисление которого приводит к выпадению серы.

Попытаюсь перевести эти сведения на общечеловеческий язык.

Учитывая низкую твёрдость и хрупкость серы, в нижних слоях земной коры она существовать не может. В районах действующих вулканов или очень горячих источников (гейзеров) она просто плавится, при отсутствии кислорода происходит возгонка, переход серы в газообразное состояние, минуя жидкую фазу. При выходе на поверхность газообразная сера частично оседает и кристаллизуется в местах выхода. В присутствии кислорода окисляется, горит синим пламенем с выделением едкого сернистого газа.

Все соединения серы химически не очень устойчивы, другими словами, достаточно легко вступают в реакции с различными веществами (минералами и горными породами), а также с водой и воздухом.

В результате на поверхность соединения серы выходят в виде смеси в различных пропорциях трёх газов – **H<sub>2</sub>S** (сероводород), **SO<sub>2</sub>** (двуокись серы, сернистый газ) и в меньшей степени - **SO<sub>3</sub>** (трёхокись серы, серный ангидрид,

серный газ). Все эти газы чрезвычайно ядовиты и тяжелее воздуха, что придаёт им дополнительную опасность.

**H<sub>2</sub>S** – характерен тяжёлым запахом тухлых яиц и мяса. В большей степени является продуктом гнилостного разложения органических отходов, но выделяется и в районах вулканической и поствулканической деятельности (сероводородные источники минеральных вод). В высоких концентрациях (от 1,5%) перестаёт ощущаться после первого вдоха, вызывает сильные отравления, тошноту, головокружение и смерть вследствие связывания железа в гемоглобине крови.

Горюч, взрывоопасен, при горении выделяется вода и сера. Часто скапливается в канализационных колодцах (вместе с углекислым газом), что неоднократно приводило к гибели людей. Были также сообщения о гибели людей и животных на болотах, судя по всему, в результате выбросов этого газа (вместе с метаном) из донных отложений<sup>1</sup>.

**SO<sub>2</sub>** – сернистый газ с очень едким запахом. В соединении с водой образуется сернистая кислота **H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>**. Поэтому вызывает ожог слизистых оболочек, в том числе глаз, лёгких с последующим отёком и смертью. При выбросах этого газа с аглофабрик во влажную погоду кислотные дожди буквально за несколько часов сжигали растительность в садах и огородах<sup>2</sup>.

**SO<sub>3</sub>** – ещё более едкий газ, в соединении с водой даёт серную кислоту **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Эта кислота относится к самым сильным и опасным. К счастью, сам газ относится к относительно летучим («дымит» на воздухе и довольно быстро испаряется), а при температуре ниже **16,9° C** переходит в жидкое состояние, «застывает». Существуют твёрдые формы **SO<sub>3</sub>**.

В соединении с водой газы образуют кислоты, которые просачиваются в почву и вступают в химические реакции с горными породами. Кроме того, восходящие газы также вступают с породами и минералами в химические реакции. Полученные в обоих случаях соединения – **сульфиды и сульфаты** - и сами активны (т.е. не очень стойки) и тоже вступают в реакции между собой, образуя новые минералы и породы. Многие из них растворимы и вновь вступают в многоступенчатые химические реакции.

---

<sup>1</sup>Запросы в Интернете “H<sub>2</sub>S”, “SO<sub>2</sub>”, “SO<sub>3</sub>”

<sup>2</sup> Как-то мой сын, будучи ещё подростком, возвращался домой под дождём во время такого выброса. В результате у него облезло ключьями синтетическое покрытие новенькой куртки из кожзаменителя. У некоторых воспалилась даже кожа рук и лица. К счастью, концентрация газа в воздухе никогда не достигала даже 1%.



**Применение.** Со времён бронзового века, Вавилона, Египта и Древней Эллады **сера** широко использовалась для окуривания, обеззараживания урожая и мест его хранения. В этих же целях она тоннами производится на обогатительных фабриках при отжиге пирита. В детстве иногда находил даже какие-то детали машин и трубы, покрытые коркой серы, сконденсировавшейся из газа под давлением. На них она похожа на пожелтевшую от старости и света полиуретановую монтажную пену, только более твёрдую, каменную.

Но всё-таки отжиг руды и, в особенности, пирита, производится не столько ради самой серы, сколько ради сернистого газа и последующего получения серной кислоты. Попросту ради того, чтобы серу сжечь<sup>1</sup>. И ещё – чтобы железную или медную руду очистить от излишков серы, обогатить для нужд металлургии. Именно эта продукция обогатительных фабрик – концентрат руды и серная кислота эшелонами идёт ежедневно на металлургические и химические предприятия. Конденсат чистой серы – лишь побочный продукт. На его производство для нужд сельского хозяйства идёт не более 25% всего сернистого газа. Значительное количество серы используется в производстве резины (процесс вулканизации), а также при изготовлении легко воспламеняющихся и взрывчатых веществ, красок и пр.

Случалось, что и конденсатная сера пропадала из продажи. Я обходился достаточно просто. Надо подвал обкурить, картошку – возьму корзину и в лес, за грибами. С детства научился находить самородную серу в щебне. Правда, щебёночная сера горела хуже, и шлак после себя оставляла, но всё же горела, и запах был хоть и слабее, но тот самый – ни с чем не спутаешь.

На обратном пути с грибами в щебне подсыпки полотна узкоколейки подберешь несколько жёлто-зелёных кусков, разобьёшь, попробуешь зажечь. Может, и не все загорятся, лишь треть, но и этого хватит.

Конечно, когда появится сера в продаже, купишь несколько брикетиков на несколько лет, но нет в продаже – найти не так уж сложно.

---

<sup>1</sup> Даже странно, что при таких объёмах переработки пирита и халькопирита коллекционных образцов продаётся мало и они довольно дороги.

Такие свойства, как небольшой удельный вес и невысокая температура плавления используются при добыче самородной серы из глубоко залегающих сероносных пластов: по трубам в буровые скважины нагнетается перегретый водяной пар, и расплавленная сера, освободившись одновременно от посторонних механических примесей, с восходящей струей поднимается на поверхность, где улавливается самыми простыми способами.

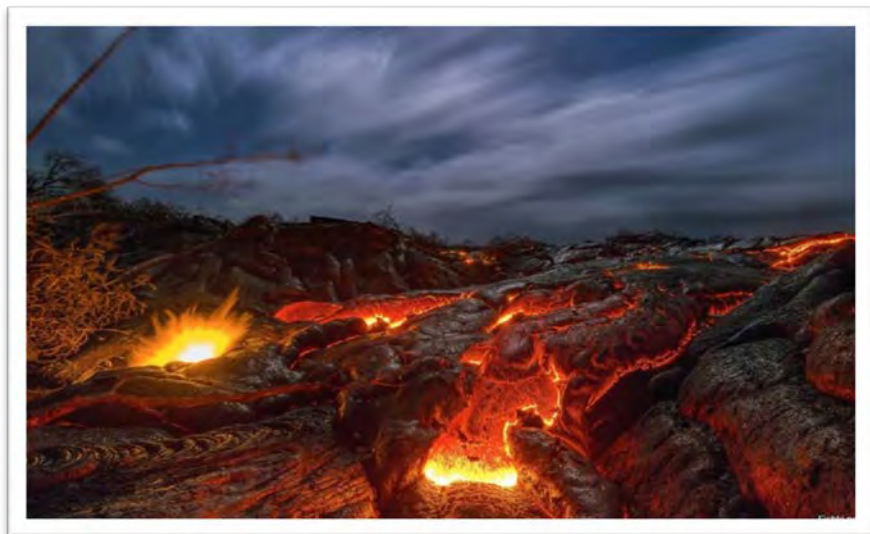
**Месторождения.** Концентрация серы вулканического происхождения приурочена к жерлам вулканов и к пустотам вулканических пород. При вулканических извержениях выделяются различные соединения серы (**H<sub>2</sub>S**, **SO<sub>2</sub>**), которые окисляются в поверхностных условиях, что приводит к восстановлению ее; кроме того, сера возгоняется непосредственно из паров. Иногда при вулканических процессах сера изливается в жидком виде. Это бывает тогда, когда сера, ранее осевшая на стенках кратеров, при повышении температуры расплавляется. Отлагается сера также из горячих водных растворов в результате распада сероводорода и сернистых соединений, выделяющихся в одну из поздних фаз вулканической деятельности. Эти явления сейчас наблюдаются около жерл гейзеров.

**Сопутствующие минералы.** Встречается совместно с гипсом, ангидритом, известняком, доломитом, каменной и калийной солями, глинами, битуминозными отложениями (нефть, озокерит, асфальт) и пиритом. Также встречается на стенках кратеров вулканов, в трещинах лав и туфов, окружающих жерла вулканов как действующих, так и потухших, вблизи серных минеральных источников.

В месторождениях, образовавшихся в результате окисления сульфидов, — главным образом пирит. Среди продуктов вулканического возгона: гипс, реальгар, аурипигмент.

В России и ближнем зарубежье залежи серы широко распространены. В районе Самары в Поволжье известны крупные осадочные месторождения, например *Алексеевское* и *Водинское*, где сера встречается в виде кристаллов до 15 см с кальцитом, гипсом и целестином.

**Практическое значение.** Главное применение серы имеет в производстве серной кислоты, используемой во многих отраслях промышленности, затем в сельском хозяйстве (для борьбы с вредителями), в резиновом производстве (процесс вулканизации резины) [2].



**Камчатка, лавовые потоки.**

**Все минералы рождены стихиями Земли и Воздуха, Огня и Воды**

Однажды мне персонально образец привезла моя сотрудница и немного ученица, заядлая туристка. С самой Камчатки, уж не помню, с какого из вулканов – Шивелуча или Толбачика.

Там раскалённый сернистый газ с шипеньем и свистом выбивается из расщелин-фумарол, и кристаллы прямо на глазах начинают оседать на камнях вокруг расщелины. Нужно выбрать момент, чтобы ветер отнёс газ в сторону, подбежать, отбить свежий кусочек – и обратно. При этом следует по меньшей мере замотать лицо мокрым платком или шарфом, чтобы нечаянно не вдохнуть едкий газ. Это чревато серьёзными химическими (и термическими) ожогами слизистых оболочек, отравлениями – вплоть до отёка лёгких.

И, хоть подобными сувенирами обзавелись все участники похода, мне было лестно, что учитывались и мои интересы, что мне был привезён такой персональный сувенир – только что кристаллизованная сера (?). По крайней мере, так мне было сказано.

Но поначалу я предположил, что это другой минерал, один из **сульфидов серы – реальгар**. Речь о них пойдёт в следующей главе.



**Сувенир с Камчатки 4 х 3 см**

**Храню его как символ бескорыстного уважения ко мне, который к тому же требовал и определённой доли риска от дарительницы**

Я привык, что каменная сера имеет желтовато-зеленоватый цвет. Камчатский образец был оранжево-розовый. И крохотные розовые кристаллики были поначалу похожими на соляную корку, когда высыхает раствор поваренной соли.

Я уложил камень в отдельную коробочку, подписал. А через полгода достал её случайно, открыл – камень побледнел, пожелтел, осталось лишь несколько розовых пятен. А ещё через полгода он стал и вовсе жёлтым, и по цвету, и по кристаллической структуре почти перестал отличаться от конденсатной серы, которая продаётся в брикетах. Пожалуй, я зря перестал с ним обращаться особо бережно. Наверняка мельчайшие хрупкие кристаллики поначалу ещё оставались, но стёрлись, осыпались.

Но среди снимков серы я не видел розовых образцов. Зато видел розовые образцы реальгара в музеях. Поэтому меня до сих пор мучают сомнения: а может, на самом деле это действительно **был реальгар?**

## СУЛЬФИДЫ

### СУЛЬФИДЫ НЕМЕТАЛЛОВ (группа Аурипигмента)

Среди неметаллов сульфиды образуются с бором (**B**), кремнием (**Si**), фосфором (**P**), мышьяком (**As**). Из них лишь минералы – сульфиды мышьяка достаточно распространены в природе и имеют как промышленное значение, так и в качестве коллекционного материала. Это **реальгар** и **аурипигмент**.

По классификации А.Г. Бетехтина [1] они выделены в самостоятельную группу **Аурипигмента**.



Вот этот камень в справочнике назван **АУРИПИГМЕНТОМ**, но его цвет ближе всего к описанию реальгара и начальному цвету камчатского образца. И на сувенире были очень похожие кристаллики, только помельче и в меньшем количестве



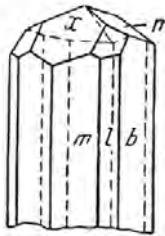
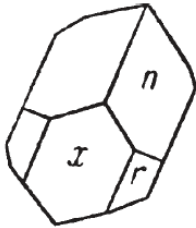
**Этот образец назван РЕАЛЬГАРОМ, хотя строго по описанию он больше похож именно на Аурипигмент. Поменять бы названия на снимках местами!**



**Мой личный образчик Аурипигмента, из сертифицированной коллекции.**



**Реальгар ( $\text{AsS}$ )- минерал, моносulfид мышьяка.** Содержит 70,1% **As**.



Кристаллическая структура сложная, построена из отдельных молекул  $\text{As}_4\text{S}_4$ ; ионы серы образуют квадрат, а мышьяка - тетраэдр; центры квадрата и тетраэдра совпадают.

**Кристалл реальгара. Лухумское месторождение (по И.И. Шафрановскому) [1,стр. 231]**

**Реальгар** встречается главным образом в низкотемпературных гидротемальных жилах, в качестве примеси в **свинцовых, серебряных и золотых** рудах. **Встречается также как продукт возгонки при вулканических извержениях, формируется на стенках кратеров вулканов, в пустотах пористых лав и в виде отложений из термальных источников.**

**Месторождения:** Минерал малораспространенный, очень редко совместно с **аурипигментом** образует мышьяковые месторождения (Лухумское, Западная Грузия). В России месторождения реальгара имеются на Северном Кавказе (Эльбрусский рудник), проявления отмечены в бассейне реки Шренк (Таймыр), в Сарасинском месторождении (Алтай) ; за рубежом - в Киргизии (Хайдаркан), в США - выпадает из термальных вод источника Иеллоустоносского национального парка; в Италии - в изверженных породах вулкана Этна <...>.

**Под воздействием солнечного света реальгар разрушается, превращаясь в жёлто-оранжевый порошок, состоящий из арсенолита, парареальгара и аурипигмента, поэтому в природе на поверхности никогда не встречается. Хранить образцы реальгара следует в защищенных от света местах.** Легко диагностируется по оранжево-красному цвету, штриховатости граней, низкой твердости и парагенезису с легко узнаваемым **аурипигментом**. **Киноварь** от реальгара отличается ярко-красной чертой, а **крокоит** более высокой твердостью [2].

Итак, мой камешек образовался именно на вулкане. И он до сих пор имеет чуть розоватый цвет без зеленоватого оттенка, более характерного для чистой каменной серы. На нём даже розовые точки видны. Но похож и на серу тоже, и запах сернистый при сжигании. Ничего удивительного. Если реальгар жечь, то сернистый газ будет обязательно, с оттенком чесночного запаха мышьяка.

**Второе.** При свете реальгар разлагается с образованием **аурипигмента  $\text{As}_2\text{S}_3$**  (как похожи химические формулы!). Но я ведь и не обеспечил должного

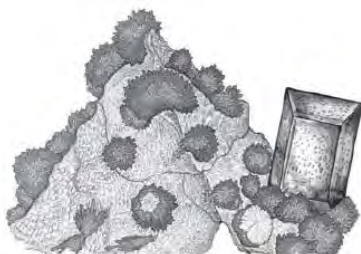
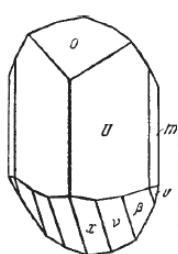
хранения! В чёрную бумагу не заворачивал, баночка из-под майонеза была из белого пластика, закрыта кое-как. Да и прошло около 30 лет! Не так уж и темно, да и просто на воздухе реакции какие-то идут.

Более того, у меня было несколько образцов аурипигмента, один храню до сих пор и привожу его снимок. Конечно, его жёлтый цвет ярче, чем у самородной серы, но кто не знает, может и спутать. Тем более, что аурипигмент тоже сгорает с выделением сернистого газа.

**Аурипигмент ( $\text{As}_2\text{S}_3$ )-** минерал класса сульфидов. Химический состав: (**As 61%, S 39%** ).

**Форма кристаллов:** Таблитчатые, короткопризматические, очень хорошо образованные. Агрегаты зернистые, плитчатые, линзовидные, широкошестоватые, радиально-лучистые.

Листочки гибкие, но не упругие, мягкий и вязкий, легко режется ножом.



**Кристалл аурипигмента**  
**Сферолиты аурипигмента с**  
**баритом на доломите. Рудник**  
**Эльбрусский (Карачаево-**  
**Черкессия) Рисунок В. Слётова**  
**и В. Макаренко из III выпуска**  
**альбома «Рисуня минералы...»**  
**(Рис.22) [1,рис. 229]**

**Поведение в кислотах:** растворим в  $\text{HNO}_3$  и царской водке; выделяющаяся при этом сера всплывает; в едком кали растворим без остатка.

Обладает специфическим серным запахом, усиливающимся при нагревании. На свету постепенно "выцветает" и с течением времени, окисляясь с поверхности, переходит в **арсенолит ( $\text{As}_2\text{O}_3$ )** .

**Происхождение** низкотемпературное гидротермальное. Характерно совместное нахождение с реальгаром в глинах, гидротермально измененных глинистых сланцах и мергелях, в рудных жилах. Также встречается как продукт низкотемпературного изменения мышьксодержащих минералов или фумарольной деятельности.

**Аурипигмент и реальгар** в случае значительных скоплений могут быть использованы как мышьяковая руда. Но зачастую идут в отвалы, т.к. запасы намного превышают потребность промышленности в мышьяке и его соединениях. Используется также как минеральный пигмент в иконописи (средневековое название такой краски - "королевская жёлтая") [2].



Во всех справочниках и примечаниях к снимкам подчёркивается, что **реальгар** – красный, оранжевый, розовый, **аурипигмент** – желтый. Но именно в справочнике в качестве снимка аурипигмента приводится фото розового образца, более всего напоминающего первичный цвет камня с Камчатки. С другой стороны, в статье о **сере** говорится, что вулканическая сера также бывает оранжевой. А ещё упоминается некий **парареальгар** – продукт изменения реальгара на свету. Судя по описанию, тоже похож и на серу, и на аурипигмент (и на мой камчатский образец!), а химическая формула полностью совпадает с формулой реальгара. Только вот его фотография не приведена.

Поскольку все эти минералы постоянно упоминаются и встречаются в природе совместно, порой без физико-химической лаборатории однозначно разобраться, что есть что, очень трудно, особенно когда рассматриваются не особо выразительные образцы, а вполне типичные, ординарные.

А вот насколько может помочь лаборатория в условиях, когда эти минералы смешаны, агрегированы?

Допустим, возьму я маленький осколок своего образца, проведу анализ свойств, получу ответ – **реальгар**. А второй такой же осколок даст ответ – **сера**. А третий – **аурипигмент**. А в четвёртом будут крупницы всех трёх минералов плюс ещё кое-что. И какой должен быть ответ?

Похожие ситуации часто возникают и с другими минералами-сульфидами. Поскольку это **«камни»**, нам они кажутся достаточно долговечными.

В действительности, со школы известно, что это не очень устойчивые соединения, довольно часто реакции их разложения идут при свете, на воздухе, в присутствии других реагентов, скорость таких реакций вполне измерима даже в обычных условиях. Что такое, к примеру, **«цвета побежалости»**, как не признак некой химической реакции? Другой вопрос – глубина распространения этой реакции.

## СУЛЬФИДЫ МЕТАЛЛОВ

Руды наиболее важных для нас цветных металлов представлены, прежде всего, сульфидами. Поэтому и описания минералов в этой книжке приведены близко к привычным терминам классификации руд, благо, она недалеко отстоит от классификации по учебнику минералогии А.Г. Бетехтина:

**Ртутные и свинцово-цинковые руды;**

**Сульфиды железа;**

**Пирротины и руды никеля;**

**Медные руды.**

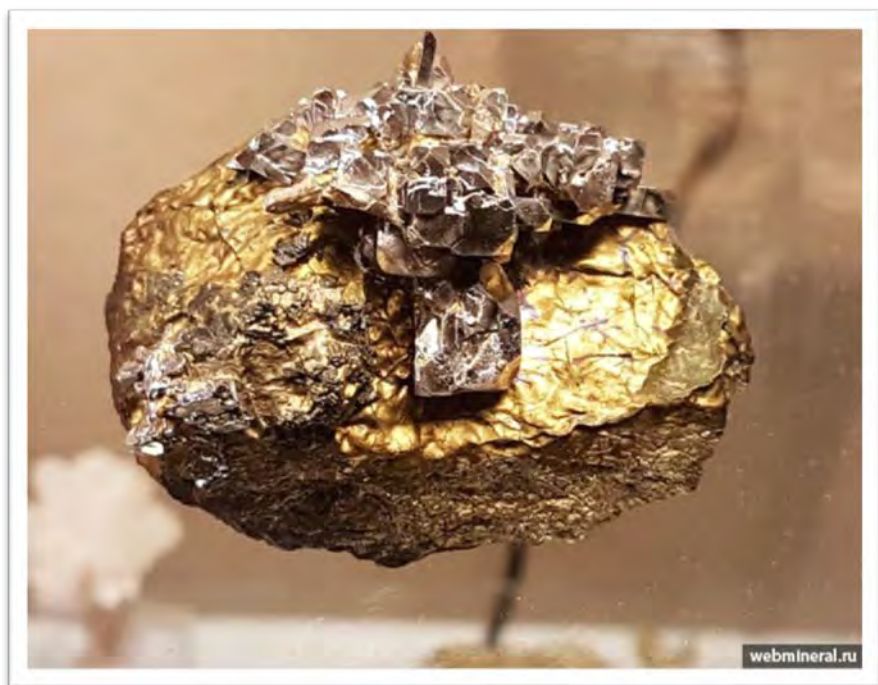
Из сульфидов металлов преобладающее значение имеет **дисульфид железа (железный купорос  $\text{FeS}_2$ )**, но он используется, главным образом, для производства серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и химически чистой серы. Для выплавки железа используются его окислы и гидроокислы [1, стр. 192-196].

За исключением сульфидов железа, минералы остальных групп являются сырьём для металлургии.

Как правило, сульфиды химически не очень устойчивы (т.е. довольно активны), относительно легко вступают в физические (вроде растворения) и химические реакции, в результате чего происходит их превращение из одного в другой. Очень часто на месторождениях, а тем более, в образцах они сосуществуют одновременно, а иногда и проникают друг в друга в виде твёрдого раствора или совмещения кристаллических решёток, замещения атомов в кристаллической решётке. В последнем случае иногда можно уже говорить о другом, новом минерале. В ряде случаев, видимо, возможны и обратные превращения – через многоступенчатые химические реакции.

**Вверху – Сперрилит (арсенид платины  $\text{PtAs}_2$ ) на халькопирите ( $\text{CuFeS}_2$ ), Октябрьское месторождение, Талнахское рудное поле, Норильский рудный район, Таймыр [3].**

**Внизу – образец породы с высоким содержанием пирита, халькопирита, борнита, ковеллина и ряда других сульфидов, характерных для данного месторождения - рудника им. III Интернационала (гидротермальное происхождение). Личная коллекция**



## КРОВЬ ДРАКОНА - КИНОВАРЬ (HgS)



**Киноварь (HgS)** – ртутная руда, самый распространённый минерал ртути. Одновременно, он, пожалуй, и один из самых экзотичных минералов-сульфидов. Считается, что название пришло из Индии персам, а от них через греков в Европу. В Индии так называются красная смола и «**кровь дракона**». По латыни записывается как **Cinnobari**<sup>1</sup>.

Ртуть (Hg – лат. **Hydrargirum** – «Жидкое серебро») – самый легкоплавкий металл (температура плавления - **-39° C**), один из «любимых» металлов средневековых алхимиков. Не исключено, что основаниями для такого «поэтичного» названия ртутной руды – «**кровь дракона**» - были и собственная чрезвычайная ядовитость паров ртути, и ядовитые газы серы, выделявшиеся при прокаливании минерала – а эти газы всегда ассоциировались с вулканами, преисподней, драконами с их огненным ядовитым дыханием, и ещё одно

---

<sup>1</sup> Немецкий писатель-романтик Э.Т.А. Гофман написал сказку «Крошка Цахес по прозванию Циннобер» о мерзком уродце, которому приписывали все достоинства окружающих, а гнусности, которые он совершал, приписывали другим. Подозреваю, что прозвище ему было дано не случайно.

свойство, о котором будет сказано позже. Второе название ртути на кодовом языке алхимиков – «**Меркурий**» - по латинскому имени бога торговцев, покровителя всех мошенников и обманщиков – за вёрткость, неуловимость. Ртуть не смачивает очень многие материалы, и если её капля падает на пол, то разлетается на множество мелких вёртких шариков, которые очень трудно собрать.

Считается, что в обычных условиях киноварь стабильна, но в Средней Азии существуют легенды о долинах смерти в горах, где гибли животные и люди, а выжившие становились калеками (с типичными признаками ртутного отравления). Действительно, киноварь находят в приграничных районах Таджикистана, Киргизии и Афганистана, в горах Памира. Летом там камни накаляются до очень высоких температур, при которых может начаться разложение руд и выделение жидкой ртути. Существовали даже легенды (могу поверить, что правдивые) о целых ртутных озёрах (ну, пусть не озёрах – лужах, для сильного отравления и этого достаточно)<sup>1</sup>. И если таких озёр и луж нет сейчас, не исключено, что они всё-таки появлялись, но исчезали, и что могут сложиться условия для их повторного возникновения. Да существование самородной ртути и не отрицается. Просто жидкая ртуть на воздухе испаряется (именно эти пары наиболее ядовиты), а из-за очень высокого удельного веса (13 кг / литр, тяжелее свинца) может быстро уходить в почву, в трещины камней и расщелины.

Практически везде месторождения ртутных минералов совмещены с месторождениями **сурьмы, висмута, мышьяка**, им часто сопутствуют **свинец, цинк, медь** – все вещества ядовитые.

**Для чего нужна ртуть?** В наши дни подавляющее большинство скажет, что ртуть используется: а) в медицинских градусниках, б) в «каких-то» приборах, в) в медицинских ртутно-кварцевых и так называемых энергосберегающих лампах «дневного света» (поэтому их категорически нельзя выбрасывать вместе с обычным мусором – кто бы ещё подсказал, как их утилизировать). Последние не следует путать с пришедшими им на смену светодиодными лампами, которые в 3-5 раз экономичнее и несравнимо

---

<sup>1</sup> О таких озёрах самородной ртути в рассказах о путешествиях по Средней Азии писал геолог, а по совместительству некогда популярный писатель-фантаст А. Казанцев.

безопаснее. Думаю, немногие вспомнят, что г) значительное количество ртути использовалось при амальгамировании (поэтому с момента изобретения этой технологии в средневековой Венеции производство стеклянных зеркал хоть и совершенствовалось, но считалось чрезвычайно вредным).

Наверное, совсем уж мало кто знает, что в самых мощных оптических зеркальных телескопах ртуть использовалась в качестве зеркала. Нальют её в чашу, чашу раскрутят до определённой скорости, и получается вогнутое ртутное зеркало идеальной кривизны, к тому же довольно устойчивое к случайным неравномерностям скорости вращения. Дело в том, что ртуть не смачивает очень многие материалы, а значит, трение, сцепление с самой чашей очень низкое, близкое к нулю. Ртуть металл очень тяжёлый, масса зеркала очень велика, поэтому велика и инерция такого зеркала. Правда, таких сооружений среди всех астрономических обсерваторий мира было лишь несколько, и через десяток-другой лет они уступили место более простым и безопасным технологиям.

Вплоть до 60-х годов XX века очень много ртути использовали при добыче золота. В то время добывать золото мог кто угодно и где угодно, без особых лицензий и разрешений, лишь бы не на государственных приисках. Рядом, на отвалах<sup>1</sup> – пожалуйста! Главное, что требовалось – не воровать и сдавать всё золото в специальные пункты скупки. При этих же пунктах работали магазины, где за сданное золото можно было купить совершенно дефицитные товары, хорошую еду, ткани и многое другое.

Это давало возможность приработка очень многим. Занимались этим делом даже дети. Вторично перемывали отвалы старательских разработок, или просто на авось промывали песок и глину возле лесных ручьёв. А уж попасть на жилу кварца с золотистыми блёстками (его здесь называли **«скварец»**) считалось большой удачей. Кварц размалывали в песок, как можно мельче, а затем его промывали, точно так же, как и обычные песок и глину. В процессе промывки оставался шлик – тёмный песок более тяжёлых фракций, лёгкие уносила вода. Золота лишь мелкие крупиночки – как их отделить? Вот тут на помощь и приходила ртуть. Очень многие материалы она

---

<sup>1</sup> Иногда довольно крупные (более 1 см) самородки находили именно на отвалах. При машинной промывке, на драгах и грохотах (подобие системы сит) промывался именно песок, крупные камни обычно отбрасывались, уходили в отвалы.

не смачивает, но смачивает золото. Более того, золото в ней растворяется. Соседка (ныне покойная), рассказывала, как это происходило.

*- Выложишь шлих в какую-нибудь тарелку, капельку ртути на него выльешь, и катаешь этот шарик, катаешь. А он желтеет, желтеет... Один уберёшь, выложишь на сковородку - другой капнешь. Когда желтеть совсем перестанут – значит, всё золото в себя вобрали. Тут их на сковородке и выпариваешь, остаётся тонкая жёлтая плёночка, что-то вроде фольги. Вот её и несёшь сдавать.*

*- Так ведь отравиться можно, полагается под вытяжкой это делать.*

*- А кто об этом знал? Были такие аппараты в артелях, вроде самогонных, так они большие, дорогие, и в лес собой не понесёшь. Мы и на костерке управлялись.*

Почти такую же историю о собственной матери описывает О.Н. Чашин в своей книге «Понад веками и вёрстами», только действие её происходит не на Урале, а на берегах Енисея. И даже метод взвешивания этих плёночек совпадал – «на спички». Считалось, что вес одной спички приблизительно равен одному карату – 0,2 г. Наверное, единая методика была учреждена Государством.

В общем, золотишком в те голодные годы многие подрабатывали. Разбогатеть на нём особенно не разбогатеешь (богатели всегда не добытчики, а скупщики), полностью не прокормишься, но дополнительный кусок хлеба, иногда и с маслом, лишним не был. И ртуть была чуть ли не у каждой третьей-четвёртой семьи, её совершенно свободно можно было купить. Мы, дети, любили натирать ртутью медные монеты, особенно царские – они после этого сияли, как серебряные, даже ярче (серебро более тусклое, матовое). Взрослые ругались, монеты отбирали – заботились о нашем здоровье.

До сих пор помню стеклянные банки с ртутью, сверху залитой водой – чтобы не испарялась. Однажды мы даже сломали такую трёхлитровую банку, в которой было около литра ртути. Попытались её взять с полки – а горлышко и оторвалось. Тяжёлая банка оказалась. Один литр ртути – около 13 кг. К счастью, вся ртуть осталась в банке, лишь вода чуть всплеснулась. Хозяин аккуратно перелил содержимое в другую банку.

Случались, конечно, и отравления. Наш сосед, говорят, отравился именно ртутью. У него непрерывно тряслась голова. Более серьёзных

признаков отравления мы не замечали, эти были ещё относительно лёгкие. Сейчас, если разобьется градусник, или прольётся металлическая ртуть, начинается паника, чуть ли не бригады МЧС вызываются, чтобы её собрать. Из-за несмачиваемости ртути эти юркие блестящие шарики разлетались по полу и упорно не желали закатываться на бумажку, в какой-нибудь совок, ложку, чтобы собрать их в одну ёмкость. Правда, к меди ртуть «прилипала». Но и отчистить такую ложку было невозможно, приходилось выкидывать.

А в то время на такой случай (ну, и не только для этого) почти в каждом доме была припасена размолотая в порошок сера. Ртуть впитывалась в серный порошок<sup>1</sup>. Порошком натирали пол, особенно втирали его в щели, а затем сметали и выносили. Куда – не знаю, взрослые не рассказывали. Возможно, где-нибудь подальше просто сжигали – и ртуть заодно испарялась и улетучивалась.

Такое случалось и у нас в доме, как-то весь пол в комнате порошком засыпали. И весь день комнату потом проветривали, нас в неё не пускали.

Но это – если пролито немного. Как поступали, если ртуть в заметных количествах залилась в подпол, попала под плинтусы, впитывалась в почву рядом с домом – сказать сложно.

Такие знания сохранились с детства. Потому рассказы об алхимиках, «превращавших» свинец в золото, воспринимаются примерно так.

*Я тоже бы не против на глупости и жадности правителей подзаработать. Имея несколько золотых монет, на одну купил бы эту самую «**кровь дракона**» - **киноварь**, прокалил, выделил «**жидкое серебро**». Пожалуй, натирать им медные монеты толку мало – за серебро не выдашь, не скрыть номинала. А вот натереть медные кувшины и посуду, «превратить» их в «серебряные» - пожалуй, попробовать можно.*

*А ещё – растворил бы этом «серебре» пару золотых монет. Засыпал **серой**. Затем перед хозяином (герцогом, графом, королём) – сжёг бы эту серу (понятно, с предосторожностями). Сера сгорела, вонь выветрилась, ртуть испарилась, золото (настоящее!!!) осталось. Давайте, Ваше как-вас-там-ство, ещё денюжат на опыты!*

---

<sup>1</sup> Вступала ли при этом ртуть с серой в какую-нибудь химическую реакцию, сказать не могу. Мы для этого были слишком малы,



*Пожалуй, если сильно зажиматься не будет, иногда даже больше двух монет растворить можно, чтоб дать ему и самому подобный опыт провести. Чтoб основательней поверил: ещё немного, ещё чуть-чуть – и можно будет лопатой золото грести. (А мне важней, подзаработав, быстрее ноги унести).*



**Кристаллы киновари – снимок из Интернета**

**Киноварь,  $\text{HgS}$**  - минерал, сульфид ртути (группа сфалерита). Имеет красивую алую окраску, на свежем сколе напоминает пятна крови. Данный химический состав в природе триморфен, образуя помимо **киновари (cinnabar)**, ещё два минерала: **метакиноварь (metacinnabar)** и **гиперкиноварь (hypercinnabar)**. Их часто называют **метациннабарит** и **гиперциннабарит**.

**Химический состав** — содержание (в %): **Hg— 86,2; S — 13,8**; иногда **отмечаются незначительные количества примесей селена, сурьмы, мышьяка, меди, теллура**. На воздухе постепенно окисляется с поверхности, покрываясь тончайшей плёнкой побежалости ( **$\text{HgO}$** ). Азотная кислота на киноварь не действует, также как и серная. Киноварь растворяется только в царской водке. Хлор вообще разлагает киноварь. Разлагается в растворе сульфида калия или натрия. Опасна для здоровья!



**Двойники кристаллической киновари**

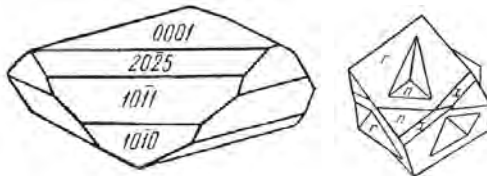


Образец «печённой руды» - землистой киновари, привезённый в подарок отцу его студентами в 1967 г. ~4 см, месторождение Хайдаркан (Памир).

Основание образца, невидимое на снимке – мелкокристаллическое, с серым металлическим блеском, возможно, антимонит (стильбит), который очень часто сопутствует киновари, тем более, на месторождениях Памира, а может – свинцово-серая побежалость, характерная для киновари.

**Кристаллическая структура** имеет гексагональный облик. В целом ее можно рассматривать как искаженную структуру **NaCl**.

**Облик кристаллов.** Киноварь встречается в виде мелких толстотаблитчатых или ромбоэдрических кристаллов, иногда с гранями трапецеэдра. Характерные двойники прорастания.



Отдельный кристалл и двойник киновари [1, стр.210]

**Агрегаты.** Гораздо чаще наблюдается в виде вкрапленных неправильных по форме зерен, иногда в сплошных массах, а также в виде порошковатых примазок и налетов. Кубическая, менее распространенная модификация **HgS** - **метациннабарит**; для него характерны выделения в виде мелких черных, просвечивающих красным цветом тетраэдрических кристаллов, внешне схожих со **сфалеритом**.

Так называемая «печенковая руда» представляет собой скрытокристаллические массы, богатые посторонними землистыми и органическими примесями.

**Сингония** тригональная.

**Цвет** киновари красный, иногда с свинцово-серой побегалостью. **Черта** красная. **Блеск** сильный полуметаллический. Полупрозрачна.

**Твердость** 2–2,5. Хрупка. **Спайность** довольно совершенная.

**Уд. вес** 8,09.

**Прочие свойства.** Метациннабарит электропроводен. В отличие от него **киноварь** не проводит электричества.

**Диагностические признаки.** Киноварь довольно легко узнается по красному цвету, низкой твердости, высокому удельному весу и поведению в пламени паяльной трубки.

**П.п.тр.** на угле возгоняется без остатка. Испарение начинается с температуры **200 °C**.

При нагревании в закрытой трубке образуется черный возгон, состоящий частью из кубической **HgS**, частью из металлической ртути, а также налета серы.

При нагревании в открытой трубке, т. е. в присутствии кислорода, образуется металлическая ртуть, осаждающаяся на холодных стенках трубки в виде мельчайших шариков, по реакции:  $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$ . На этом основаны заводские методы получения ртути.

**Происхождение.** Образуется в гидротермальных близповерхностных месторождениях, вместе с кварцем, кальцитом, баритом, антимонитом, пиритом, галенитом, марказитом, реже с самородной ртутью и с самородным золотом. Киноварь нередко откладывается в жилах среди сильно метаморфизованных яшмоподобных пород, ассоциированных с недавней вулканической активностью и щелочными горячими источниками.

**Месторождения** многочисленны в Средней Азии - **Хайдаркан и Чаувай** в Киргизии, **Адрасман и Джижикрут** (Таджикистан). По-видимому, киноварь добывали здесь ещё в середине первого тысячелетия до нашей эры. В Средней Азии разрабатывались и другие месторождения ртути, причём киноварь добывалась не только и не столько как источник ртути, но и как незаменимый и дорогой минеральный пигмент. Так, надписи во дворце древнеперсидских царей Ахеменидов (VI-IV века до н. э.) в Сузах говорят о том, что киноварь, которую в те времена использовали главным образом как пигмент, доставляли сюда с Зеравшанских гор, расположенных на территории современных республик Таджикистана и Узбекистана. Древнейший и самый крупный рудник - **Хайдаркан** - «Великий рудник» (Ферганская долина), где сохранились многочисленные следы древних работ: крупные выработки, металлические клинья, светильники, глиняные реторты для обжига киновари, большие отвалы образующихся при этом огарков. Археологические раскопки показывают, что в Ферганской долине ртуть добывали на протяжении многих столетий и лишь в XIII-XIV веках, после того как Чингисхан и его преемники уничтожили здесь ремесленно-торговые центры, а население перешло на кочевой образ жизни, добыча руды в Фергане была прекращена, но в середине XX в. на месторождении Хайдаркан активно возобновилась.

В России крупное месторождение известно на Чукотке. Одно из старейших в Украине ртутных месторождений - Никитовское в Донбассе, г. Горловка [2].

***Благословенная Согдиана – историко-географическая справка***

Слова «Хайдаркан» и «Кадамжай» мало что говорят тем, кто не очень интересуется геологией, географией, историей. Такими людьми слова эти воспринимаются несколько отстранённо – ну, один рудник, одни минералы, другой рудник, другие минералы...

Поэтому я привожу карту расположения этих месторождений и небольшую историко-географическую справку об этой области.



**Хайдаркан – вид с гор (фото)...**

Месторождения Хайдаркан и Кадамжай находятся всего-то в 30 км друг от друга. И это не случайно. Это единая, очень богатая геологическая провинция, где, кроме **ртуты и сурьмы**, тысячелетиями добывалось множество других ценных



минералов – медь, серебро и золото, драгоценные и полудрагоценные самоцветы – хрустали (включая аметисты), знаменитые бадахшанские **лалы** (так в древности назывались все красные и розовые самоцветы – и рубины, и турмалины, и шпинели), бирюза и лазурит – любимые камни египетских фараонов, строительный камень – мрамор, известняки, гипс и многое другое.

С точки зрения географической, это не такая уж большая территория – долина между горными системами Памира и Тянь-Шаня, и прилегающие к ней окрестности. С глубокой древности она называлась Благословенной, Цветущей Согдианой. Местность к югу от неё – Бактрия, нынешний Бадахшан, северная часть которого в наши дни принадлежит Таджикистану, а южная - Афганистану.

Это Ферганская долина. Нижняя часть долины, почти примыкает к Каспию, правобережье Аму-Дарьи в Средние века называлась Мавераннахром.



**... И на карте. В центре карты – рудники Хайдаркан и Кадамжай**

Она славилась не только минеральными ресурсами. Бегущие с горных ледников реки Вахш, Пяндж, Зеравшан давали воду и жизнь этим долинам, благодатный климат позволял снимать по несколько урожаев фруктов в год. Сливаясь, эти реки дали начало двум главным рекам Средней Азии – Аму-Дарье и Сыр-Дарье, текущим до самого Аральского моря.

Через эту землю проходила почти все караванные пути, проложенные южнее Арала, миновать её было практически невозможно. Попытки обойти стороной по безводным пустыням или по высочайшим горам, где дневной зной по ночам сменялся морозом, а вода была лишь в виде льда на недоступных вершинах, были смертельно

опасны. После многодневных переходов по жарким и сухим пескам, или по горам Памира и Тянь-Шаня, Согдиана была едва ли не единственным местом, где караваны могли отдохнуть несколько дней, пополнить запасы пищи и воды, прежде чем снова двинуться в путь. Неудивительно, что в этом благословенном краю вниз по течению рек выросли крупные города, где работали ремесленники, а вокруг цвели сады земледельцев. Это был один из важных центров мировой торговли.

У этого перекрёстка караванных путей было и важное стратегическое значение. Горстка храбрых воинов могла долго охранять даже узкие горные тропы, не говоря уж о неприступных крепостях на этих тропах. Для больших армий они становились непроходимыми.

Однако при всей благословенности и богатстве этих земель, судьба её жителей никогда не была лёгкой. Её территория всегда была предметом вожелений всех воинственных соседей.

В IV в. до н.э. войска Александра Македонского дошли до этих мест, а отсюда двинулись на юг, в Индию. Сподвижники полководца не советовали идти дальше, в войске назревал бунт. Прокормиться, оставаясь на месте, великая армия не могла. Её появление не радовало местное население. Скорее всего, по этим же причинам она не могла повернуть назад, пройти по разорённым ею же провинциям Персии и Малой Азии. Так что поход в Индию, возможно, был вынужденным. Однако и вперёд хода не было – путь преграждали горы и неприступные крепости. Скорее всего, тут и окончился бы бесславно поход завоевателя. Все его воины понемногу исчезали бы бесследно в мелких стычках с местным населением в бесплодных попытках добыть пропитание. Но Александр нашёл выход – женился на царевне (или принцессе – все эти термины европейские, неточные) Раухсианах (её имя с веками превратилось в Роксану). И тогда его с войсками как сопровителя царицы горные крепости пропустили дальше на юг. Обратно в Средиземноморье он шёл уже другими путями.

Неоднократно Согдианой властвовали династии китайских императоров, но и они постоянно воевали за эту область с возродившейся после смерти Александра Персией, Парфянским царством, а также с многочисленными кочевниками.

В этих же краях в начале I тысячелетия остановилась экспансия на восток Римской империи, воевавшей с парфянами. Дорвавшись до богатств Согдианы, Рим в знак своего владычества над ней оставил там свои гарнизоны, но так и не смог закрепиться. Некоторое время спустя отряд китайской конницы случайно столкнулся с когортой римских легионеров (около 400 человек). Те, встав в каре и сомкнув щиты, двинулись в атаку на китайскую конницу. Китайцы были неважными наездниками, зато хорошо владели неизвестными пока Европе мощными арбалетами, прошибавшими воинов вместе со щитами и доспехами. Они удивились, посмеялись – и с безопасного расстояния перестреляли всех легионеров, сами же при



этом не потеряли ни одного человека. Вероятнее всего, остальные римские гарнизоны постигла похожая судьба, разве что растянутая во времени. Знак владычества Римского орла оказался мало что значащим в этих местах.

Но и китайские императоры, занятые непрерывными войнами (в первую очередь, с кочевым государством степняков-хунну) и внутренними неурядицами не смог надолго закрепиться в этих местах.

После окончательной гибели народа хунну в V в. (в один год и в Китае, и в Европе), прикаспийскую и приаральскую степь занял тюркский каганат, позже распавшийся на две части – Восточную и Западную. По китайским источникам, тюрки были потомками тех самых хунну, но забывшими свою историю и свой род, утратившими историческую память. Они воевали и с китайцами, и с персидским государством Сасанидов. После Сасанидов в Персии утвердилось государство Хосроев, которые не оставляли попыток захватить богатый край. Чтобы противостоять тюркам, они тоже поставили в горах гарнизоны ираноязычных племён, которые со временем превратились в самостоятельный этнос – таджиков (изначально слово **таджик** означало просто **храбрый воин** – то же, что чуть позже в Европе слово **франк**).

Великая поэма выдающегося ирано-таджикского поэта Фирдоуси – «Шах-Намэ» - это приукрашенная фантастикой (я бы сказал – **фэнтези**) история борьбы шахов Ирана, Хорасана из династии Кей-Хосроев против тюрков династий Ашина (Афшина), а также их союзника, злокозненного царя-колдуна Афрасиаба. Но войны-то велись не для защиты Персии, а за Туран – территорию Средней Азии, Туркестан, включая и бывшую Согдиану!

Несколько позже на территории Туркестана возникло государство Хорезм – продолжение традиций Ирана. Но в начале XIII века, когда в нём правил неумный и самодовольный хорезмшах Мухаммед, оно рухнуло под ударами войск Чингиз-хана. Кажется, лишь для него материальные богатства края не были главной целью – он завещал, чтобы власть монголов распространилась на запад «до последнего моря».

После его смерти владение этими землями досталось по завещанию его сыну Джагатаю, который не был ни талантливым полководцем, ни выдающимся государственным деятелем. Он был правителем злобным, никчёмный, окончательно разоривший некогда цветущий край. При нём было заброшено и забыто большинство рудников, пришли в упадок ремёсла и города.



**Хайдаркан – древние заброшенные выработки**

Очередной подъём начался через полтора столетия, при Тимуре-Ленге, которого неправильно называют то Железным Хромцом, то Тамерланом. На самом деле, Тимур – это не прозвище, а имя (оно же – Дамир), которое и означает «Железо», «Ленг» - прозвище, означающее «Хромой». Он был не только великим полководцем, но и мудрым государственным деятелем, возродившим край, Среднюю Азию. При нём вновь поднялись из праха Самарканд, Бухара и другие города, вновь начали работать ремесленники, возводились крепости и храмы, учреждались школы-медресе и даже Государственный Совет, куда входили представители **всех сословий**. Да, он был очень жесток, но вряд ли более жесток, чем все правители того времени, и восточные, и тем более – европейские. Последние и сейчас любят приписывать свои грехи другим, и сами же лицемерно ужасаются и раздувают слухи.

Волны времени прокатывались над благодатной и измученной землёй, перемещая и перемешивая народы, стирая память.



Вид современного рудника

*Лишь относительно недавно, во второй половине 60-х годов неожиданно (!) выяснилось, что в этих краях, помимо уже известных месторождений, расположено одно из крупнейших на Земле месторождений коренного золота. Его рудники, которые работали ещё задолго до прихода Александра Македонского! И золото вовсе не было ни единственным, ни самым главным богатством этого края. Возможно, нас ещё ждут сенсационные открытия в этих краях.*

*Сейчас в бывшей Согдиане соединяются границы четырёх государств – Киргизии, Туркмении, Узбекистана и Таджикистана. Но почти рядом, в предгорьях Тянь-Шаня находится прежняя столица Казахстана – Алматы (ст. название – Алма-Ата). Правда, сами казахи говорят, что они и киргизы по сути один народ, и язык их един, только разные роды. Высокогорные – киргизы, а прежние кипчаки-кочевники – нынешние казахи. Невдалеке на востоке – граница Китая, на юге – граница Афганистана, к юго-западу расположен Иран.*



**Хайдаркан – современный вид**



**АНТИМОНИТ ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )—стибнит, сурьмяный блеск**

Имеет две формы: с кристаллическим строением (собственно **антимонит**) и аморфную (минерал **метастибнит** - *metastibnite*) такого же состава.

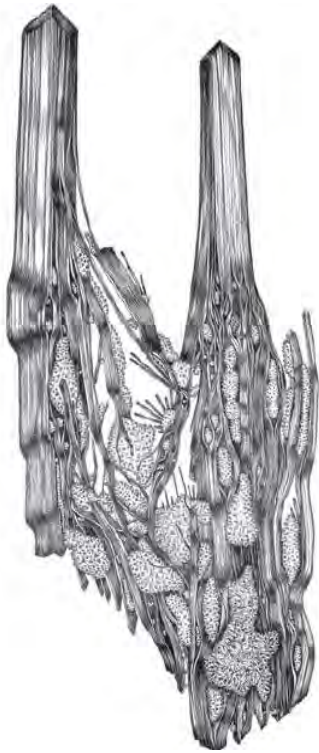
**Химический состав.** Sb — 71,4 %, S — 28,6 %.



**Антимонит (сурьмяный блеск, стибнит), ~ 6 см.  
Месторождение Кадамжай (Киргизия), покупной образец**

**Применение.** Антимонитовые руды являются главнейшим источником **сурьмы**, имеющей разнообразное применение.

Преимущественно она идет на изготовление сплавов, обладающих антифрикционными свойствами (баббитов для подшипников). Сплавы со свинцом и цинком идут на изготовление так называемого «типографского металла», твердой дроби, частей насосов, кранов и др. Соединения сурьмы применяются также в резиновой промышленности (с целью вулканизации резины), текстильном производстве (для пропитки тканей), стекольном деле, медицине и в ряде других производств.



**Сингония** ромбическая.

**Облик кристаллов.** Обычно призматические, столбчатые, игольчатые, обладающие вертикальной штриховкой. Нередко, особенно для крупных экземпляров, наблюдается искривление и даже скручивание их.

Кристаллическая структура **антимонита** представлена вытянутыми цепочками или, точнее, лентами тесно связанных между собой ионов **Sb** и **S**. Гибок, но не эластичен.

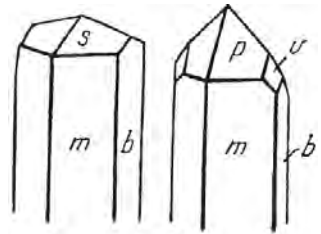
Кристаллы удлинённо-призматические, столбчатые, с грубой штриховкой вдоль удлинения, в виде сростков, друз, радиально-лучистых сростаний.

**Кристаллы антимонита с кварцем.**

Кадамджай (Киргизия).

Рисунок В. Слетова и В. Макаренко из I выпуска альбома «Рисуя минералы...»

(рис. 13).



Кристаллы антимонита [1, стр.233]

**Агрегаты.** Встречается в виде сплошных зернистых, часто радиально-лучистых, реже спутанно-волокнистых агрегатов и в виде вкрапленных зерен в кварцевой массе. Известны и чугуноподобные сплошные мелкозернистые агрегаты.

**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.

**Плотность** 4,6.

**Прочие свойства.** Электричества не проводит.

**Диагностические признаки.**

Характерными отличительными особенностями его являются: совершенная спайность вдоль вытянутости шестоватых индивидов и поперечная двойниковая штриховатость в плоскостях скола.

В тонкозернистых и скрытокристаллических массах, а также в мелких вкраплениях от всех похожих на него минералов безошибочно определяется по реакции с **КОН**.

Капелька этого реактива, положенная на минерал, энергично разлагает его и вскоре становится желтой, затем оранжевой; после стирания капли остается красное пятно.

**П.п.тр.** на угле очень легко плавится, выделяя **SO<sub>2</sub>** и оставляя белый налет **Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, который в восстановительном пламени улетучивается, окрашивая его в зеленый цвет. В **HNO<sub>3</sub>** растворяется с выделением **Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**.

**Сопутствующие минералы:** киноварь, барит, пирит, флюорит, кальцит, кварц, халцедон. В поверхностных условиях неустойчив, при окислении переходит в сурьмяные охры светло-жёлтого цвета, образующие иногда псевдоморфозы по антимониту. Обычны псевдоморфозы по **антимониту лимонита**, иногда кварца.

**Происхождение и месторождения.** В главной массе антимонит встречается в *гидротермальных* месторождениях, образуясь при наиболее низких температурах и слагая вместе с кварцем самостоятельные жилы и пластообразные залежи. В качестве спутника почти постоянно наблюдается в месторождениях киновари, реальгара и аурипигмента, изредка — в месторождениях **свинца, цинка** и других металлов.

В зоне окисления сравнительно легко разлагается, переходя в различные **окислы сурьмы** желтого, иногда бурого цвета.

На территории России к числу наиболее известных месторождений принадлежат: *Раздольнинское* (в Красноярском крае), представленное сложными кварцево-антимонитовыми жилами, и *Сарылахское* в бассейне Индигирки (Якутия), где антимонит проявлен в виде тонкозернистых плотных агрегатов (так называемый «чугунный» антимонит).

Представляют интерес полиметаллические гидротермальные кварцевые жилы с кинноварь-антимонит-ферберитовой минерализацией, к этому типу относятся руды *Барун-Шивеинского* месторождения (Забайкалье).

Отмечен антимонит с киноварью, кварцем и диккитом в *Никитовском* ртутном месторождении (Украина). В Средней Азии известны крупные месторождения *Джижикрут* (Таджикистан) и *Кадамджай* (Киргизия, в 30 км от Хайдаркана), где с антимонитом, кроме кварца и кальцита, в небольших количествах ассоциируют пирит, марказит, флюорит, барит.





**Кадамжай – вид с гор, автор снимка Канат Нагаев**



**Сурьма самородная. Фото с сайта Ореп.КГ**



**Сурьма самородная (хоть и не совсем по теме Сульфиды!)**



**Кадамжай - древняя заброшенная выработка**



**Кадамжай – современный карьер**



**СФАЛЕРИТ (ZnS) – СУЛЬФИД ЦИНКА**

**Сфалерит** (Синоним: **цинковая обманка**, от греч. *сфалерос* — обманчивый, очевидно потому, что по внешним признакам он совершенно не похож на обычные сульфиды металлов).

**Состав:**  $\text{ZnS}$  ( $\text{Zn}$  — 67,1%;  $\text{S}$  — 32,9%); из примесей наиболее характерно **железо**, реже присутствуют **кадмий, галлий, марганец, ртуть** и др.

**Разновидности:** **клеюфан** — светлоокрашенная или бесцветная разновидность (почти без примесей); **марматит** — черная железистая разновидность; **пршибрамит** — богатая кадмием ( $\text{Cd}$  до 5 %) разновидность сфалерита.

**Применение.** Сфалерит является главной рудой цинка. Попутно с цинком из сфалеритовых руд извлекаются ценные редкие металлы: **кадмий (Cd), индий (In) и галлий (Ga)**.

При обжиге и плавке полиметаллических руд  $\text{ZnS}$ , окисляясь в  $\text{ZnO}$ , в значительной мере улетучивается с отходящими газами. Поэтому обычно прибегают к предварительному обогащению руд с разделением их на свинцовый и цинковый концентраты. Последний после предварительного обжига в особых печах с целью окисления цинка подвергается восстановительной плавке в закрытых ретортах с перегонкой цинка. Металлический цинк, получаемый возгонкой, не обладает чистотой и употребляется для изготовления оцинкованного железа. Очистка сырого цинка производится путем электролиза. Электролитический цинк употребляется для изготовления латуни, бронзы и других сплавов.

В небольших количествах **сфалерит** непосредственно употребляется для изготовления цинковых белил, а также флюоресцирующих экранов и др. Использование редкоземельных металлов — кадмия, галлия и индия — постоянно расширяется: они используются в электронике, приборостроении, медицине, атомной промышленности и во многих других отраслях. Галлий и, особенно, кадмий высокотоксичны.

Строго говоря, в какой-то степени токсичен и сам цинк — на его поверхности бактерии быстро погибают. Это его свойство используется, например, в оцинкованной посуде и других подобных ёмкостях.

Кроме того, как упоминалось, цинк используется как недорогое антикоррозийное покрытие (оцинкованное железо).

**Сингония** кубическая. Гексатетраэдрический вид симметрии.

**Спайность** — совершенная по ромбододекаэдру. Излом ступенчатый. На гранях часто наблюдаются штриховка, ступени и спирали роста. Распространены сплошные массы сфалерита. Реже отмечаются почковидные скрытокристаллические агрегаты концентрически-зонального строения, сталактиты. Известны сростки с халькопиритом.

**Цвет** серовато-бурый, коричневый, реже желтый, красный, зеленый. Черта от бесцветной до бурой. **Блеск** алмазный, иногда металлический. **Прозрачность**: в зависимости от содержания железа прозрачный до непрозрачного.

**Твердость** 3,5—4; хрупкий.

**Плотность** 3,9— 4,2.

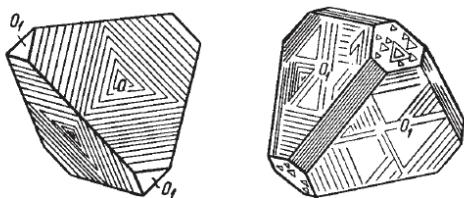
**П.п.тр.** растрескивается, но почти не плавится. В окислительном пламени на угле дает белый налет  $ZnO$ , при содержании  $Cd$  - с коричневой каймой.

**Поведение в кислотах**: растворяется в концентрированной  $HNO_3$  с выделением  $S$ , в  $HCl$  с выделением  $H_2S$ . С трудом растворяется в уксусной кислоте [2].

**Кристаллическая структура** характеризуется трехслойной (кубической) плотнейшей упаковкой анионов серы.

**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. Иногда кристаллы приобретают додекаэдрический габитус.



### Тетраэдрические кристаллы сфалерита [1, стр.206]

**Агрегаты**. Сплошные массы характеризуются явнозернистой структурой, легко распознаваемой благодаря резко проявленной спайности в отдельных зернах. Реже встречаются почковидные формы образований.

**Прочие свойства**. Электричества не проводит. Обладает полярным термоэлектричеством. Некоторые разновидности при трении или раскалывании фосфоресцируют.

**Диагностические признаки**. Характерны изометрической формы кристаллические зерна, обладающие спайностью по ромбододекаэдру, т. е. по шести направлениям, отвечающим плоским сеткам в структуре, сложенным атомами цинка и серы. Этим железистые разновидности сфалерита отличаются от похожих на них по цвету, твердости, блеску и другим признакам **вольфрамит** —  $(Fe,Mn)WO_4$  и **энаргит** —  $Cu_3AsS_4$ , которые обладают призматическим обликом зерен и спайностью в одном направлении.



Друзы клейофана – прозрачной разновидности сфалерита





Клейофан - кристаллы ювелирного качества и огранка

Несколько слов о **клеймофане**.

**Клейофан** – прозрачная разновидность **сфалерита**, бедная железом. Цвет кристаллов – красный, жёлтый, зелёный, бесцветный. Будучи огранённым, клейофан может очень ярко сверкать алмазным блеском. Однако из-за малой твёрдости (~3,5 балла, легко процарапывается не только стеклом, но даже ножом), высокой хрупкости и непрочности в ювелирном деле камень почти не используется. Иногда камни гранятся в качестве выставочных экспонатов, однако украшения из них для реального ношения не пригодны. Тем не менее, отдельные кристаллы и, особенно, сростки, друзы считаются привлекательным коллекционным материалом.

**Происхождение и месторождения.** Главная масса месторождений **сфалерита**, так же как и **галенита**, с которым он почти постоянно ассоциирует, принадлежит к *гидротермальным* месторождениям (см. **галенит**). В некоторых сульфидных месторождениях бывает связан с **халькопиритом**.

В экзогенных условиях образуется крайне редко. Был встречен в некоторых месторождениях угля.

При процессах окисления сфалерит разлагается сравнительно быстро с образованием *сульфата цинка*, легко растворимого в воде, вследствие чего зоны окисления бывают сильно обеднены цинком (ср. **галенит**). Если боковые породы месторождения представлены известняками, то в них образуются скопления карбоната цинка — **смитсонита**.

**Сфалерит** в свинцово-цинковых месторождениях, как правило, значительно преобладает над **галенитом** – сульфидом свинца (см. далее).

В некоторых месторождениях встречаются друзы хорошо образованных кристаллов сфалерита с кальцитом, кварцем и другими минералами, например, в *Дальнегорском* месторождении (Приморье); в месторождениях *Нагольного* кряжа (Украина) и в *Мадане* (Родопы, Болгария).

В ряде пунктов встречены очень интересные колломорфные образования сфалерита в виде концентрически-полосчатых почковидных выделений в пустотах среди известняков в ассоциации с **галенитом, пиритом, марказитом, халькопиритом, кальцитом** или **доломитом**.

В тесной ассоциации с **халькопиритом** (почти без **галенита**) наблюдается в ряде так называемых колчеданных залежей Урала: месторождения *Карпушинское, им. III Интернационала* и др. [1, стр.204-207].

## ГАЛЕНИТ (PbS) - СВИНЦОВЫЙ БЛЕСК

**Применение. Галенит** - важнейшая свинцовая руда. Почти все мировое производство свинца связано с добычей этого минерала. При плавке попутно со свинцом извлекаются значительные количества серебра, которое в виде серебрясодержащих минералов связано с галенитом, а иногда и висмута. Небольшая часть галенитовых руд перерабатывается с целью получения свинцовых препаратов, в частности красок (белил, сурика, крона и др.) и глазури.

Долгое время свинец, олово и сурьму не различали, считая их разновидностями одного и того же металла (Plumbum). Не удивительно, по внешнему виду эти металлы схожи между собой, очень схожи их руды, которые, к тому же часто встречаются совместно на одних и тех же месторождениях<sup>1</sup>.

Свинец как металл использовался с глубокой древности, Бронзового века, входил как составная часть во многие рецептуры бронзы и латуни. Древний Рим был самым большим производителем и потребителем свинца, из которого делались сосуды для воды, трубы водопроводов, листовой свинец покрывал крыши домов и дворцов. Считается, что свинцовое отравление было одной из причин физической деградации населения Римской империи.

В Средние века использование свинца значительно сократилось, но он также использовался для покрытия крыш, для оконных переплётов в дворцах, храмах, домах богатых людей. Например, стёкла цветных витражей чаще всего вправлялись в свинцовые оправы. Стекло было дорогое, даже разбитые достаточно крупные осколки скреплялись свинцом. На Руси в свинцовые перелёты вправлялись листы слюды. Кроме того, свинец иногда использовался, наряду с сургучом и воском, в качестве материала для навесных печатей к посланиям высокопоставленных особ.

Особой популярностью свинец пользовался у алхимиков.

---

<sup>1</sup> Оловянная руда – **касситерит** – довольно часто встречается совместно с **галенитом**, **антимонитом** и другими **сульфидами**. Кристаллы **касситерита** внешне похожи и на **сфалерит**, и на **галенит**. При этом касситерит не является сульфидом и здесь не рассматривается. Да и в личной коллекции у меня его пока нет [2]

Приблизительно с XV века потребление свинца начало быстро возрастать, отчасти с появлением огнестрельного оружия.

Различными препаратами свинца, наряду с ртутью, висмутом, сурьмой и мышьяком пытались также лечить некоторые тяжелые заболевания. В некоторых медикаментах свинец используется и в настоящее время, например, многие слышали о «свинцовых примочках» при ушибах.

Ещё в XIX в государственных учреждениях, в том числе, в больницах предписывалось стены, рамы окна, подоконники и многое другое красить именно свинцовыми белилами для предохранения от гнили и от распространения инфекций. Это действительно помогало, так как тяжёлые металлы высокотоксичны, в том числе и для любой микрофлоры. О токсичности этих средств для человека сведений просто не было.

Когда в конце XX века «экологи», пытаясь доказать, что раньше «всё было чище», взяли на исследование пробы почвы и останки людей XIX века и ранее, неожиданно выяснилось, что загрязнение тяжёлыми металлами, включая хром, свинец и ртуть, в разы, а иногда и в десятки раз превышало нынешний уровень.

До недавнего времени огромное количество свинца использовалось в качестве присадок для топлива, для повышения октанового числа бензина (тетраэтилсвинец), для защиты кабелей и т.п. Сейчас для этих целей всё чаще применяют иные средства. Большое количество свинца используется в радио- и электротехнике (припои, аккумуляторы). Свинец пока практически незаменим для защиты от радиоактивного облучения. Это и рентгеновские или им подобные аппараты, и научная, и контрольно-измерительная аппаратура.

Наверное, каждый самостоятельно сможет привести десятки примеров использования свинца. Я привёл те, которые первыми пришли в голову, наверное, самые общеупотребительные.

Список таких примеров может быть значительно расширен, если выдать запрос в Интернет **«Свинец применение»** и заглянуть, например, в Википедию. Также довольно много статей об использовании свинца в химии, медицине и радиологической защите.

Когда-то, наверное, во второй половине 50-х годов отцу в подарок с Дальнего Востока привезли несколько мелкокристаллических образцов **галенита**, подобных приведённому на верхнем снимке.

Точно помню, что ещё в младших классах один из них унёс для школьной коллекции. Остальные три-четыре образца куда-то исчезли, потерялись.

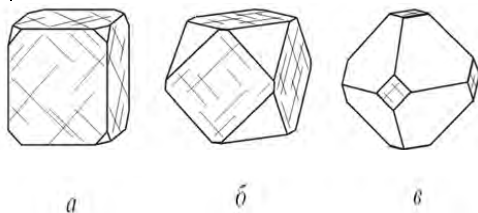
Когда мне захотелось воссоздать домашнюю учебную коллекцию, недостающее пришлось докупать. Но купил я уже не такой образец, а сросток кристаллов явно выраженного кубического вида, со ступенчатым изломом «кубиков» (надеюсь, это заметно на нижнем снимке). Кроме того, некоторые кристаллы подозрительно напоминают **сфалерит** (настолько, что продавец засомневался – а не сфалерит ли это вообще). Если присмотреться, на образце заметны ещё и желтые крупинки – скорее всего, **халькопирит**. На месторождениях эти минералы обычно соседствуют друг с другом и часто присутствуют на одном и том же образце. Так что мой образец тоже показательный. Но всё же, в придачу привожу и снимки из Интернета, полученные по запросу «**Галенит фото**»: на верхнем снимке мелкозернистая, наиболее распространённая порода, включающая, возможно, и все сопутствующие минералы, а также образец с кристаллами «классического» кубического облика (на следующей странице).

**Галенит - свинцовый блеск  $PbS$  ( $Pb$ — 86,6%;  $S$  — 13,4%);** обычны примеси **серебра, селена, висмута, мышьяка, сурьмы, меди, цинка.**

**Основные свойства.** Образует кубические, кубооктаэдрические, реже октаэдрические кристаллы и сплошные крупно- и мелкозернистые агрегаты.

**Облик кристаллов** большей частью кубический, реже октаэдрический.

Кристаллы галенита встречаются только в друзовых пустотах. Обычно же он наблюдается в виде зернистых масс или вкрапленных выделений неправильной формы.



**Кристаллы галенита различного габитуса: а — кубический с подчиненным развитием октаэдра; б — кубооктаэдрический; в — октаэдрический с подчиненным кубом [1,стр.202-203]**



Галенит – свинцовый блеск –  $PbS$ . Мелкозернистая порода



Галенит – образец из личной коллекции





Снимок из Интернета. Сrostок кристаллов галенита «классических форм»

**Цвет** свинцово-серый. **Черта** серовато-черная. **Блеск** металлический.

**Твердость** 2–3. Хрупок. **Спайность** совершенная по кубу. **Уд.вес** 7,4–7,6.

В  $\text{HNO}_3$  растворяется с выделением серы и сульфата свинца. Также разлагается горячей и крепкой  $\text{HCl}$ .

**П.п.тр.** легко плавится. С содой дает королек свинца.

**Прочие свойства.** Обладает слабой электропроводностью и хорошими детекторными свойствами (падение проводимости при облучении светом).

**Диагностические признаки.** Легко узнается по цвету, блеску, характерной спайности по кубу, проявляющейся в ступенчатом изломе, низкой твердости и высокому удельному весу. В скрытокристаллических массах, носящих название свинчака, отличается от похожих на него сурьмянистых и мышьяковистых соединений по удельному весу и поведению перед паяльной трубкой.



### Происхождение.

Галенит почти исключительно распространен в *гидротермальных* месторождениях. Как правило, встречается в сочетании со 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.

Наиболее часто встречается в виде зернистых и сплошных масс; образует друзы и скелетные кристаллы. Один из наиболее распространенных гидротермальных сульфидов, **в ассоциации со сфалеритом и халькопиритом входит в состав так называемых полиметаллических руд**. Нередко образует богатые скопления. Иногда образует почти мономинеральные руды (например, в Заводинском месторождении, Рудный Алтай). При окислении в процессе выветривания гидротермальных месторождений **галенит** покрывается коркой англеизита, переходящего с поверхности в церуссит. Эти труднорастворимые вторичные минералы образуют как бы плотную рубашку вокруг центральных, не тронутых разрушением участков галенита, прекращая доступ окисляющих агентов внутрь. Поэтому сплошные массы галенита в виде желваков с такой рубашкой встречаются в зоне накопления глинистых наносов и даже в россыпях. В отличие от сфалерита, за счёт галенита в зоне окисления, кроме англеизита и церуссита, возникает и ряд других труднорастворимых кислородных соединений: **фосфаты, арсенаты, ванадаты, молибдаты** и др. Вследствие этого зоны окисления свинцово-цинковых месторождений, как правило, обогащены свинцом.

**Месторождения.** Из многочисленных месторождений галенитсодержащих руд на территории бывшего СССР наиболее известны: *Садонское* жильное (Северный Кавказ); *Алтайские* месторождения (*Риддер-Сокольное – Бывший Лениногорск, Восточно-Казахстанская область, Змеиногорское - Россия*) полиметаллических руд, представленных тонкозернистыми массами **пирита, сфалерита, халькопирита, галенита и блеклых руд;** *Дальнегорское*

месторождение (Приморье) с сульфидным оруднением; *Нерчинские* в Забайкалье и др. Разведаны многочисленные полиметаллические месторождения в *Средней Азии* (Карамазарские горы и др.).

### ***Рудный Алтай. Историко-географическая справка***

*Змеиногорское и Риддер-Сокольное месторождения на Алтае часто упоминаются в «Курсе Минералогии» А.Г. Бетехтина [1] и других источниках в приложении к описанию разных минералов, они по-своему даже знамениты. Мне тоже приходилось их упоминать в разных заметках. Поэтому, думаю, следует и по ним привести небольшую историко-географическую справку.*

*Между посёлком Змеиногорск и городком Риддер всего около 150 км, но сейчас они принадлежат разным государствам – Змеиногорск – в России, Риддер (бывший Лениногорск) – в Казахстане. Однако оба они лежат на территории, которую принято называть Рудным Алтаем, где расположены крупные месторождения полиметаллических руд.*

*На западе эта территория ограничена Колыванским хребтом. За ним, уже в Казахстане - города Семипалатинск и Курчатов. К югу – Усть-Каменогорск, Серебрянск, не менее знаменитый Зырянск<sup>1</sup>. На северо-западе – Кемеровская область с её шахтами и Новокузнецким металлургическим комбинатом. На востоке – Алтайский край и Республика Тыва (Россия).*

*Колыванский хребет высотой менее километра - последний на Алтае перед степью. Это низкогорье вполне по-уральски богато выходами руд. Почти все месторождения в XVIII – XIX в.в. были найдены по остаткам "чудских копей" - цветные металлы здесь добывались и выплавлялись тысячи лет назад.*

---

<sup>1</sup> Зырянское месторождение, как и ряд других, принадлежит этой же геологической провинции. Хотя в монографии А.Г. Бетехтина это месторождение не упомянуто, его руды и минералы в той или иной степени в целом характерны для всего Рудного Алтая. Разница – в основном, в процентном содержании составляющих. Минералогические находки (согласно Смольянинову Н.А.): галенит! (скорлуповатая спайность, содержит Se), сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, тетраэдрит, кварц, кальцит, анкерит, барит (в верхних горизонтах). Гипергенные минералы: медь, серебро, электрум, золото, аргентит, халькозин, борнит, марказит, кераргирит, атакамит, фосгенит, куприт! (кристаллы и халькотрихит), тенорит, кварц, хризокolla, браунит, пиролюзит, манганит, лимонит, кальцит, анкерит, смитсонит! (окристаллизован, многочисленные разновидности), галмей, арагонит, церуссит, малахит, азурит (шаровидные стяжения, кристаллы), аурихальцит, каламин (кристаллы), каолин, аллофан, псевдомалахит, бирюза, англезит, гипс, госларит, мелантерит, халькантит, брошантит, ярозит [3].



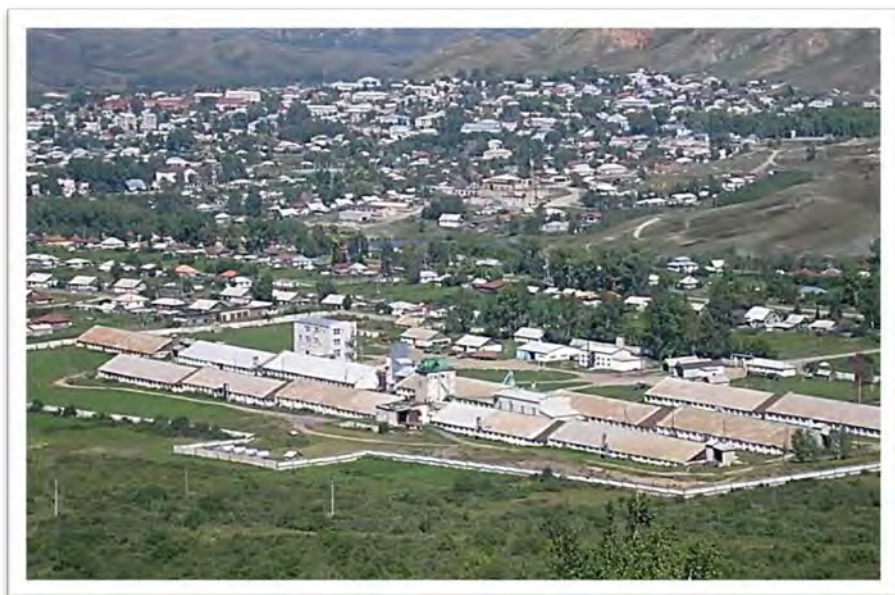
**Минеральные богатства Рудного Алтая. Змеиногорск, музей.**

**Глыба руды.** Снимок не может точно передавать цвета и блеск, но создаётся стойкое впечатление, что это именно сульфидная руда с металлическим блеском

*Известны минералы: висмутин! (радиальнолучистые конкреции), галенит, аргентит!, сфалерит! (частично сталактитовидный, обнаруживает триболюминесценцию), халькопирит, пирит, арсенопирит, тетраэдрит, штроейрит!, кварц, кальцит (кристаллы), анкерит, барит, шеелит. Гипергенные минералы: медь, серебро, электрум, золото, борнит, кераргирит, куприт (частично халькотрихит), тенорит, сурик, свинцовые охры, пиролюзит, манганит, лимонит, кальцит, малахит, азурит! (шаровые конкреции), аурихальцит!, смитсонит, церуссит, хризоколла, каламин, каолин (каменный мозг), барит, гипс, мелантерит, ярозит [3].*



*В самом узком смысле Рудный Алтай - это именно Кольванский хребет (а в самом широком - предгорья от Кузбасса до Восточного Казахстана).*



**Город Змеиногорск**





**Змеиногорск.** Здание постройки 1890 года по стилю напоминает архитектуру подобных же зданий Нижнего Тагила, Демидовской вотчины. Учитывая многочисленные связи с Уралом, в том числе, родственные – ничего удивительного.

**Змеиногорск.** Первые экспедиции в поисках медных руд и серебра приходили на Колывань ещё в 17 веке. В 1723 году земли в предгорьях Рудного Алтая были переданы в собственность Демидовых как Колывано-Воскресенский горный округ. В 1726 году заработал Колыванский завод. Залежи медных руд с высоким содержанием серебра на Змеиной горе нашли в 1736 году, в 1737 – заработал [рудник](#), в 1744 - [Барнаульский завод](#).

Со смертью Акинфия Демидова в 1745 году Рудный Алтай перешёл в собственность лично государя-императора, под управление [Кабинета Его Величества](#) – с уже работающими рудниками и заводами.

За 20 лет производство серебра выросло с 44 до 1300 (!) пудов в год. На Оби и Томи появились десятки заводов, рудников и смежных предприятий вроде шлифовальных мельниц - камнерезных фабрик. "Центр тяжести" Рудного Алтая в период его расцвета приходился на нынешние Алтайский край и Кемеровскую область, но всё же богатейшие рудники обнаружили ближе к Иртышу.

Здесь добывалась примерно половина алтайского серебра, которое стало основной базой [Барнаульского завода](#). Свой завод был и в Змеиногорске.

*Основным предприятием Змеиногорска всегда был рудник, в 1790-1800-х годах сильно модернизированный. Пик его добычи пришёлся на 1817 год, здесь бывали многие исследователи из числа вошедших в историю - Гумбольдт, Гмелин, Брем, Паллас... В целом же вся Змеиная гора пронизана выработками.*



**Змеиногорск. Зброшеный карьер и вход в старинную Екатерининскую шахту**

*С середины XIX века начался кризис: руды истощились, крепостное право отменили - уральская и сибирская металлургия пришла в глубокий упадок. В 1871 году закрылся рудник, а в 1893 - и завод. Змеиногорск впал в забвение, став второстепенным купеческим городком. Сереброплавильные заводы закрылись.*



**Минеральные богатства Рудного Алтая. Змеиногорск, музей.**  
**Самый крупный образец – калканская яшма Ревнёвского месторождения, расположенного в пределах прямой видимости от Змеиногорска. Из такой яшмы вырезана установленная в Государственном Эрмитаже самая большая в мире ваза, «Царица Ваз».**



**Ревнёвское месторождение яшмы**



В настоящее время Змеиногорск – полузаброшенный посёлок, в котором около 10 тыс. жителей, и нет даже железной дороги.

К разработке рудников возвращались дважды: в 1930-57 годах на бывшей Змеиной горе добывали **барит**, а в последние годы (ок.2011?) в окрестностях города заложено несколько небольших полиметаллических шахт<sup>1</sup>.



Жёлтые прожилки, по мнению источника – барит, красные – не определены (сурик?)

По материалам источника – Змеиногорск. Край забытых рудников

<https://varandej.livejournal.com/411964.html>.

Из заключения Геологоразведка Заводской партии 1955-1959 гг., под руководством А.М. Мытникова по Змеиногорскому месторождению:

- Имеет ранее не вскрытое рудное тело к югу от Большого разноса. Его запасы не значительны.
- В Северо-западном направлении Змеиногорского месторождения вскрыты запасы, залегающие не глубоко, но расположенные в приделах черты города, что затруднит их выемку.

**Запасы всех рудных тел определяются:**

цинк	свинец	медь	серебро	золото
13,2т тонн	10,9т. тонн	2т тонн	5445 кг	58,9 кг

Вывод геологоразведки, гласит, что: « совокупность имеющихся по месторождению данных не позволяет рассчитывать на серьезное увеличение его масштабов и, следовательно, промышленной значимости месторождения» .

**Источник – по запросу «Змеиногорское месторождение»,**

<http://webmineral.ru/deposits/>

<sup>1</sup> По сведениям автора-неспециалиста. На других сайтах официального подтверждения этой информации не нашёл (П.М. Клоков)

**Риддер – город Восточного Казахстана**

**Риддер.** В 1786 году у подножья Ивановского хребта в Змеиногорском уезде горный офицер [Филипп Риддер](#) разведал крупное свинцово-цинковое месторождение. Вскоре туда подогнали приписных крестьян, староверов и каторжников, и Риддерский рудник заработал на полную мощность.

**Риддер-Сокольное месторождение**



**Риддер-Андреевский карьер**



**Риддер – Горно-обогатительный комбинат**

Конец всей Алтайской индустрии XIX века был стремительным и бесславным: что Горнозаводской Урал, что Рудный Алтай "проспали" паровую революцию, и, хотя строительство новых рудников, плотин и заводов полным ходом велось и в первой половине XIX века, вододействующая русская промышленность уже не могла конкурировать с передовыми английскими технологиями. К середине века инерция кончилась, и Рудный Алтай являл собой жалкое зрелище, работая по последнему слову техники времён Екатерины II. Как-то выживало это всё лишь за счёт даже не дешевизны, а подневольности рабочей силы. С отменой крепостного права власти посчитали, сколько придётся платить наёмными рабочим и решили, что проще всё это похоронить. Рудники и заводы Алтая начали закрываться один за другим, и к концу XIX века Алтай был практически деиндустриализован. Барнаул или Змеиногорск, Салаир или Сузун как металлургические центры уже не смогли возродиться.

А вот Южным Алтаем на волне промышленного бума рубежа XIX-XX веков заинтересовались иностранные инвесторы. В 1903 году Риддерский рудник пыталась возродить австрийская фирма "Thurn und Taxis", но фактически её хватило лишь до 1907 года. В 1911 царское правительство официально расторгло с ней договор, передав Риддерск вездесущему британцу [Лесли Уркварту](#), самым известным детищем которого был Карабаш. При Уркварте дела на Риддерском руднике в прямом и переносном смысле пошли в гору, а вскоре случилась революция, и индустриализацию перехватили Советы.

В годы войны здесь было добыто 80% советского свинца, то есть большинство пуль и снарядов, выпущенных по врагам, "прилетели" отсюда.

Из села Риддерского в 1927 году был образован рабочий посёлок Риддер, в 1934 году он стал городом, а в 1941 году, по вполне понятным причинам, был переименован в Лениногорск. Лениногорском он и остался в памяти многих, и хотя название Риддер звучнее, короче и проще для казахского уха, на Алтае многие называют его по старинке. Вновь Риддером город стал в 2002 году, и так долго с переименованием тянули потому, что были и другие варианты...

Бывший Лениногорск - город по своему облику советский, но даже после Усть-Каменогорска он впечатляет тотальным преобладанием славянских лиц.

Источник: <https://varandej.livejournal.com/906059.html>

## **Дальнегорск**

Основан в 1897 году как горняцкий посёлок **Тетюхе** (от китайского долина диких кабанов) после экспедиции под руководством горного инженера С. В. Масленникова, которая в 1897 году обнаружила в отрогах Сихотэ-Алиня месторождение свинцово-цинковых руд. На базе месторождения было создано горнопромышленное общество, занявшееся его разработкой.

В 1930 году получил статус рабочего посёлка. К 1941 г. Сихотэ-Алинский полиметаллический комбинат представлял собой уже сложное предприятие с законченным циклом производства олова. В 1965 г. открылся Приморский горнохимический комбинат, переименованный впоследствии в производственное объединение «Бор».

В 1972 году переименован в Дальнегорск в рамках кампании по переименованию советских поселений, имеющих китайские названия.

Статус города присвоен в 1989 году. В 1997 году Дальнегорск становится городом краевого значения.

### **Географическое положение**

Дальнегорск удалён от Владивостока на 535 км, является самым восточным, самым высокогорным (180—804 метров над уровнем моря) городом в Приморье. Расположен в восточных отрогах горной системы Сихотэ-Алинь, в долине реки Рудная, в 35 км от побережья Японского моря.

Месторождения Дальнегорского рудного поля (Верхнее, Первое Советское, Партизанское, Николаевское) являются примером месторождений скарнового типа с низкотемпературной сульфидной минерализацией. Все они сходны по геологическому положению, морфологии рудных тел и минеральному составу. Сульфидно-скарновые тела располагаются в известняках в зоне их тектонического контакта с вулканическими и вулканогенно-осадочными образованиями: кварцевыми порфирами, андезитами, туфами и туфобрекчиями риолитов. Рудные тела представлены трубо и жилообразными ветвящимися залежами.

Дальнегорские полиметаллические месторождения заслуженно считаются уникальными по богатству, разнообразию и красоте источниками коллекционных образцов минералов. Весьма ценятся коллекционерами всего мира друзья хорошо огранённых кристаллов сульфидов: сфалерита, галенита, халькопирита и пирротина, а также кальцита, флюорита, кварца и других минералов. На площади Дальнегорского рудного поля известны также и боросодержащие геденбергит-датолит-волластонитовые скарны, декоративные разности которых с концентрически-полосчатой текстурой сами по себе служат интересным поделочным и коллекционным материалом. В них также встречаются хорошо образованные кристаллы кальциевых силикоборатов (датолита, данбурита, аксинита) и апофиллита.









Дальнегорск - город



Один из Дальнегорских карьеров, снимок со спутника



Карьеры Дальнегорских рудников

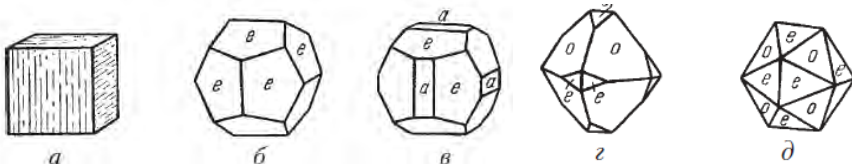
## ЗОЛОТО ДУРАКОВ - ЖЕЛЕЗНЫЙ КОЛЧЕДАН ( $\text{FeS}_2$ ) – Пирит



Классическая форма кристаллов пирита. Размер образца ~4 см.

На увеличенном снимке хорошо видны ступенчатые сколы.

Домашняя коллекция. Подобным камешком из коллекции деда, но чуть побольше, ~5 см, мы в детстве играли в огороде и на улице



Типичные формы кристаллов пирита (сингония кубическая):

а) куб, б) пентадодекаэдр, в) та же форма в комбинации с кубом, г) октаэдр, притуплённый гранями пентадодекаэдра, д) комбинация октаэдра с пентадодекаэдром, так называемый минеральный икосаэдр [1-стр.242].

**Пирит** - "серный колчедан", "железный колчедан". В агрегатах и при неспецифической форме кристаллов **пирит** внешне неотличим от **марказита** (диморфен, т.е. при одинаковом химическом составе они имеют разную кристаллическую форму).

**Состав** –  $\text{FeS}_2$  (Fe — 46,6%; S — 53,4%). Обычно содержит примеси Co, Ni, As, Cu, Au, Se и др. В медно-никелевой формации образуется по **пирротину**. **Свойства**. **Пирит** слабо растворим в  $\text{HNO}_3$  с выпадением осадка серы и не растворим в  $\text{HCl}$ . При нагревании приобретает магнитные свойства.

В случае окисления огромных масс пирита температура повышается до такого уровня, что происходит самовозгорание - так называемый **колчеданный пожар**.

Греческое название "камень, высекающий огонь" связано со свойством давать искры при ударе.

**Пирит** - самый распространённый минерал из класса сульфидов. Отличия других похожих минералов: **халькопирит** – меньшая твёрдость (3,5-4) и более интенсивный жёлтый цвет; **кобальтин** – меньшая твёрдость (3,5) и отсутствие жёлтого цвета; **пирротин** – меньшая твёрдость (3,5-4,5) и более тёмный цвет.

**Месторождения**. В России месторождения пирита расположены на Урале, на Алтае, в Закавказье, в Курской магнитной аномалии (Михайловский рудник и др.) и других районах.

**Применение**. Пирит применялся в качестве кремня для извлечения огня (огниво, кремнёвое огнестрельное оружие). В настоящее время служит основным сырьём для получения серной кислоты, серы и железного купороса. При рентабельности производства **пирит** является сырьём на имеющиеся примеси. Это один из основных источников получения **селена**.

Ценный коллекционный материал.

Минерал продолжают использовать в украшениях, часто при этом его неправильно называют **марказитом**. Во время наполеоновских войн данный минерал раздавали женщинам, которые отдавали свои ценные вещи на нужды армии. Сделанные из пирита украшения долгое время считались чем-то уникальным. Женщины носили их с огромным удовольствием.

(Так написано. На самом деле, как я знаю, многие женщины жалуются на раздражение кожи от изделий из пирита. Взаимодействуя с потом кожи, он может выделять сернистую или серную кислоту).

Индейцы государства инков из пирита делали зеркала. Не сосчитать, сколько индейцев было перебито безграмотными испанскими конкистадорами, принимавшими его за настоящее золото. Не менее половины груза галеонов составлял именно пирит, а не вожделенное золото. Это даже странно – **халькопирит** – медная руда - тоже похож, но его с золотом никто не путал, хотя **пирит** распространён гораздо шире. Может быть потому, что медь плавилась всегда, а пирит оставался камнем алхимиков вплоть до XIX века.

**Марказит** - это одна из полиморфных разновидностей природного сернистого железа. Устаревший синоним - "лучистый колчедан".

В незначительных количествах присутствуют примеси мышьяка, сурьмы, кобальта, таллия, висмута, меди.

Слабо растворим в **HCl**, и в **HNO<sub>3</sub>** - с большим трудом. На воздухе имеет тенденцию разлагаться (тем быстрее и интенсивнее, чем больше влажность воздуха) с образованием сульфатов железа и выделением **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, быстро разлагающей также сопутствующие ему сульфиды и карбонаты. В условиях недостатка кислорода при разрушении марказита может образовываться также **самородная сера**.

**Основные диагностические признаки.** В агрегатах и при неспецифической форме кристаллов марказит внешне неотличим от **пирита**, например, радиально-лучистая лепёшка или чёрные сажистые массы. Часто конкреции, предлагаемые коллекционерам как марказитовые, являются пиритовыми или смешанными (при этом марказит тяготеет к внешнему слою).

**Другие минералы, с которыми легко спутать марказит, отличаются от него следующими признаками:**

**халькопирит** – меньшей твёрдостью (3,5-4) и более ярким жёлтым цветом;

**кобальтин** – меньшей твёрдостью (3,5) и иной формой кристаллов (как у пирита);

**пирротин** – меньшей твёрдостью (3,5-4,5) и более тёмным цветом;

**золото** – меньшей твёрдостью (2,5-3) и жёлтым цветом черты.

**Происхождение.** Кристаллизуется из слабокислых растворов в восстановительных условиях, обычно при более низких температурах, чем пирит. Образуется в гидротермальных месторождениях вместе с **пиритом**, **халькопиритом**, **галенитом** и другими сульфидами; часто замещает пирит и **пирротин** в зоне окисления сульфидных руд. В осадочных породах распространён главным образом в виде конкреций в известняках, угленосных песчано-глинистых отложениях, в глинистых сланцах и в морских глинах.



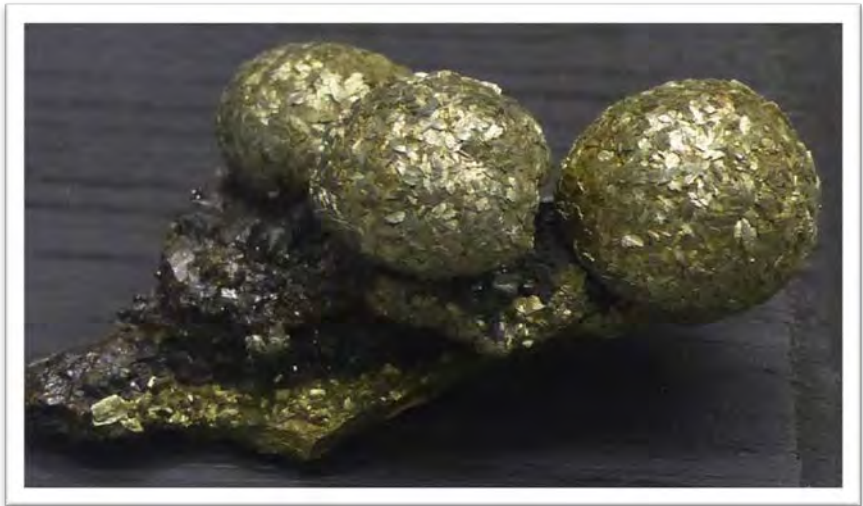


**Классическая форма марказита – сферолиты с радиально-лучистым строением**



**Марказит с радиальным строением сростка кристаллов, выросших на сферическое железное ядро. ~ 4-5 см. Из домашней коллекции деда**





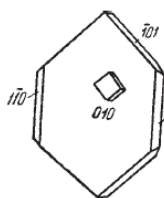
Марказит на сфалерите. Недавно в продаже появлялись подобные же «шарики», в которых в разрезе были замещённые сернистым железом моллюски – брахиоподы (трудно сказать, насколько древние)



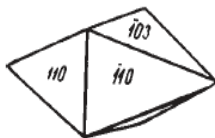
На снимке из Интернета образец тоже объявлен как марказит [2]

**Месторождения.** Встречается гораздо реже **пирита** и никогда не образует крупных месторождений в виде сплошных руд. В незначительных количествах широко распространён в осадочных породах во многих областях России, например угленосные отложения Подмосковского Буроугольного бассейна в Тульской обл. и Курьи-Каменское и Троице-Байновское месторождения глинистых отложений к востоку от Екатеринбурга. Из гидротермальных наибольшим количеством марказита отличается Блявинское месторождение (Оренбургская обл., Ю.Урал), где он находится в виде спорадически распространённых тонкокристаллических агрегатов в парагенезисе с **кварцем, пиритом, сфалеритом, халькопиритом, вуртцитом** [2].

**Кристаллы марказита различного габитуса [1, стр. 246]**



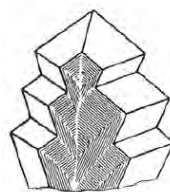
**Таблитчатый с вросшим кубиком пирита**



**Псевдо-Пирамидальный**



**Копьевидно-гребенчатый сросток двойников**



**Радиальный сросток копьевидных двойников (Грицово, тульская обл.)**

Судя по справочникам, в настоящее время название **марказит** довольно часто используется для **сростков кристаллов без явно выраженной специфической формы**. Однако профессионалы утверждают: главное отличие **марказита** от **пирита** в том, что он легче вступает в химическое взаимодействие с другими веществами, а потому легче и разрушается. Например, академик А.Е. Ферсман в книге «Занимательная минералогия» описывает случай, когда ему показали крысу, полностью замещённую сернистым железом **FeS<sub>2</sub>** (т.е. пиритом/марказитом). А в Нижнетагильском Музее Горно-Металлургического техникума им. Е.А. и М.Е. Черепановых хранился «железный» болт, снятый с какого-то оборудования – то ли рудничного, то ли металлургического. Он также был полностью замещён сернистым железом, однако по истечении нескольких лет просто рассыпался.

## СЕМЕЙСТВО ПИРРОТИНА

**Пирротин** – минерал, а точнее – целый ряд, **семейство** минералов, с обобщённой химической формулой  $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$ .

Основываясь только на формуле, можно сказать, что **пирит** является всего лишь одной из разновидностей **пирротина** при  $n = 1$ . И действительно, даже кристаллы похожи, только они у пирротина менее ярко выражены, более тёмные, окисленные, с цветами побежалости. **Часто присутствует на медно-никелевых месторождениях (а их-то у нас хватает!).**

**Химический состав**—переменный, содержание (в %): S— 36,4—40; Fe — 60—63,6; иногда отмечаются примеси **меди, никеля, кобальта**.

**Свойства.** Для пирротина отмечено несколько политипов, отличающихся химическим составом и кристаллографическими свойствами. Большинство из них термически устойчивы при температуре выше 300-350° С.

Кристаллы (таблитчатые, пластинчатые, столбчатые) встречаются значительно реже, чем плотные агрегаты (зернистые, сливные, иногда листоватые).

Кристаллы обычно сгруппированы в розетки. В наиболее распространённых разновидностях сингония моноклинная.

На воздухе темнеет. Обладает магнитными свойствами. Кристаллы и зёрна моноклинного пирротина — постоянные магниты. Хорошо проводит электричество. Сплавляется в чёрную массу. В кислотах растворяется плохо.

**Происхождение.** Пирротин встречается в магматических месторождениях с породами основного состава, несколько реже в гидротермальных месторождениях, скарнах, пегматитах.

Пирротин в сравнительно редких случаях является высокотемпературным минералом. Образование его, также как и пирита, зависит не столько от температуры, сколько от концентрации ионов серы в растворах: при высокой концентрации **S<sup>2-</sup>** железо выделяется в виде **FeS<sub>2</sub> (пирита)**, при пониженной в виде моносulfида - **FeS**. Пирротин распространен почти исключительно в эндогенных месторождениях и в различных генетических типах.

**Изменения.** На поздних стадиях гидротермального процесса при росте активности серы, пирротин замещается сначала метастабильным марказитом, а затем пиритом. При выветривании в зоне окисления он *является наиболее легко разлагающимся сульфидом*. Первоначально образуется сульфат закиси железа, который в присутствии кислорода переходит в сульфат окиси железа. Последний, кристаллизуясь, дает нерастворимые гидроокислы железа (лимонит) и свободную серную кислоту, переходящую в раствор.



По записям утверждается, что этот образец из коллекции деда – пирротин(?). Размер ~ 5 см. Однако ему более 100 лет, а как минеральный вид пирротин был описан в 1888 году, поэтому возможна ошибка атрибуции. Кроме того, учитывая, что пирротины химически не очень устойчивы, нельзя гарантировать, что за этот срок состав минерала и, возможно, внутренняя кристаллическая структура остались неизменными.



Два нижних снимка – для сравнения, из электронного каталога минералов [2]

**Применение.** Практическое значение пирротина не слишком существенное, хотя никелевый пирротин является важной рудой никеля. Как сырьё для производства серной кислоты пирротиновые руды значительно уступают пиритовым.

Минерал пирротин добывается в качестве составной части руды, 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 ( $\text{FeSO}_3$ ) применяется для консервирования дерева, как краситель шерсти, пигмент для изготовления женской косметики, включая губные помады и пудры, а также для изготовления крокуса ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Крокус используют как абразив при полировке зеркал, стёкол, мягких металлов, как катализатор в пиротехнике [2].

Заодно приведу ещё один пример, где в **пирите** сера замещена кислородом (См. пункт **Метаморфозы**). Увидел в продаже кубики, которые поначалу показались мне классическими кристаллами **пирита**. Достаточно крупные – **5 x 5 x 5 см**. Не удержался, купил пару. Но они оказались покрытыми (предположил, только сверху) коркой обычной железной руды, **лимонита**. Любопытная штука. Получается, что в пирите  $\text{FeS}_2$  почти все (?) атомы серы в результате каких-то реакций заместились на кислород, получился **лимонит**  $\text{FeO}_2$ . Это называется **псевдоморфозой лимонита по пириту**. Заинтересовался, **на какую глубину** прошло это замещение? Сошлифовал одну из граней, затем и вовсе разбил кубик молотком. Замещение прошло практически на всю глубину образца, и только кое-где были заметны тонкие латунно-желтые плёночки.



Псевдоморфоз лимонита по пириту, ~5см. Покупной образец из личной коллекции. Справа – осколок такого же кубика. Ступенчатый излом, характерный для пирита, в кубиках лимонита полностью отсутствует

## Никелевые руды

В моей коллекции никелевых руд нет, и даже включать их в записки не входило в мои планы.

Однако в семейной коллекции есть сохранившийся от деда образец **пирротина (?)**, который близок по составу к **пириту и** почти всегда сопутствует медно-никелевым рудам. С другой стороны, в окрестностях Нижнего Тагила никель всё-таки есть. **Голубые озёра**, о которых я писал в заметках о **кварце [6]** – это затопленные карьеры, где добывались именно руды никеля. Может быть, они не так богаты, как месторождения Норильска или Кольского полуострова, но, насколько могу судить, вмещающие породы по своему составу тоже подходят под описание. Кроме того, руды никеля практически всегда встречаются совместно с медными, а уж их-то у нас много. Чаще всего и говорят о медно-никелевых рудах.

Отсутствие таких образцов у меня вовсе не означает, что их нет в наших краях. Может, я просто плохо смотрел, или не знал, что искать, или спутал эту руду с обычным когда-то для наших мест **халькопиритом**? И вдруг кому-то повезёт?

Руды никеля относятся к **семейству пирротина**. В первую очередь это **пентландит** – главная руда на никель. Кроме него, в семейство включают **никелин** – вторую по значимости руду, а также довольно редкий минерал **миллерит**.

Вообще-то **никелин** не является сульфидом, это соединения никеля и мышьяка (**As**) – **арсенид**. Группа минералов-арсенидов во многом схожа с сульфидами, мышьяк в этих соединениях выполняет ту же роль, что и сера. В ряде минералов они присутствуют в атомной решётке одновременно. Подобными же свойствами обладают элементы селен (**Se**) и **теллур (Te)**, их соединения называют соответственно **селенидами** и **теллуридами**, однако они менее распространены. Кстати, в рассмотренных нами ранее минералах **реальгаре и аурипигменте** мышьяк и сера почти равноправны, и если атомы мышьяка заменить на атомы серы, получим обычную **самородную серу**.



**Пентландит —  $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ .** Синоним: железоникелевый колчедан.

Пентландитсодержащие руды являются главным источником выплавляемого никеля. Около 90 % мировой продукции никеля извлекается из медно-никелевых сульфидных руд. Кроме никеля из этих руд извлекаются также **кобальт, медь, серебро, металлы платиновой группы** и в небольших количествах **селен и теллур**.

**Месторождения.** На территории России известны крупнейшие залежи пентландитсодержащих медно-сульфидных руд в *Норильске, Мончегорске* и в *Печенге (Мурманская область)*.

**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 пирротин и халькопирит, чтобы получить уверенность в том, что при тщательном микроскопическом изучении может быть обнаружен и **пентландит**, имеющий важное промышленное значение. В небольших количествах встречаются также **магнетит и минералы платины**.

В зоне окисления за счет никелевых сульфидов образуется легко растворимый в воде сульфат никеля, нередко наблюдаемый в пустотах и на стенках выработок в виде бледно-зеленых сталактитов и кристаллических корочек состава  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (*моренозит*) или  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (*рётгерсит*).

**Химический состав** непостоянный. Соотношение между **Fe** и **Ni** обычно 1 : 1. Постоянно присутствует кобальт в количестве от 0,4 до 2,5 % (иногда больше) в виде изоморфной примеси к никелю, иногда — серебро.

В хорошо образованных кристаллах в природе до сих пор не был встречен. В виде неправильной формы зерен и включений распространен в пирротиновых рудах магматических месторождений типа Норильска.

**Цвет** пентландита бронзово-желтый до серого, несколько светлее, чем пирротина. **Черта** зеленовато-черная. **Блеск** металлический.

**Твердость** 3–4. Хрупок. **Спайность** совершенная по октаэдру, излом ступенчатый.

**Уд. вес** 4,5–5. **Прочие свойства.** Магнитностью не обладает. Хороший проводник электричества.



**Пентландит, снимок из электронного каталога минералов [2].**

Стоит обратить внимание, как он на снимке внешне похож на халькопирит, да и на месторождениях эти минералы часто сопутствуют друг другу. На сайте Интернет-магазина [Mineralmarket.ru](http://Mineralmarket.ru) предлагается приобрести подобные образцы как **Халькопирит-пентландит**

**Диагностические признаки.** Макроскопически установить пентландит крайне трудно, так как он обычно встречается в виде мельчайших выделений среди пирротиновой массы. Лишь крупные зерна можно узнать по несколько более светлому оттенку по сравнению с пиротином и по хорошо выраженной спайности.

**П.п.тр.** сплавляется в черный магнитный шарик.

**HNO<sub>3</sub>** растворяет его, окрашиваясь в зеленый цвет. Прибавление **NH<sub>4</sub>OH** вызывает выпадение бурого осадка гидроокиси железа.

**Никелин — NiAs.** Синоним: красный никелевый колчедан.

При значительных запасах может являться важной промышленной рудой.

**Происхождение и месторождения.** Чаще всего встречается в *гидротермальных* жильных месторождениях, иногда в значительных количествах в виде вкрапленности или сплошных масс. В парагенезисе с ним встречаются диарсениды никеля — **хлоантит, раммельсбергит, иногда самородный висмут, самородное серебро** и др.

В процессе выветривания за счет никелина образуется ярко-зеленый минерал **аннабергит — Ni<sub>3</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O.**

**Химический состав.** Ni — 43,9 %; As — 56,1 %. Примеси: Fe (до 2,7 %), S (до 5 %), иногда Sb и Co.



**Никелин, снимок из электронного каталога минералов [2].**

**Облик кристаллов.** Кристаллы встречаются очень редко, притом в неясно образованных формах. Обычно встречается в сплошных массах, иногда в почковидных, дендритовых и других формах.

**Цвет** никелина бледный медно-красный с желтоватым оттенком.

**Черта** буровато-черная. **Блеск** металлический.

**Твердость** 5. Хрупок. **Спайность** несовершенная.

**Уд. Вес** 7,6–7,8. Хороший проводник электричества.

**Диагностические признаки.**

Весьма характерны бледный медно-красный цвет, металлический блеск и относительно высокая твердость, а также налеты зеленых охр **аннабергита**.

**П.п.тр.** на угле плавится в блестящий хрупкий королек, причем издает сильный чесночный запах. Раствор в **HNO<sub>3</sub>** имеет яблочно-зеленый цвет, от прибавления аммиака раствор становится голубым.

**Миллерит — NiS.** Синоним: волосистый колчедан.



Один из наиболее богатых никелем минералов, представляет несомненный интерес для промышленности цветных металлов даже в тех случаях, когда наблюдается редко вкрапленным в породе или руде, особенно если находится в ассоциации с другими никелевыми или кобальтовыми минералами.

**Химический состав.** Ni — 64,7 %, S — 35,3 %.

Из примесей присутствуют Fe (до 1–2 %), Co (до 0,5 %), Cu (до 1 %).

**Происхождение и месторождения.** Принадлежит к числу сравнительно редко встречающихся в природе минералов и в большинстве случаев является типичным образованием гидротермального происхождения.

Иногда встречается в месторождениях медно-никелевых сульфидных руд как позднейший гидротермальный минерал, развивающийся за счет пентландита, в частности — в месторождениях *Норильской* группы.

В типичных жильных гидротермальных месторождениях скопления его наблюдаются в ассоциации с другими никелевыми и кобальтовыми минералами, представленными главным образом сернистыми и мышьяковистыми соединениями. В этих случаях наблюдается в лучистых агрегатах в парагенезисе с галенитом, флюоритом, кальцитом, кварцем и др.

На территории России минералогическое значение имеют находки в районе *Березовского* золоторудного месторождения на Урале в виде лучистых или сноповидных агрегатов в тонких карбонатных жилках среди лиственитов.

Игольчатые кристаллы и их пучки с Cr-хлоритами и кальцитом находятся в пустотах минерализованных уваровитом трещин альпийского типа в сплошных хромитовых рудах *Сарановского* месторождения на Северном Урале (Пермский край).

**Сингония** тригональная.

**Кристаллическая структура** отлична от структуры пирротина и очень сложная.

**Облик кристаллов.** Обычно кристаллы имеют игольчатую форму с грубой продольной штриховкой.

**Агрегаты.** Часто встречается в радиально-лучистых, волосистых агрегатах. По этому признаку и назывался раньше волосистым колчеданом.

**Цвет** миллерита латунно-желтый, иногда с радужной побежалостью.

**Черта** зеленовато-черная. **Блеск** сильный металлический.

**Твердость** 3–4. Хрупок. Волосистые кристаллы несколько упруги.

**Спайность** совершенная.

**Уд. вес** 5,2–5,6.

**Прочие свойства.** Хороший проводник электричества

**Диагностические признаки.** Очень характерны часто встречающиеся игольчатые формы и радиально-лучистые агрегаты латунно-желтого цвета. В тех случаях, когда он встречается в неправильной формы зернах или массах, без проверки химическим путем содержания в нем никеля и серы определить его бывает очень трудно.

В **ННОЗ** и царской водке растворяется, окрашивая раствор в зеленый цвет (в данном случае обусловленный никелем), выделяя серу.

Характерной особенностью сульфидных медно-никелевых месторождений всего мира является выдержанный минеральный состав руд: [пирротин](#), [пентландит](#), [халькопирит](#), [магнетит](#); кроме них в рудах встречаются [пирит](#), [кубанит](#), [полидимит](#), [никелин](#), [миллерит](#), [виоларит](#), минералы группы [платины](#), изредка [хромит](#), арсениды никеля и кобальта, [галенит](#), [сфалерит](#), [борнит](#), [макинавит](#), [валлерит](#), [графит](#), самородное [золото](#). Богатые руды (Ni более 1,5 %) могут идти в плавку без обогащения. Из медно-никелевых руд извлекают [медь](#), [никель](#), [кобальт](#), металлы группы платины, [золото](#), [серебро](#), [серу](#), [селен](#), [теллур](#)

Основные месторождения никеля общеизвестны, у всех на слуху – это Норильское почти в устье Енисея, и лишь чуть менее знаменитые – Мончегорское и на р. Печенга – в Мурманской области.

ГМК «Норникель» — крупнейшая в [России](#) и одна из крупнейших в мире компаний по производству драгоценных и цветных металлов. В концерн были включены [Норильский комбинат](#), комбинаты [«Печенганикель»](#) и [«Североникель»](#), [Оленегорский механический завод](#), и др.

На его долю (от мировой) приходится 40 % [палладия](#) (первое место в мире по объёму производства),

12 % [никеля](#) (второе место в мире по объёму производства в 2016 году,

11 % [платины](#), 5 % [кобальта](#) (кобальтовый концентрат), 2 % [меди](#).

На отечественном рынке на долю ГМК «Норникель» приходится 100 % [платины](#), 96 % [никеля](#), 95 % [кобальта](#), 55 % [меди](#).

«Норникель» находится в числе ведущих промышленных компаний России — 2,4 % российского экспорта приходится на предприятия ГМК.

Доказанные запасы меди и никеля на таймырских месторождениях компании составили (на 31 декабря [2004 года](#)):

8,8 млн т меди, 5,2 млн т никеля, 1994 т палладия, 512 т платины.

**Источник:** <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C>



Мончегорск – примерно в середине нижней половины карты. Недалеко расположены населённые пункты и рудники Оленегорск, Апатиты, Кировск... Большинство населённых пунктов Мурманской области связаны с рудниками. Посёлок Печенга – на самом севере, недалеко от границы, на берегу моря.

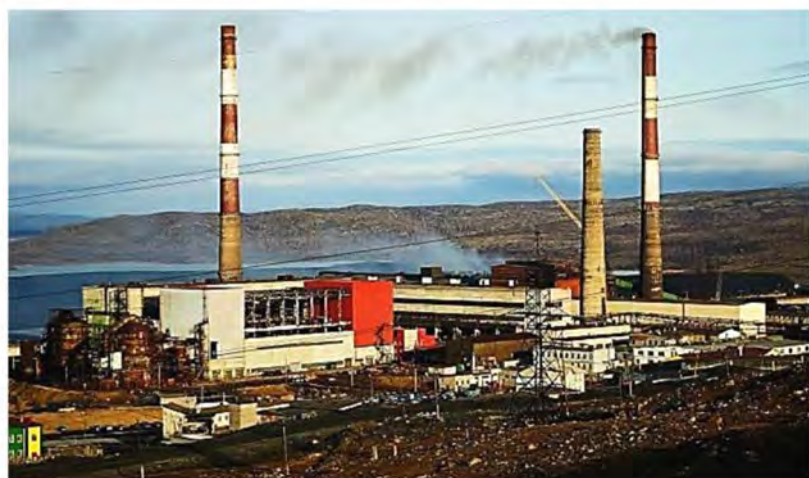


Город Мончегорск

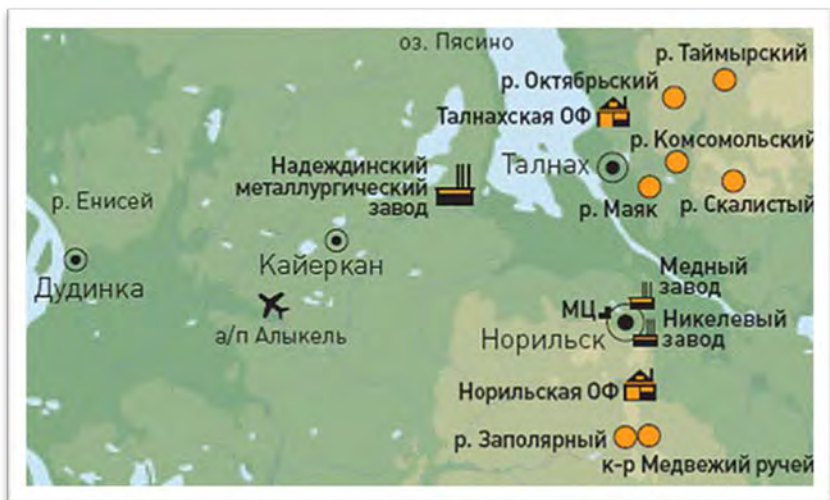




**Посёлок Печенга**



**Комбинат Печенганикель**



Норильск – Дудинка, одно из крупнейших месторождений медно-никелевых руд. Компания «Норникель», наверное, у всех на слуху.



Норильский металлургический комбинат

**АРСЕНОПИРИТ ( $\text{FeAsS}$ ) – МЫШЬЯКОВЫЙ КОЛЧЕДАН**



**Арсенопирит (?) – сросток кристаллов**

Сросток кристаллов, похожих на пирит, я купил просто потому, что они мне понравились. Сначала предположил, что это именно **пирит**. Но меня поправили – **арсенопирит** (правда, не указали, с какого месторождения). Вполне вероятно. Моя ошибка неувидительна, они очень похожи, просто один из двух атомов серы **S** замещается мышьяком **As** (или мышьяк серой).

**Арсенопирит (FeAsS – мышьяковый колчедан)**. Из формулы видно, что В этом минерале один атом серы замещён атомом мышьяка. Видимо, эта реакция очень простая и в природе идёт достаточно быстро и легко. Поэтому в природе эти минералы очень часто соседствуют, сопутствуют друг другу (но не знаю, идёт ли эта реакция только в одном направлении, или может идти в обоих). Кристаллы похожи и, когда они не очень резко выражены, их легко спутать. Видимое отличие - кристаллы **арсенопирита** светлее, почти оловянно-белые, в отличие от латунно-жёлтых кристаллов **пирита**. Ещё отличие – кристаллы **пирита** часто имеют кубическую форму, **арсенопирита** – ромбическую, короткостолбчатую. Но, когда кристаллы образованы не идеально, эти различия не всегда явно заметны. Насколько могу судить, в моём образце есть «кубики» и латунного цвета - обычного **пирита**, а также чёрные или тёмно-серые шестигранники, возможно, **сфалерита** или **галенита** – цинковой или свинцовой руд.

Главное – они и теоретически могут находиться рядом едва ли не в одном сростке кристаллов! И как тогда их уверенно определять без химического анализа?

Правда, утверждается, что при ударе по **арсенопириту** молотком ощущается запах чеснока (мышьяка). Ну, а если вы запах **не почувствовали**, говорит это о том, что у вас именно пирит, а не насморк? Или сила удара была маловата? И не жалко колотить кристаллы? Получается, без лаборатории определение минерала «на глазок» будет не очень надёжным.

В условиях, когда молекулы одного минерала довольно равномерно распределены среди молекул другого минерала, близкого по составу, даже химическая лаборатория мало помогает, необходим тщательный анализ кристаллической решётки. В самом деле, если в кубиках пирита **некоторые** угловые атомы серы замещены мышьяком, но не половина, а меньшая часть, и структура решётки в целом сохраняется – перестаёт ли этот минерал быть пиритом? И наоборот. И только в достаточно больших количествах, если

кристаллическая решётка существенно изменена вместе с химической формулой, можно с осторожностью говорить о другом минерале.

**Арсенопирит - мышьяковый колчедан, миспикель –  $\text{FeAsS}$  (Fe - 34,3%, As - 46,0%, S - 19,7%).** Обычно содержит примеси кобальта и никеля.

Образует изоморфный ряд: **арсенопирит (до 3% Co) - данаит (до 12% Co) - глаукоdot (больше 12% Co).** Относится к минералам гидротермального происхождения и является одним из наиболее распространенных минералов **мышьяка** в эндогенных месторождениях. В существенных количествах отмечается в золоторудных жильных и прожилково-вкрапленных месторождениях, где зачастую содержит микроворстки **золота**. Как минерал-спутник **арсенопирит** содержится в самых разнообразных гидротермальных месторождениях **олова, висмута, вольфрама, меди, свинца, цинка** и

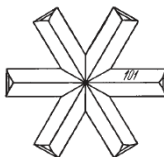
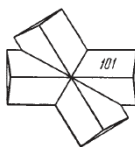
других. Характерные диагностические признаки **арсенопирита**: относительно высокая твёрдость, оловянно-белый цвет и формы кристаллов.

Хорошо образованные кристаллы обычно ромбические, короткостолчатые, шестоватые; характерна штриховка на

гранях, параллельная оси с.

Нередко наблюдаются крестообразные двойники и звездчатые тройники.

Отдельный кристалл, двойник и тройник **арсенопирита** [1, стр. 253-254].



При ударе молотком издает чесночный запах (из-за нахождения в нем мышьяка). Становится магнитным при нагревании. Растворим в  $\text{HNO}_3$  с выпадением серы и окиси мышьяка. Все соединения мышьяка ядовиты.

**Арсенопиритовые руды** - основное сырье для получения разнообразных соединений мышьяка, применяемых в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями, в лакокрасочной, кожевенной промышленности для удаления волос со шкур. Мышьяк применяют для легирования сплавов свинца, для синтеза полупроводниковых материалов [2].

В античности мышьяк применялся при выплавке бронзы. Долгое время было неясно, где для этого сплава добывали олово. Ближайшее месторождение находилось на Гебридских островах. Однако анализ бронзовых изделий Древней Греции и Рима показал, что вместо олова в них использовался более распространенный в виде **реальгара и аурипигмента** мышьяк.





Арсенопирит – снимки из Интернета. На них формы кристаллов очевидны, в отличие от моего образца спутать их с чем-то иным сложно.



Но уже эти образцы идентифицировать сложнее.  
Все снимки получены по запросу «Арсенопирит фото».



## СУЛЬФИДЫ МЕДИ



Образец породы, содержащей сульфиды меди и железа.

Рудник им. III Интернационала, г. Нижний Тагил. Личная коллекция

Если рассмотреть этот образец с увеличением, в нём можно увидеть, кроме халькопирита, и кубики пирита, и участки розоватого цвета – борнит, и синего – ковеллин, но основную массу занимает серый халькозин. Существуют месторождения, где основная масса представлена более часто встречающимся халькопиритом.

Точная диагностика основных представителей медных руд – **халькопирита, борнита, ковеллина и халькозина** иногда представляется довольно сложной даже с использованием химического анализа.

Различить, разделить медные руды порой почти невозможно. Если внимательно почитать их описания – они практически всегда сопутствуют друг другу, разве что в различных пропорциях.

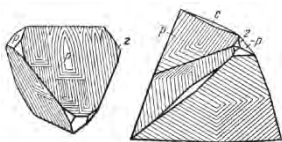
Если взять образец любого размера – хоть 1 куб. см, хоть 1 куб. мм – в нём найдётся некоторое количество молекул **халькозина и халькопирита**, поменьше – **борнита**, ещё меньше – **ковеллина**. Химические реакции между ними идут и на воздухе, и в глубине образцов. Это состояние называется **твёрдым раствором**.

Даже явный, казалось бы, образец **халькопирита** – золотисто-жёлтый, со временем часто обретал цвета побежалости – розовый, пурпурный – цвета **борнита**. А образец **борнита** с синеватыми оттенками, пролежавший у меня более 30 лет, окончательно принял красивый синий цвет с фиолетовыми оттенками, характерный цвет **ковеллина**<sup>1</sup>.

**Халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ )** - синоним: **медный колчедан**. Химический состав (**Cu** — 34,57%; **Fe** — 30,54%; **S** — 34,9%); могут отмечаться **примеси марганца, сурьмы, золота, серебра, селена** и др. .

**Сингония** — тетрагональная, тетрагонально-скаленоэдрический вид симметрии.

**Спайность** — несовершенная.



Встречается преимущественно в сплошных массах и в виде вкрапленников неправильной формы. Кристаллы наблюдаются редко. Известны также колломорфные образования в почковидных и гроздевидных формах.

**Тетраэдрический кристалл и двойник халькопирита**  
[1,рис. 222]

**Излом** раковистый, неровный.

**Цвет** латунно-желтый, часто с синей или пестрой побежалостью. **Черта** зеленовато-черная. **Блеск** металлический. **Прозрачность** - непрозрачен.

**Твердость** 3,5—4, довольно хрупок. **Плотность** 4,3.

**П.п.тр.** растрескиваясь, сплавляется в магнитный шарик. С содой на угле дает королек **меди**. В закрытой трубке обнаруживает возгон серы.

Растворяется в  **$\text{HNO}_3$**  с выделением серы (**S**). В  **$\text{HCl}$**  не растворяется. [2].

**Диагностические признаки.** Довольно легко узнается по характерному цвету, твердости, резко отличающейся от пирита, который в изломе часто бывает покрыт побежалостью, похожей на цвет халькопирита.

**Происхождение и месторождения.** В природе халькопирит может образовываться в различных условиях.

Как эндогенный спутник **пирротина** он часто встречается в месторождениях медно-никелевых сульфидных руд в основных изверженных породах.

Наиболее широко развит в типичных **гидротермальных** жильных 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.

При **экзогенных** процессах **халькопирит** образуется очень редко среди осадочных пород в условиях сероводородного брожения при разложении органических остатков и притоке меденосных растворов. Наблюдались явления замещения им древесины и

<sup>1</sup> Хотя у меня есть свои образцы халькопирита, здесь я привел снимки из Интернета, как более наглядные, показательные.

организмов (наряду с **халькозином** и **марказитом**). В процессе выветривания **халькопирит**, разрушаясь химически, дает сульфаты меди и железа. Растворимый сульфат меди при взаимодействии с **CO<sub>2</sub>** или с карбонатами в присутствии кислорода и воды образует **малахит** и **азурит**; с гидрозолями **SiO<sub>2</sub>** — **хризоколлу**. В условиях очень сухого климата в зоне окисления сохраняются также различные сульфаты меди, легко растворимые в просачивающихся поверхностных водах.

Псевдоморфозы по халькопириту, т. е. замещение его вторичными сульфидами меди — борнитом, халькозином и ковеллином, широко распространены в зонах вторичного сульфидного обогащения медных месторождений.

**Халькопирит** в качестве спутника в тех или иных количествах встречается почти во всех гидротермальных месторождениях самых различных сульфидных руд. В рудах многих месторождений он является существенной составной частью и имеет самостоятельное промышленное значение. На территории России и ближнего зарубежья мы имеем представителей всех генетических типов месторождений, в которых халькопирит является главным минералом меди.

На Урале широко распространены так называемые колчеданные залежи, приуроченные к толщам большей частью осадочных пород палеозойского возраста. Главным минералом (до 60–80 %) в рудах этих месторождений является пирит, с которым парагенетически связан халькопирит. К этому типу относится большая часть уральских месторождений.

В некоторых залежах халькопирит тесно ассоциирует со **сфалеритом**. Таковы месторождения *Сибайское, Карпушинское, Левихинские* и др.

К типу контактово-метасоматических месторождений в известняках относится группа *Турьинских* месторождений на Северном Урале и ряд месторождений *Минусинского* района на восточном склоне Кузнецкого Алатау (Хакасия). Халькопирит здесь обычно связан с **пиритом**, иногда с **пирротин**ом, **магнетитом** и другими минералами. Интересный тип месторождений представляют собой крупные по размерам *Удоканское* (Забайкалье) и *Джезказганское* месторождения (в западной части Центрального Казахстана). Здесь халькопирит совместно с **борнитом** и **халькозином** образует цемент в тонкозернистых песчаниках. Считали, что эти минералы образовались из гидротермальных растворов путем замещения известковистого цемента между песчинками кварца, однако результаты исследований последних лет приводят к предположению о первоначально осадочном их происхождении.

**Практическое значение.** Халькопиритсодержащие руды являются одним из главных источников меди. Промышленное содержание ее в таких рудах обычно колеблется в пределах 2–2,5 %. [1, стр.221-224.



Халькопирит, Дальнегорское месторождение. Фото из Интернета



Халькопирит (медный колчедан).





Борнит



**Борнит** - минерал, сульфид железа и меди. Синонимы: **медный пурпур, пёстрый медный колчедан**. Химический состав непостоянен. Теоретически, согласно химической формуле  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , он должен быть следующим: **Cu - 63,3 %, Fe - 11,2 %, S - 25,5 %**, но колеблется в значительных пределах, так как способен содержать в себе в виде твёрдых растворов халькопирит и халькозин. Из других химических примесей часто наблюдается **Ag**. Легко превращается в халькозин и ковеллин. В природных условиях образует ограниченные твердые растворы с **халькопиритом**, распадающиеся при понижении температуры. Этот процесс распада изучен экспериментальным путем.

**Сингония** кубическая. Кристаллы встречаются исключительно редко. Обычно наблюдается в сплошных массах и в виде вкраплений. Кристаллическая структура борнита представляет собой усложнённую кубическую плотноупакованную структуру. **Цвет** на свежем изломе между бронзово-жёлтым и медно-красным, с характерной красноватой, фиолетовой или синей побежалостью. **Черта** серовато-черная. Непрозрачен. **Блеск** металлический до полуметаллического.

**Твердость** 3. Сравнительно хрупок, но несколько более пластичен, чем **халькопирит**.

**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 ярко-синим побежалостям можно ошибочно принять за ковеллин (при царапании ножом можно убедиться в истинном цвете минерала).

**П.п.тр.** сплавляется в магнитный шарик, а с содой на угле дает королек меди.

В  $\text{HNO}_3$  разлагается с выделением всплывающей серы.

**Происхождение и месторождения.** Встречающийся в природе **борнит** имеет как эндогенное, так и экзогенное происхождение.

**Борнит эндогенного** происхождения встречается в некоторых *гидротермальных* месторождениях. В ряде случаев он содержит микроскопические, обычно пластинчатые включения **халькопирита**, являющиеся продуктом распада твердого раствора. С ним встречаются также **халькозин, галенит, сфалерит, пирит** и др.

На территории России **эндогенный борнит** в ассоциации с **халькозином** встречался в ряде колчеданных залежей Урала: Рудник им. III Интернационала, Дзержинское месторождение (Карабашская группа) и др.

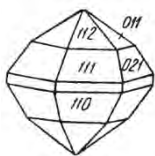
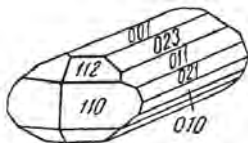
**Экзогенный борнит** бывает широко развит в *зонах вторичного сульфидного обогащения*. Как наиболее ранний вторичный сульфид он образуется, главным образом **за счет халькопирита**, в виде неправильных жилок, каемок или сплошных масс. Наблюдается во многих медносульфидных месторождениях, однако в значительных массах встречается редко. По сравнению с другими вторичными сульфидами меди является менее устойчивым, замещаясь более богатыми **медью халькозином и ковеллином**. При разложении в зоне окисления по борниту образуются кислородные соединения: **малахит, азурит**, реже **куприт** и др.

Широко распространён также в парагенезисе с **халькопиритом** в *Удоканском* месторождении (Забайкалье) и в *Джезказганском* меднорудном районе (Центральный Казахстан), в так называемых медистых песчаниках.

**Экзогенный борнит** в значительных количествах встречается в зонах вторичного сульфидного обогащения почти во всех медносульфидных месторождениях, особенно если выветривание происходит в условиях умеренного климата.

**Практическое значение.** Так как **борнит** по сравнению с **халькопиритом** является значительно более богатым медью минералом, то даже вкрапленные борнитовые руды при наличии крупных запасов могут представлять несомненный промышленный интерес. (1, стр.224-226)

**Халькозин ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ).** Химический состав (Cu - 79,8%, S - 20,2%); примеси: **серебро, кобальт, никель, мышьяк, золото.**



**Кристаллическая структура** очень сложная.

Кристаллы редкие толстотаблитчатые и короткостолбчатые. **Сингония** ромбическая.

**Кристаллы халькозина (Турьинские рудники, Урал)**

**Призматический**      **гексагональный**

**Спайность** весьма несовершенная. **Излом** раковистый, неровный.

**Агрегаты** сплошные, мелкозернистые.

**Цвет** свинцово-серый, с черноватым оттенком, иногда со стально-синей или черной побежалостью. Блеск сильный металлический. Непрозрачный. Черта блестящая темно-серая.

**Твердость.** 2,5—3. **Плотность.** 5,7—5,8.

**Плавится**, окрашивая пламя в синий цвет; на угле с содой дает королек меди.

Растворяется в  $\text{HNO}_3$  [2].

**Происхождение и месторождения.** В природе образуется как в эндогенных, так и в экзогенных условиях, но исключительно при низких температурах (ниже 91 °C).

Как **эндогенный минерал** он изредка встречается в некоторых *гидротермальных*, богатых медью и бедных серой сульфидных месторождениях. В парагенезисе с **халькозином** в этих случаях наблюдается чаще других **эндогенный борнит**. Таковы месторождения *Удоканское* (Забайкалье), *Джезказганское* (Казахстан и др.

Однако в главной массе **халькозин** образуется **экзогенным** путем в так называемых зонах вторичного сульфидного обогащения во всех медно-сульфидных месторождениях. Как и другие вторичные сульфиды меди, **халькозин** возникает при реакциях между первичными сульфидами и растворами сульфатов меди, просачивающимися из зоны окисления медных месторождений. Часто он развивается метасоматическим путем на месте **вторичного борнита**. Иногда он непосредственно замещает **первичный халькопирит**, в ряде случаев — **галенит, сфалерит** и другие сульфиды первичных руд. Известны случаи образования **халькозина** из меденосных растворов в **осадочных породах**, содержащих органические остатки, в виде псевдоморфоз с сохранением всех деталей строения этих остатков, главным образом древесины.



**Халькозин – отдельный кристалл**



**Мелкокристаллический агрегат халькозина с примесью халькопирита, борнита и ковеллина**



Ковеллин (?). Когда-то нижний образец по цвету был чисто синий, как на верхнем снимке, а ещё раньше синими были только пятна, а он был в большей степени пурпурный

В зоне кислородного выветривания халькозин неустойчив и, разрушаясь, переходит в **куприт (Cu<sub>2</sub>O)**, **малахит**, **азурит** и другие кислородные соединения. При неполном окислении нередко за счет халькозина образуется **самородная медь**.

Крупные месторождения халькозиновых руд сравнительно редки. В значительных количествах они образуются в низах мощных, хорошо проработанных поверхностными агентами зон окисления в богатых медью сульфидных месторождениях. В них халькозин как главный медный минерал слагает зоны вторичного сульфидного обогащения.

На территории России в больших сплошных массах халькозиновые руды в свое время добывались на *Турьинских* рудниках (Северный Урал). Там же встречались хорошо образованные кристаллы этого минерала, детально изученные акад. П. В. Еремеевым. Бедные вкрапленные халькозиновые руды установлены в крупных месторождениях *Коунрад* в Казахстане (к северу от оз. Балхаш) и *Алмалык* в Узбекистане (к югу от Ташкента). [1, стр.198-199].

**Ковеллин (CuS<sup>1</sup>)** - минерал, сульфид меди. Синоним: медное индиго. (Cu- 66,5%, S- 33,5%). Химическими анализами устанавливаются примеси Fe, реже Se, Ag и Pb. Легко узнается по индигово-синему цвету и низкой твердости.

**Сингония** гексагональная. Кристаллы встречаются чрезвычайно редко и имеют вид мелких тонких табличек. Структура, согласно рентгенометрическим данным, оказалась гораздо более сложной, чем это можно было ожидать исходя из простой химической формулы. Этим обеспечиваются необычные оптические свойства.

**Цвет** 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.

**Уд. вес** 4,59–4,67.

В горячей **HNO<sub>3</sub>** растворяется с выделением серы, раствор приобретает зеленый цвет. В поверхностных условиях **ковеллин** неустойчив, окисляясь, переходит в кислородные соединения **Cu (куприт, азурит, малахит)**. [2].

**Агрегаты.** Редко встречающиеся кристаллы имеют вид гексагональных пластинок. Обычно **ковеллин** наблюдается в виде тонких примазок ярко-синего цвета или синевато-черных порошковатых или сажистых масс.

**Диагностические признаки.** Легко узнается по ярко-синему цвету, низкой твердости и ассоциации с сульфидами меди.

**П.п.тр.** легко плавится, загораясь голубым пламенем и выделяя **SO<sub>2</sub>**. В отличие от **халькозина** в запаянной трубке дает возгон серы.

В горячей **HNO<sub>3</sub>** растворяется с выделением серы.

**Происхождение.** Является одним из характернейших **экзогенных минералов** зоны вторичного сульфидного обогащения в меднорудных месторождениях. Как правило, развивается метасоматическим путем на месте первичных и вторичных сульфидов

<sup>1</sup> Правильнее писать так: **Cu<sub>2</sub>S \* Cu·S<sub>2</sub>**



меди: халькопирита, борнита, халькозина и др. Часто замещает сфалерит и галенит.

Помимо образования метасоматическим путем, известны случаи самостоятельного отложения вдоль трещин в виде колломорфных образований или землистых масс.

**Ковеллин гидротермального происхождения** (т.е. эндогенный, первичный) в парагенезисе с **пиритом** крайне редок и встречается в небольших количествах. Как продукт деятельности фумарол наблюдался в лавах Везувия, где впервые описан, а также на Камчатке.

**Применение.** Самостоятельных месторождений не образует, но встречается, хотя бы в ничтожных или небольших количествах, буквально во всех месторождениях медносульфидных руд. **Ковеллино-халькозиновые** руды принадлежат к числу наиболее богатых. По сравнению с первичными **халькопиритовыми** рудами они при одной и той же степени вкрапленности дают вдвое более высокое содержание меди. [1, стр.226-229].

### **Месторождения – историко-географическая справка**

Когда Академик А.Г. Бетехтин в 1951 г. писал свой фундаментальный учебник по минералогии, он неоднократно упоминал хорошо известные на тот момент месторождения, в том числе уральские. Некоторые из них стали почти легендарными, на них ссылается огромное количество отечественных и зарубежных учёных. С другой стороны, к настоящему времени часть этих месторождений отработана и закрыта.

Так, отработаны и закрыты многие упоминавшиеся месторождения – на Алтае Змеиногорское, дававшее когда-то едва не половину Российского серебра, Нерчинское в Забайкалье, куда ссылали декабристов, и о котором почти невозможно найти информацию.

Уже в XX веке на Среднем Урале отработаны и закрыты – Турьинские рудники (г. Краснотурьинск), им. III Интернационала в Нижнем Тагиле, Карпушинский и Лёвихинский рудники и ряд других. Тем не менее, я решил привести справку и по ним.

На Южном Урале практически завершилась отработка Блявинского медно-колчеданного месторождения.

В то же время появились новые, которые в то время ещё не были разведаны либо на них ещё не начали работать горные и металлургические предприятия. При переизданиях учебника часть этих новых месторождений указана.

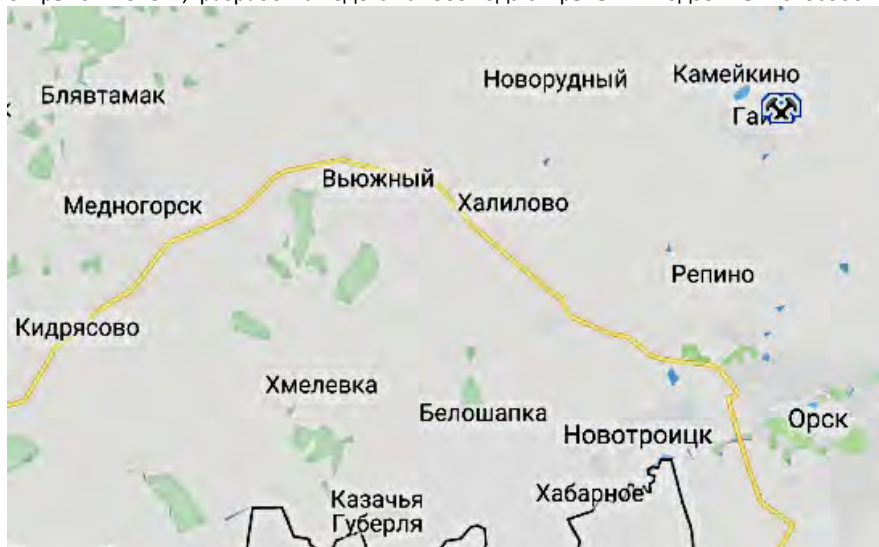
В первую очередь это месторождения Норильского рудного района. Небольшая справка по ним и фрагмент карты приведены при описании месторождений медно-никелевых руд. Расположенное там **Октябрьское месторождение** Талнахского рудного поля (п/о Таймыр) является одним из трёх крупнейших в мире.

На юге Оренбургской области разрабатывается также очень крупное Гайское месторождение, «принявшее эстафету» от Блявинского (г. Медногорск).

В Забайкалье разведано второе по запасам после Октябрьского Удоканское месторождение меди, где добыча ещё не начата.

**Гайское (Cu-Zn) месторождение, Гайский район, Оренбургская область, Урал Южный, Россия**

Крупное медно-колчеданное месторождение расположено в ближайших окрестностях города Гай, на водоразделе рек Елшанки и Колпачки, правых притоков реки Урал, открыто в 1949 г., разработка ведется с 1959 года открытым и подземным способом.



Все прошедшие после открытия годы оно продолжало разведываться и поэтому, несмотря на интенсивную эксплуатацию, запасы его растут. На 01.01.2012 запасы по месторождению составляли: меди - разведанные (категорий А+В+С1) - 4619,7 тыс. т, предварительно оценённые (категории С2) - 478,5 тыс. т (при среднем содержании меди в руде 1,3 %), цинка, соответственно, 1500 тыс. т и 200 тыс. т (содержание 0,52 %), серебра - 3613,9 т и 405,1 т (10,1 г/т), золота - 391,4 т и 41,1 т (1,1 г/т). По запасам меди Гайское месторождение является крупнейшим колчеданным месторождением России и бывшего СССР. Отличительной особенностью его являются весьма крупные запасы попутного золота.

Лицензией на разработку месторождения на 2014 год владело ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК). Предприятие в 2011 году добыло на месторождении: меди – 66,3 тыс. т, цинка – 25,3 тыс. т, серебра – 77,5 т, золота – 5,8 т. При металлургическом переделе кроме этих металлов производятся также кадмий, селен, теллур, галлий и висмут.

Гайское месторождение располагается в южной части западного крыла Магнитогорского мегасинклинария Южного Урала, приурочено к осевой части Гайской вулканокупольной структуры.

В осевой части вулканической постройки интенсивно проявились дорудные гидротермально-метасоматические процессы. Жерловая зона интенсивно измененных пород протягивается вдоль всей вулкано-купольной структуры в субмеридиональном направлении и круто падает на восток. Гидротермальным изменениям подверглись как породы жерловой и субвулканической фаций, так и вмещающие их вулканы нижней (рудовмещающей) толщи. Охарактеризованная зона гидротермально измененных пород представляет собой единую крупную рудную зону, заключающую практически все промышленное оруденение Гайского месторождения. В контурах рудной зоны... расположены многочисленные тела сплошных сульфидных руд, часто соединенные между собой зонами сульфидных вкрапленников, многие из которых имеют промышленное значение.

Всего на месторождении установлено свыше 50 рудных тел. Главное тело массивных и богатых руд («Стержневая линза»). Состав руд Гайского месторождения типичен для колчеданных месторождений Урала, хотя «Стержневая линза» характеризуется сравнительно более высокими содержаниями борнита, блеклых руд, теллуридов, барита, галенита и некоторых других минералов. Основные компоненты руд — медь, цинк, сера. Отношение  $Cu : Zn$  близко к 2 : 1.

В рудах месторождения установлено свыше 20 гипогенных рудных минералов. Главные из них — **пирит, халькопирит, сфалерит, блеклая руда и борнит**; в небольшом количестве присутствует **галенит**; из примесей **установлены самородное золото и серебро, теллуриды свинца и серебра, арсенопирит, пирротин, марказит, мельниковит-пирит** и др. Из нерудных наиболее широко распространены **кварц, кальцит, барит, серицит**, в меньшей мере хлорит, а также реликтовые минералы вмещающих пород. Рудные тела, выходящие на поверхность, подверглись интенсивному окислению до глубины 10—40 м с образованием зон бурых железняков, кварц-ярозитовых и кварц-пиритовых сыпучек, вторичных сульфидов. Зона вторичных сульфидов развита неравномерно распространяется в отдельных местах до глубины 100—120 м. Она отличается наличием **сажистых руд с халькозином и ковеллином**. Минералогические находки (согласно Евсееву А.А.): **бонаттит!; борнит!; гипс! - “розы”;** медь!; мелантерит!; пуатвенит; роценит!; халькантит!!; ярозит. Первая находка на Урале - цинкит.



Город Гай



Карьер Гайского ГОКа © Автор: Попов М.П.

**Медногорск, Блявинское медно-колчеданное месторождение**



**Карьер месторождения Блява**

<http://webmineral.ru/deposits/item.php?id=1857>



**Город Медногорск**



Блявинское медно-колчеданное месторождение было открыто в 1929 году. В 1933 году началось строительство медно-серного комбината. Управление строительства располагалось на ближайшей железнодорожной станции Блява, расположенной к юго-востоку от месторождения. С 1933 г. в окрестностях строящегося комбината стали возникать рабочие посёлки. В конце 1934 г. на участке между станцией Блява и месторождением был сооружён железнодорожный разъезд, в 1938 г. получивший название Медный, а посёлки возле него – «посёлки разъезда Медный». В 1939 году посёлки были преобразованы в город Медногорск. Пика развития Медногорск достиг в 1960-е и 1970-е годы, к началу 1965 года в Медногорске проживало 46,3 тысячи человек.

После исчерпания Блявинского месторождения и закрытия в 1971 г. рудника медно-серный комбинат (МСК) перешёл на привозное сырьё и стал планово-убыточным предприятием.

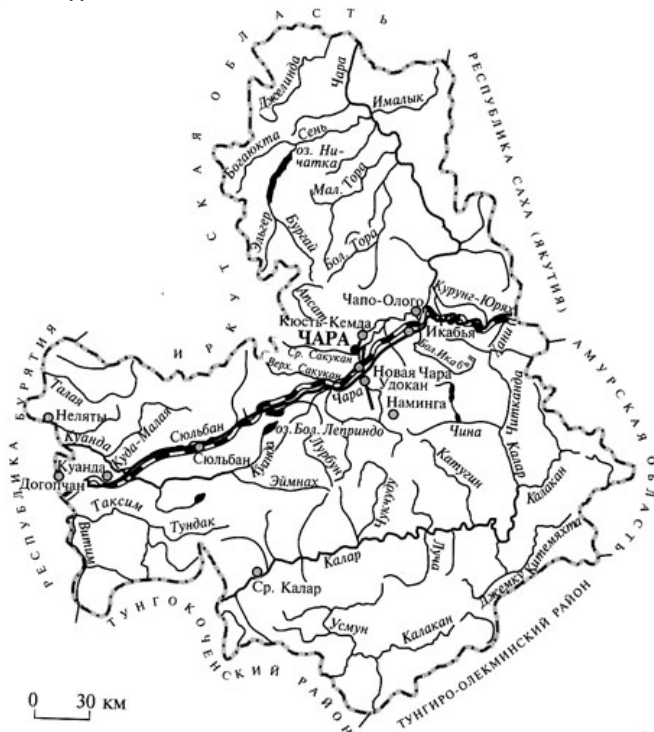
Это сильно повлияло на социально-экономическую и демографическую ситуацию в городе. Резко сократились объёмы капитального строительства, и практически прекратилось строительство жилья и объектов социальной сферы.

В начале 1990-х годов из-за резкого сокращения рынков сбыта резко сократилось количество рабочих мест, численность населения сократилась с 43,1 тыс. человек (1970) до 32,3 тыс. человек (2005)

Блявинское месторождение представляет собой крутопадающее линзовидное тело мощностью до 150 м, прослеженное до глубины 700 м. Колчеданная линза залегает между кварцевыми альбитофирами в лежачем боку и диабазами и спилитами в кровле. На месторождении развита мощная (до 300 м) кора выветривания и зона окисления. Добыча руды на месторождении прекращена ещё в конце 1970-х гг., но вплоть до конца 1980-х осуществлялось гидрометаллургическое извлечение меди.

**Минералы:** Авдонинит, Алуноген, Алюминит, Англезит, Атакамит, **Барит**, Бассанит, Бромаргирит, Бутит, Вюртцит, **Галенит**, **Гипс**, Госларит, Дестинезит, Кальцит, Кафегидроцианит, Кварц, Халцедон, Квасцы-(К), **Ковеллин**, Копиапит, Купрокопиапит, **Марказит**, Мелантерит, Метаалюминит, Натроалунит, Натрояррозит, Опал, **Пирит**, **Пирротин**, Ремерит, **Сера**, Скородит, Славикит, Ссомольнокит, Сфалерит, Фиброферрит, Халькантиг, **Халькозин**, **Халькопирит**, Халькосидерит, Алюмохалькосидерит, Хотсонит, Энаргит, Эпсомит

## Месторождение Удокан



Удоканское месторождение расположено в Северо-Восточном Забайкалье в 40 км к юго-востоку от административного центра села Чара, в 23 км к югу от станции БАМ Новая Чара<sup>1</sup>.

Открыто в 1949 году Лесной экспедицией Первого главного управления Министерства геологии СССР. На 01.01.2012 года балансовые запасы по месторождению составляли: меди: разведанные (категорий A+B+C1) – 14434,6 тыс. т, при среднем содержании её в рудах 1,56 %, предварительно оценённые (C2) – 5519,6 тыс. т; серебра: кат. ABC1 – 7345,5 т (10 г/т), кат. C2 – 4555,1 т. На 01.01.2012 года Удоканское являлось вторым месторождением России по запасам меди (после Октябрьского<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> На реке Чара в середине 60-х годов XX в. открыто единственное в мире месторождение уникального декоративно-поделочного камня – чароита. К настоящему времени запасы этого минерала значительно сократились, новые месторождения не найдены

<sup>2</sup> Талнахское рудное поле, Норильский рудный район, п/о Таймыр

В 2014 году лицензией на разработку месторождения обладало ООО «Байкальская горная компания» (структура холдинга «Металлоинвест»). В 2014 г. согласно лицензионному соглашению компания на месторождении должна была добыть не менее 12 млн. т руды (187 тыс. т меди), а в 2016 году – 36 млн. т (562 тыс. т меди). Однако, по имеющимся данным, строительство предприятия не начато, начало строительства перенесено на 2019 год.

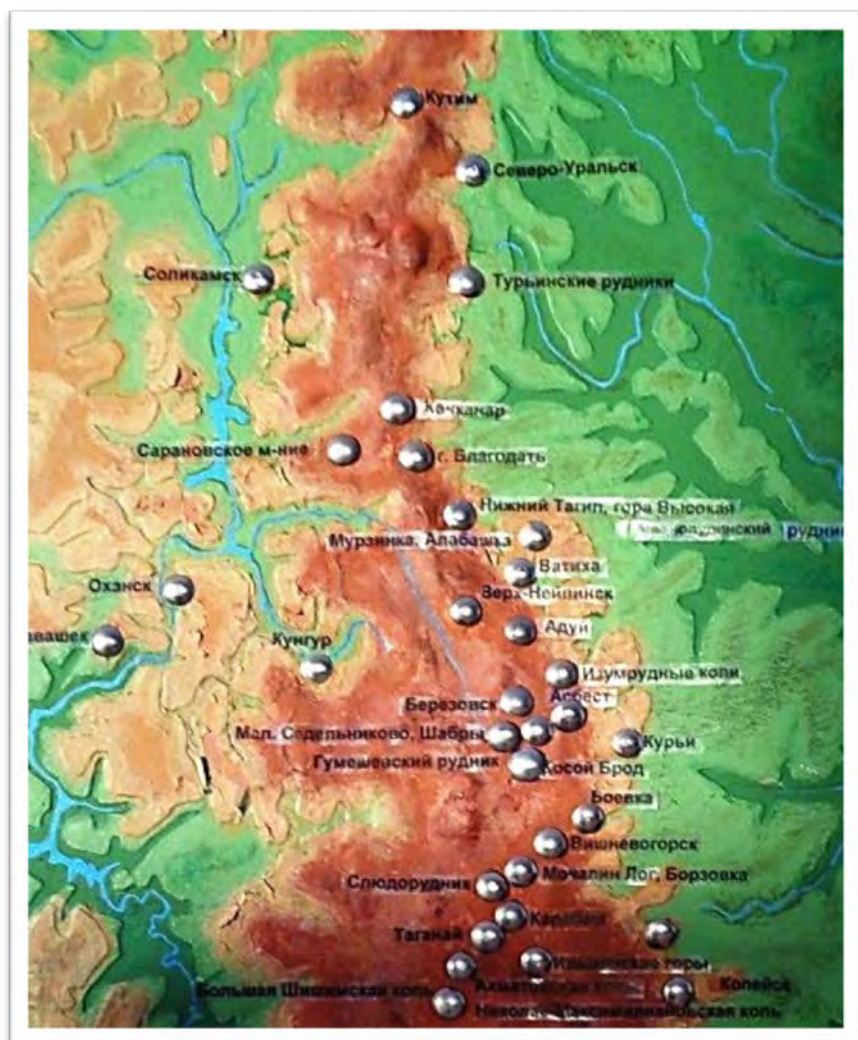
Ввод в эксплуатацию первой очереди комбината намечен на 2022 год.

<https://gold.1prime.ru/news/20180905/277359.html>

ПРАЙМ ЗОЛОТО — Вестник золотопромышленника © 2005-2019 ПРАЙМ. Все права защищены



Главные первичные минералы руд - **халькозин, борнит, магнетит**, второстепенные - **халькопирит, пирит**, ильменит. Редкие минералы многочисленны: **самородное серебро**, аргентит, штрומейерит, **золото**, валлериит, идаит, **блеклые руды**, **молибденит, сфалерит, галенит**, виттихенит, **пентландит, кобальтин, арсенопирит, киноварь** и др. Выделяются пирит-халькопиритовые, халькопирит-борнитовые и борнит-халькопиритовые руды. На месторождении развита зона окисления глубиной 10-20 м, однако окисленные руды вскрываются в отдельных случаях на глубинах 200-500 м. Основные минералы окисленных руд - **малахит, брошантит, ковеллин, халькозин, гидроокислы железа**, присутствуют также **борнит, халькопирит, хризоколла, самородная медь** и другие.



Карта месторождений Урала. Понятно, что на ней указаны далеко не все месторождения, что многие не имеют отношения к рассматриваемой теме, даже не все из них названы. Но всё же, даже мельком взглянув на эту карту, невольно начинаешь понимать богатство геологической провинции. И по названиям населённых пунктов или месторождений можно сориентироваться, где что расположено и чего следует закономерно ожидать по соседству. Турьинские рудники, город Краснотурьинск

Месторождения входят в состав Ауэрбахо-Турьинского поля железных и медных руд в скарнах, находящегося в районе г. Краснотурьинска, на реке Турье<sup>1</sup>.

В группе медных месторождений, сосредоточенной в северо-восточной полосе рудного поля, насчитывается около 15 месторождений и отдельных рудных тел. Среди них наиболее значительны Фроловское, Никитинское, Ново-Фроловское, Николо-Подгорное и Вадимо-Александровское месторождения. Фроловское месторождение является центральным в группе Турьинских медных рудников.

Главным рудообразующим минералом Турьинских рудников является **халькопирит**, ассоциирующий с **пиритом** и с более редкими **пирротин**ом, **сфалерит**ом, **галенит**ом, линнеитом, молибденитом, кубанитом, тетраэдритом, теннантитом, **антимонит**ом, герсдорфитом, шмальтином, хлоантитом, полидимитом, энаргитом, джемсонитом и фаматинитом; в комплексе с ними формировались хлорит, кальцит и кварц, замещающие более ранние гранат-пироксеновые породы. В зоне окисления Турьинских месторождений был развит колломорфный малахит.



**Халькопирит с борнитом. Турьинские рудники**

<sup>1</sup> Не путать с рекой Турой! Р. Турья – небольшая речка длиной 128 км, приток р. Сосьвы. Р. Тура – 1030 км, приток р. Тобола.





Турьинские рудники, заброшенная шахта. Судя по снимку, почти вся обрушенная порода – халькопирит, справа – с небольшими налётами малахитовой корочки



Дендритные выделения самородной меди в кальцитовом прожилке. Турьинские рудники, старинная добыча, конец XIX века. [3]



**Краснотурьинск, река Турья, Синие скалы**

Строительство первого медного [рудника](#) — Васильевского началось [6 октября 1758 года](#) на берегу реки [Турья](#). Кроме Васильевского, в скором времени, началось строительство и других рудников: Николаевского, Першинского, Суходойского, Фроловского. Все вместе эти рудники, а также горняцкий посёлок, образовавшийся на их базе, получили название «Турьинские рудники».

С 1800 года в районе разрабатывались месторождения железных руд, с 1823 года начата добыча золота (у Турьинских рудников была одна из самых богатых групп россыпей). В 1833 году была построена [узкоколейная железная дорога](#), соединившая рудник с Богословским заводом (ныне город [Карпинск](#)). В 1886 году вторая ветка узкоколейки соединила его с селением Филькино на р. Сосьве. Позже при постройке сталерельсового завода её соединили с площадкой на территории завода, ставшей позже станцией. От посёлка образовавшегося при строительстве вблизи завода, было положено начало городу названному Надеждинском (ныне город [Серов](#)).

Во время [Гражданской войны](#) был разрушен медеплавильный завод в Богословске, а медные рудники — затоплены. Их восстановление и реконструкция начались в 1930 году. В 1934 году заработал Фроловский, а позднее Башмаковский, Богословский, Никитский и Васильевский рудники. В 1930-х годах открыты месторождения огнеупорных глин.

В 1931 году было открыто месторождение [бокситов](#). 27 ноября 1940 года Главалюминием была утверждена площадка для строительства завода вблизи посёлка Турьинские рудники и дано ему название — [Богословский алюминиевый завод](#) (БАЗ). Сюда в первые месяцы [войны](#) было эвакуировано оборудование, демонтированное на [Тухвинском](#) глинозёмном, [Волховском](#) и [Днепропетровском](#) алюминиевых заводах. Первый алюминий Богословский завод дал 9 мая 1945 года.



**Город Краснотурынск, вид сверху**

27 ноября 1944 года посёлок Турынские рудники преобразован в город, которому было присвоено наименование Краснотурынск.

Фактически Краснотурынск и БАЗ созданы руками заключённых Богословлага — исправительного учреждения НКВД. Заключёнными были раскулаченные крестьяне и этнические немцы Поволжья, мобилизованные во время войны в трудовую армию. Смертность на строительстве была огромная: из пятнадцати тысяч немецких трудармейцев по самым минимальным оценкам погибли около 20 %<sup>[3]</sup>. В городе на берегу Краснотурынского водохранилища установлен памятник погибшим на строительстве этническим немцам.

1 февраля 1963 года Краснотурынск передан в областное подчинение.

Источник

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8C%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA>

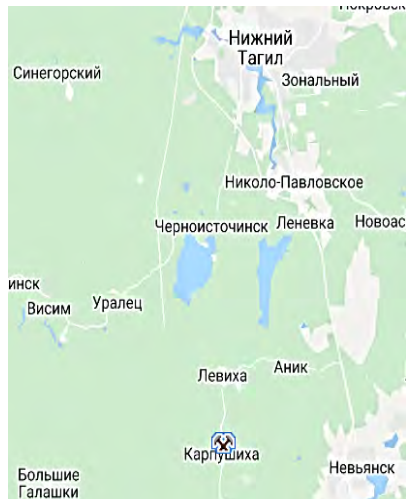


## Лёвиха

Посёлок Лёвиха был основан в [1927 году](#) на месте Лёвихинского медного рудника. Датой основания посёлка считается 1 октября 1927 года, когда шахта «Лёвиха-I» выдала первый медный колчедан.

Первая улица в посёлке появилась в 1929 году. В 1935 г. Лёвиха отнесена к категории рабочих посёлков. В 2000-х годах в ходе реформы муниципального управления [Свердловской области](#) статус посёлка городского типа Лёвиха был понижен до посёлка.

В 2003 г. добыча руды прекращена<sup>[9]</sup>. Шахты затоплены.



Посёлок Лёвиха

<http://uralmines.ru/levihinskij-rudnik/>



**Шахта Лёвиха-2**



**Лёвиха, отвалы**





**Лёвиха. Затопленные карьер и провал над подземной выработкой.  
Иногда эти отравленные воды прорываются в реки и пркды, и тогда на многие  
километры вниз по течению гибнет вся рыба**



**Посёлок Карпушиха**



**Карпушиха, Старая шахта**

## Карпушиха

Посёлок расположен на восточном склоне [Урала](#), стоит на реке [Шайтанке](#), находится к северу от [Екатеринбурга](#), к югу от [Нижнего Тагила](#), к северо-западу от районного центра города [Кировграда](#), в непосредственной близости от городов: западу от [Невьянска](#), к северу от [Верхнего Тагила](#) и к югу от большого посёлка [Лёвихи](#).

Ближайшие населённые пункты к Карпушихе — пгт. [Лёвиха](#), посёлки [Аник](#), [Листвянное](#) и [Ежовский](#). В начале XX века до [Лёвихи](#) и Карпушихи была проведена узкоколейная железнодорожная ветка от [Горнозаводской железной дороги](#) (полностью разобрана)

В 1935 г. Карпушиха получила статус посёлка городского типа.

С 2004 г. статус понижен до уровня «сельский населённый пункт».

*В августе 1913 г. управлением Калатинского рудника проводились геологоразведочные работы с целью обнаружить медь на заброшенном Аблейском (Проклятом) руднике. Ничего не найдя, разведку продолжили на «Карпушинской разведке».*

*Первоначально месторождение было известно как бурожелезняковое и разрабатывалось управлением АО «Верх-Исетских заводов». Из-за высокой кремнистости и малого содержания железа в руде бурые железняки были забракованы.*

*В конце 1913 г. на месте открытого месторождения была заложена шахта «Карпушиха», а в 1914 г., начали строить Карпушихинский рудник.*

*В марте 1915 г. была закончена проходка шахты «Василич».*

*В апреле 1917 г. выработки шахты «Карпушиха» и шурфа № 1 были остановлены и затоплены.*

*В первые годы [Гражданской войны](#) работы на руднике не прекращались, потом с 1921 по 1922 г. он находился на сухой консервации, а с марта 1922 г. рудник снова заработал, чтобы Калатинский медьзавод смог приступить к выдаче первой советской меди.*

*С 1924 г. на рудник было проведено электричество (высоковольтная линия от завода) и все горные работы — бурение шпуров, подъём руды и людей из шахты, откачка воды, за исключением перевозки руды в шахте, были механизированы и электрифицированы.*

*В начале войны добыча составляла 70 тыс.т, в 1945. г – 110 тыс.т, а потом пошёл спад.*

*Последние запасы руды на руднике были отработаны в 1954 г.*

*На смену «Карпушихе» было обнаружено месторождение «Ломовки» - в 1950 г. открылась шахта «Победа», а в 1954 г. был открыт рудник «Ломовский».*

Добываемые руды на шахте «Карпушиха» содержали 4% меди и 10% цинка. В 1942 – 1954 годах применялось даже подземное выщелачивание. Метод заключался в периодическом затоплении и откачке воды из рудника. [4]

Важнейшие минералы месторождения - **Барит, Борнит, Галенит, Кварц, Ковеллин, Пирит, Сфалерит, Теннантит, Халькопирит.**[3]

## Рудник имени III Интернационала



Копёр шахты Капитальная.

[https://yandex.ru/images/search?p=3&text=%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8%20iii%20%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B0&pos=106&rpt=simage&img\\_url=http%3A%2F%2Fhistoryntagil.ru%2Fzavod%2Fimages%2F131.jpg&lr=11168](https://yandex.ru/images/search?p=3&text=%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8%20iii%20%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B0&pos=106&rpt=simage&img_url=http%3A%2F%2Fhistoryntagil.ru%2Fzavod%2Fimages%2F131.jpg&lr=11168)





#### **Железнодорожный переезд возле посёлка Рудника им. III Интернационала**

**Рудник имени III-го Интернационала** расположен в современной городской черте Нижнего Тагила. Как тагильчанин, не могу не дать про этот рудник справку чуть более обширную, чем приведена в официальных справочниках, хотя в большей степени при этом буду придерживаться и других источников. В первую очередь, это книга **«Звенящая медь Урала»** С.И. Пудовкина. Следует отметить, что почти все публикации в Интернете цитируют именно эту книгу, не всегда на неё ссылаясь. Технические и исторические данные изложены с сокращениями.

Рудник состоит из трёх основных рудных зон.

**Восточная (им. XV годовщины Октября)** включало 12 медноколчеданных рудных тел.

**Средняя** также включала 12 медноколчеданных рудных тел. До 1929 г. работы велись в этой зоне, которой было присвоено имя **Шмидта**.

**Западная** включала в себя **месторождение Серное** и оруднение Треуховского разреза. Всего на западной зоне насчитывалось 13 линз. Серный рудник находился в 500 м от Медного, представлен чисто серноколчеданным составом: **меди** не более 0,35—0,5%, а благородных металлов весьма ничтожное. Содержание **серы** в руде составляло от 42% до 48%, в среднем — 45%. Работы велись до глубины 42 м открытым способом, нижние горизонты - через шахту «Серная» (до 140 м). Руды Серного рудника служили исключительно сырьем для химической промышленности.

**Медноколчеданные** рудные тела имели сравнительно небольшие размеры, длина их изменялась от 20 до 200 м при мощности от десятков сантиметров до 35 м. Руда была полиметаллической и очень ценной, т.к. большое содержание благородных металлов позволяло бы разрабатывать месторождение даже при отсутствии других компонентов.





*Клокову М.П. от коллектива горняков р-ка III Интернационала, 17.10.1977 г.*  
**Самодельный дар Учителю – Зав. Горным отделением НТГМТ (Нижне-Тагильского Горно-Металлургического техникума) – от благодарных учеников. Светильник в виде шахтёрской лампы на куске медной руды, которая добывалась на этом руднике. Халькозин - утверждали сами дарители. Действительно, кусок тяжёлой массивной руды серого цвета с синеватой побежалостью (ковеллин?) и золотистыми вкраплениями (возможно, борнит и халькопирит).**

Серномедистый колчедан содержал **цинк, серебро и золото (серебро 100 г/т, золото 5 г/т, 40% серы, 40% железа, 10-15% цинка и 5% меди)**. Кроме этого в руде присутствовали: **свинец, селен, мышьяк, бериллий, кадмий, медь, молибден, сурьма, теллур, олово.**

Зона окисления была представлена **железной шляпой** из пористого кварца-железняка с содержанием около 35% железа. Железная шляпа содержала большое количество **серы, золота, серебра и меди. Лимонит железной шляпы содержал золота до 100 г/т.** Открытыми работами железная шляпа была выработана до глубины 30 м еще в дореволюционный период.

Особенностью месторождения являлась склонность руд к самовозгоранию. Эндеогенные пожары ликвидировались при помощи заиливания или орошения водой. Месторождение отличалось слабыми вмещающими породами и при обводнённости превращались в плывун, поэтому все выработки проходились с креплением. Особо слабые участки и сопряжения имели сводчатое сечение и были закреплены бетоном, шлакоблоками или деревянными блоками. Содержание меди в воде доходило до 1,11 г/л, свободной серной кислоты до 2,2 г/л.

Другие важные минералы рудника: **Барит, Бетехтинит, Борнит, Галенит, Кварц, Пирит, Сервеллит, Серебро, Сфалерит, Халькозин, Штрουμεйерит [3].**



*Месторождение открыто в 1909 г. по выходам бурых железняков. Первые сведения о добыче железной руды относятся к 1914 г., когда братья Треуховы начали разрабатывать «железную шляпу» неизвестного тогда еще медноколчеданного месторождения.*

*Первые разведочные работы велись лишь на некоторых участках с 1916 по 1920 годы, небольшая эксплуатация прекращена в 1918 г. в связи с войной.*

*С 1920 по 1925 годы в работах был перерыв, в 1925-1926 годах разведка возобновилась партией Геологического Комитета.*

*В 1926 г. Калатинский комбинат приступил восстановлению рудника и к разработке месторождения. В следующем 1927 г. был образован Медный рудник (III-го Интернационала).*

*В 1931 г. рудник был выведен в самостоятельную единицу – рудоуправление имени III-го Интернационала.*

*До 1932 г. рудник входил в Калатинский комбинат, добываемая на руднике руда отправлялась на медеплавильные комбинаты Кировграда и Красноуральска. В 1933 г. рудник перешел на самостоятельное рудничное хозяйство и отправлял добываемую руду уже на Карабашский медеплавильный завод.*

*До 1935 г. разрабатывалась основная залежь Медного рудника.*

*В последующем все три зоны объединены общей системой горных работ.*

*01.05.1936 г. заложен ствол шахты «Капитальная» — самой крупной на руднике.*



**Шахта Ольховка, 1967 г**

К 1939 г. на центральном участке рудника имелось уже четыре разрабатываемых месторождения: им. Шмидта, им. 15-й годовщины Октября, Серное и Ольховка.

Согласно приказу наркома цветной металлургии СССР намечалось довести добычу медного колчедана к 1 января 1940 г.: на шахте им. 15-й годовщины Октября — до 1000 т в сутки; на шахте им. Шмидта до 700 т; на шахте «Ольховка» до 300 т; на шахте «Капитальная» до 650 т.

Для увеличения объемов добычи меди, в 1940 г. на руднике применили подземное выщелачивание меди.

В связи с начавшейся войной, шахта «Капитальная» вступила в строй в 1941 г.

В 1942 г. указом Президиума Верховного Совета СССР за трудовые заслуги рудник награждается орденом Трудового Красного Знамени и в последующем неоднократно получал звание «Лучший рудник СССР».

К концу 1950-х годов горные работы по всем трем рудным телам достигли глубин 275—395 м.

С 1976 по 1986 годы на месторождении производилась доразведка запасов в этаже 715-795 м.

Шахта «Капитальная» была закрыта в 1991 г. в связи с отработкой запасов. К этому времени горные работы достигли глубины 715 м от поверхности.

Вопрос о рентабельности добычи руды подземным способом ставился с середины 1980-х годов. О событиях этого времени вспоминает последний директор действующего рудника Константин Александрович Малоземов (воспоминания приведены почти дословно, лишь с небольшими пропусками):

*«В 80-х годах, когда я уже был директором рудника, ситуация финансирования новых проектов была особенно тяжелой. Нам как раз нужны были деньги, чтобы вскрывать новые горизонты в шахте «Ольховка». А Союзмедь слал нам телеграммы: «Закрывают рудник!» Добывать руду подземным способом считалось делом экономически невыгодным, даже несмотря на то, что наша руда была богатой. Вот, к примеру, Волковский рудник, где все работы велись карьерным способом, давал гораздо беднее нашей. Но подсчеты показывали, что рентабельность Волковской руды выше нашей руды. Чтобы выполнять план по объемам добычи руды, а проще говоря, чтобы Союзмедь нас не закрыл, было принято решение передать Волковский рудник под мое начало.*

*Но телеграммы из Союзмеди все равно продолжали идти с одним и тем же приказом: «Закрывают!» Я слал ответ: «Давайте приказ министра на закрытие предприятия». Как я понимаю, к Ломако никто из Союзмеди идти не хотел, поэтому мы продолжали работать. Доработали до того, что Москва совсем перестала посылать нам деньги. На Ольховке мы дошли до 420-го горизонта. Получалось, что ниже руда есть, а денег на вскрытие нового горизонта не было.*

*Договорились мы с Госгортехнадзором об использовании своего проекта на вскрытие еще одного горизонта на 20 метров. Но нам поставили условие: как только дойдем до руды, работы приостановить и получить нормальный проект. В общем, вскрыли мы уклоном 440 горизонт, дошли до руды, а Москва денег не дает. Пришлось нам остановить работы, и два года я держал Ольховку на сухой консервации, т.е. содержал штат для поддержания креплений выработок и откачки воды, а руду шахта не давала.*

*Конец надежд и планов пришелся на начало перестройки.*

*В мое время директором КМК был Поплаухин, главным инженером Парный. Им наша руда была не так уж и нужна. Рудник был убыточный, а концентрат для комбината тогда привозили со всех концов страны и даже из-за границы. В сравнении с этими объемами мы давали мизер руды, поэтому руководство комбината соглашалось с Союзмедью и говорило: «Закрывают рудник».*

*Но как закрывать, если вокруг рудника создан поселок, где живут люди, растят детей? Я несколько раз ездил в Москву, в Союзмедь, пытался убеждать и доказывать, что закрывать предприятие нельзя, но бесполезно. Тогда я решил: раз мы не нужны Союзмеди, может быть, нами заинтересуется Союззолото. Рассказал там, что в нашей руде и золото, и серебро есть. Предложил специалистам Союззолота: «Возьмите нас к себе, а мы вам будем в первую очередь золото давать, а потом уже медь». Там подумали и сказали: «Поезжай в Унипромедь в Свердловск, сдай руду на анализ. Пусть они попробуют лабораторным путем извлечь сначала драгметаллы, а потом уже медь».*

*С письмом из Союззолота я приехал в Унипромедь. Привез руду, сколько требовалось для анализов, а спустя некоторое время получил ответ: «Нет у нас в стране таких технологий, чтобы в первую очередь получать из руды золото и серебро, а потом уже медь».*

*На том и закончились все мои попытки спасти рудник. По возрасту я ушел на пенсию, а на мое место был принят Геннадий Ростиславович Ястребов. Он сейчас на НТМК работает. Он не горняк, а металлург, поэтому Росгостехнадзор поставил перед ним задачу - в течение года получить права ответственности ведения горных работ. Конечно, в течение года эти права он не получил, из чего следовало, что с рудником надо было прощаться. Тогда Ястребов поехал на прием к министру цветной металлургии и добился приказа о закрытии рудника, а на его базе - строительства завода по ремонту тепловозов для Минцветмета. В результате шахта «Ольховка», что была на сухой консервации, была затоплена. «Капитальная» отработала со 180-го горизонта до 715-го. А Волковский рудник был передан кооперативу.*

*Августовский путч 1991 года окончательно разрушил все планы. В итоге рудник закрыли, а завод по ремонту тепловозов так и не построили.*

*В 1990 году рудник имел на балансе более ста единиц различной техники. Во время приватизации все растащили.*

*В 1991 году после закрытия шахты «Капитальная», рудник им. III Интернационала, как предприятие, был реорганизован в малое государственное предприятие (МГП) им. III Интернационала. <...> После этого все, что еще сохранялось, было безжалостно растащено. Погибли остатки последнего. Резались копры, разрушались здания профилактория, рудоуправления, механического цеха. За несколько лет от бывшего величия остались одни руины.»*

**«Звенящая медь Урала. История рудника им. III Интернационала»,** автор С.И. Пудовкин, Нижний Тагил, издательский дом «Медиа-Принт», 2007 г.

Грустная история... В интернете по запросу **«Рудник III Интернационала фото»** выдаётся множество фотографий самого посёлка, людей, зданий, но почти нет снимков самого рудника. Еда ли не половина снимков шахт в чёрно-белом варианте (а других в то время и не было) приведена здесь. Зато на множестве сайтов тиражируются одни и те же снимки постперестроечных развалин. Вид удручающий.

На одном из таких сайтов (или галерей) есть возможность оставить отзывы. Воспользовалось ею человек пять-шесть. Большая часть изобилует «ненормативной лексикой» типа «выставили на обозрение помойку и ждёте похвал?!...». Эмоции читателей почти разделяю, хотя и не пользуюсь таким лексиконом. Но всё же отнесу это негодование не на авторов заметок, а на тех т.н. «демократов» и «либералов», которые, находясь во власти, по указке заморских «советников» и под прикрытием фальшивых лозунгов и догм эту разруху организовали и оправдывают до сих пор.





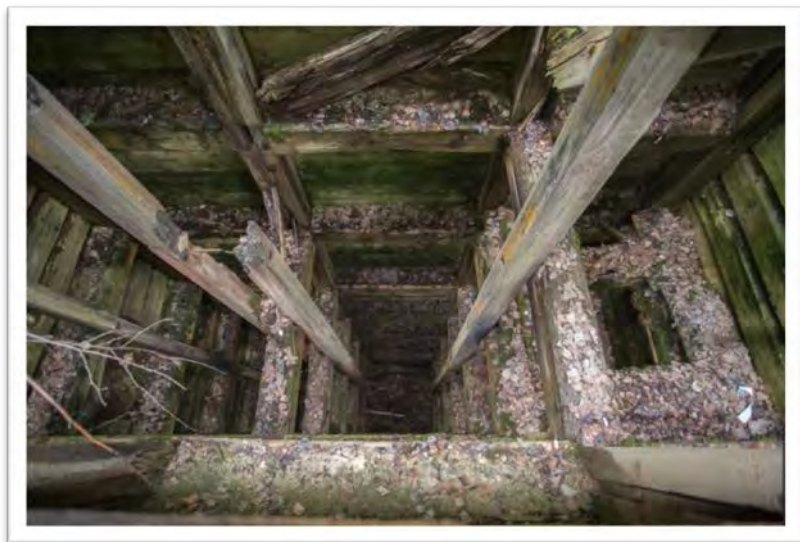
**Здание бывшего рудоуправления.**



**Последствия перестройки. Как в Сталинграде!  
В пору фильмы о войне снимать, или «зону» к фильму «Сталкер»**



Бывшая шахта «Капитальная».



Ствол шахты имени Шмидта прикрыт лишь бетонной плитой.  
От наземных построек не осталось даже следов





**Зона сдвижения шахты им. Шмидта**



**Зона обрушения месторождения им. 15-й годовщины Октября.**  
Такую ядовитую «водичку» местные жители набирают в вёдра и используют в качестве бесплатного средства от гнили: пропитывают дерево, промывают стены домов, поражённые грибом, плесенью.

Долгое время все мои образцы железных и медных руд были исключительно «собственными», найденными лично.

С раннего детства мы отыскивали золотистые кусочки (обычно размером до 3 см) в кучах щебня. Отцы объясняли нам, что это медная руда – халькопирит, и пирит – серный колчедан. Мне кристаллы пирита крупнее 2-3 см не попадались, осколки с халькопиритом бывали и до 5 см. У других ребят было примерно так же. Мне больше нравились образцы более тёмные, с пурпурными или голубоватыми пятнами – борнит. Как медная руда он гораздо богаче, зато и попадаетеся намного реже, и образцы мельче.

Когда нам было около 10 лет, мы уже ходили по рудникам, только в эти годы больше искали малахит, а не пирит или халькопирит.

Основными местами сбора камней были отвалы Высокогорского и Меднорудянского карьеров. Малахит искали именно там. Конечно, пирит и медные руды попадались повсеместно, даже в дальних окрестностях города, но чаще мелочь. Самородную медь не находил ни разу, хотя она определённо была.

Однако «традиционные» медные руды мы больше отыскивали на руднике им. III Интернационала.

Но всё равно, образцы крупнее 5 см попадались нечасто, разве что в виде прожилок и вкраплений в более крупных кусках породы. Такие и составляли основу большинства детских коллекций.

Когда мы выросли, увлечение сохранилось не у всех. Кто-то просто потерял интерес, другие, работая на горных предприятиях, добывали все эти минералы тоннами на работе и не видели смысла нести их домой. Казалось, их всегда можно набрать сколько угодно, да и стоила руда сущие копейки.

Некоторое исключение делалось для малахита, но и его много ли надо, если нельзя пустить в дело или хотя бы продать? И пускали его на изготовление зелёной краски – размалывали в порошок, размешивали с олифой и красили крыши. А когда в 70-х «вдруг» выяснилось, что он почти кончился, и цена на него резко подскочила, оказалось, что и «домашние» запасы иссякли.

Я привычки «гулять» по карьерам и отвалам не оставил и время от времени приносил с таких прогулок небольшие трофеи. Почти всё, что у меня есть сейчас – наследие тех времён.



С медными рудами поначалу тоже казалось, что уж они-то небольшими образцами будут всегда. Как-то даже у подножия отвалов Рудника им. III Интернационала нашёл овальную глыбу халькопирита с кварцем размерами ~ 1,2 x 1 x 0,6-0,8 м. Кварц там был лишь в виде небольших прожилок. Такой «образец» домой не унесёшь.

Время от времени я приезжал к ней с зубилами и молотком и отбивал по нескольку кусочков руды на 3-4 кг за раз. В общей сложности до десятка отбитых обломков были размером приблизительно с кулак, остальные помельче. За 2 или 3 года набрал до полутора – двух ведер такой руды. На приведённых в книжке снимках халькопирита из Интернета я постарался подобрать наиболее похожие на образцы с этой глыбы.

Эти кусочки я использовал для самодельных сувениров, которые раздавал и рассылал знакомым и друзьям. Более крупные образцы использовал в качестве подарков директорам, главным инженерам... Отвозил подобные сувениры на и курсы переподготовки. Это – не считая рудной мелочи, которую, когда приходила пора уезжать, раздавал просто так новым знакомым направо и налево – зачем возить лишние тяжести?

Борнит, как более ценный минерал, старался расходовать экономнее. Мне он и нравился больше, да и попадался заметно реже. Но всё равно, потихоньку расходился, тратился.

Со временем руда темнела, теряла блеск – «окислялась». Приходилось ехать на рудники «погулять» и набрать новую партию.

С середины 80-х походы по рудникам пришлось отложить лет на двадцать - не до них было. Мои запасы подошли к концу, за исключением самой мелочи.

В середине 2000-х осмотрел свои поредевшие запасы, хранившиеся в ящиках во дворе, и поначалу даже не узнал их. За годы всё покрылось толстым слоем пыли, которая поднимается с отвалов рудников, сыплется из труб обогатительной фабрики и металлургического комбината.

Да и вид образцов сильно изменился – но об этом ближе к концу, в главе «Обобщение. Метаморфозы медных руд».

Лишь после 2010 г. выбрал время поехать на рудник имени III Интернационала с намерением пополнить запасы камня. Но не узнал местности и почти ничего не нашёл. На месте рудничных строений –

заброшенные развалины, как после военных действий. Они и приведены на снимках.

Некогда знаменитые месторождения отработаны, шахты и рудники закрыты, отвалы осыпались, заросли деревьями, на некоторых устроены «коллективные сады». И даже мальчишки уже не знают, как выглядят медные руды, и где их можно было найти. Разумеется, и я «свою» глыбу не нашёл.

Года три назад обратился к своему хорошему знакомому, который живёт в посёлке рудника, чтобы он, если увидит где-то кусочек руды, не поленился и принёс её мне. Он человек спортивный, устраивает пробежки по тем местам, да ещё и собаку выгуливает. Стал он присматриваться повнимательнее. Год, если не больше, прошёл. Звонит как-то. «Знаешь, - говорит, - раньше руда сама под ноги попадалась, а теперь как отрезало».

Правда, летом 2018 года позвонил разок – нашёл кусок породы на несколько килограммов – искрится, блестит на солнышке.

Поехал я к нему. На вид порода очень походила на тот кусок тяжёлой халькозино-халькопирит-борнито-пиритовой руды, из которой когда-то выпускники отца своими руками сделали сувенир. Но здесь была довольно лёгкая и рыхлая порода, содержащая множество мелких кристалликов пирита. Она была влажной, легко крошилась и почему-то казалась теплее прохладного вечернего воздуха. Этот кусок без усилий распался в руках – и на изломах сразу почувствовал резкий, едкий запах сернистого газа.

Разом вспомнилось, что на шахте «Серная» породы слабые и рыхлые, при увлажнении «плывут», что там временами случаются колчеданные пожары - подземные самовозгорания пирита. Это тем более возможно при доступе воздуха и некотором увлажнении – происходит активное разложение и окисление пирита с выделением сернистого газа и тепла, а также, в соединении с водой образованием серной кислоты, которая, в свою очередь, ускоряет окислительные реакции с выделением ещё большего количества тепла – и т.д. В общем, как по учебнику!

Зимой 2018-2019 г. подобный же пожар возник в Башкирии, на Сибайском колчеданном месторождении. Концентрация сернистого газа в воздухе в городе в десятки раз превысила допустимую.

Товарищ мой расстроился – «не то, что надо». А я поблагодарил, всё равно для коллекции пригодится. Но себе взял только небольшой образец породы, ~7 x 7 x 4 см, для иллюстрации. Привожу этот снимок.

Теперь я уже готов и прикупить образец-другой халькопирита за разумную цену. Но оказалось, что даже в Интернет-магазинах под названием «**халькопирит**» предлагают мелкие кусочки борнита по ценам не вполне разумным. А борнит у меня и так есть.

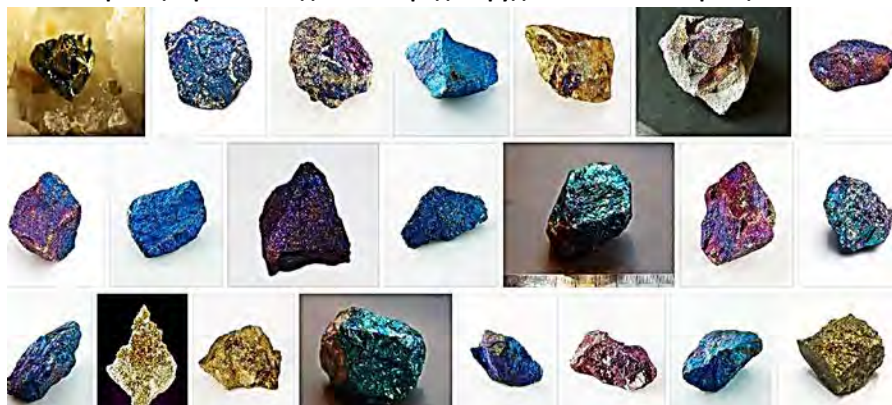
Конечно, борнит как более редкий минерал и стоить должен несколько дороже. Но странно, почему в продаже нет более распространённого в природе настоящего халькопирита.

И ещё. В последнее время появились не очень дорогие женские украшения из борнита (правда, и там в названии материала часто используется слово **халькопирит**). Конечно, борнит многие находят более красивым, я не исключение. Кажутся красивыми и изделия с этим минералом, но смущает химическая неустойчивость. Я уже писал, что многие женщины не могут носить украшения из пирита – такие украшения вызывают раздражение кожи, едва ли не до ожогов. Это неудивительно, т.к. при окислении пирита в соединении с влагой, потом кожи образуется серная кислота. И пусть её концентрация невелика, менее 1%, раздражение кожи вызывать она действительно может, особенно при длительном контакте. Этим же свойством обладает и борнит.

Может быть, его покрывают лаком?



Образец серно-колчеданной породы с рудника им. III Интернационала



На скриншоте из Интернета, полученном по запросу «**халькопирит фото**», как мне кажется, лишь пять образцов настоящего жёлтого халькопирита, остальные – **борнит** или **ковеллин**. И то при условии, что среди них нет **пентландита** и **никелина** – никелевых руд. Может, в торговле уже вообще перестали различать эти минералы?

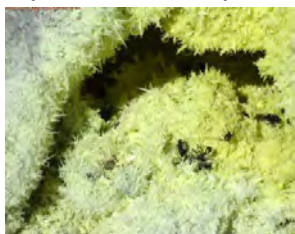
## ОБОБЩЕНИЕ. ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ. МЕТАМОРФОЗЫ МИНЕРАЛОВ



Условия эндогенеза минералов – вулканическая и гидротермальная активность. Температура воды некоторых гейзеров даже при выходе на поверхность бывает от 120 до 160<sup>0</sup>С.



На поверхность вырывается пары от возгонки серы S, которые осаждаются на стенках fumarol в виде минерала, а также сероводород H<sub>2</sub>S, который вступает в реакции с горными породами, образуя первичные эндогенные минералы. H<sub>2</sub>S в соединении с водой образует сероводородную кислоту, которая также участвует в формировании первичных бескислородных минералов-сульфидов.



В атмосферном воздухе часть серы и сероводород окисляются, сгорают синим пламенем с выделением газов – оксидов серы SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>. В свою очередь, эти газы, в соединении с водой, дают на выходе сернистую и серную кислоты, в результате реакции с которыми формируются уже кислородные соединения-сульфосоли – сульфиты и сульфаты.



## Понятия эндогенеза и экзогенеза

Возможно, эта короткая теоретическая глава - самая важная в книжке. Хотелось даже именно с неё и начать описание минералов. Но тогда было бы не очень понятно, о чём идёт речь. А с учётом многочисленных цитат из специальной литературы и не очень понятных научных терминов всё получилось бы намного серьёзней и совсем не интересно.

Поэтому пришлось писать так, как пишут театральную пьесу – в начале перечень действующих лиц (в данном случае минералов) с их свойствами, характеристиками, а затем – собственно спектакль, действие, а точнее, их взаимодействие. Иногда даже по одному перечню действующих лиц можно предположить, каков будет сюжет самой пьесы.

Тем не менее, по ходу дела всё же придётся некоторые термины разъяснять<sup>1</sup>. Но постараюсь сделать это понятнее, чтобы не зазубривать термины, а просто запомнить их по общеизвестным аналогам.

Таковыми часто используемыми являются термины, описывающие происхождение минералов – **эндогенное и экзогенное**. Сейчас у всех на слуху однокоренные термины из области медицины и техники, например, **эндоскопические исследования** (визуальное изучение **внутренних** органов с помощью специальных аппаратов), **экзоскелет** – **внешний** каркас, скелет, снижающий нагрузку на мышцы и суставы. Совсем недавно появился ещё один подобный термин – **Экзарх** – внешний управляющий делами чужой церкви. Корень **–ген–** в разъяснениях, надо думать, не нуждается.

Таким образом, **эндогенное происхождение** – это происхождение за счёт **внутренних сил, процессов**, например, вулканической деятельности, кристаллизация минералов непосредственно из лавы, гидротермальных источников-гейзеров и т.п.

**Эндогенные минералы –первичные.**

---

<sup>1</sup> В отзывах на одну любительскую статью в Интернете заметил претензию по поводу специфического, но вполне научного термина **«железная шляпа»**: «А на обычном языке это написать нельзя было?». А что делать, если в науке этот термин и является общепринятым? Попытка заменить его каким-то иным приводит к непониманию, недоразумениям. А в том случае цитата была вообще из научного материала, а значит, и приводиться должна дословно!

**Экзогенные процессы** – уже **вторичные**, действующие извне на ранее сформированные первичные породы и минералы. Как правило, эти процессы идут при невысоком, близком к нормальному атмосферному давлению и при достаточно низких температурах. Обычно это приповерхностные условия (до глубины 100-150 м, до уровня грунтовых вод, но иногда и глубже).

Минеральные образования, сформированные в этих условиях, называют **экзогенными** (*имеющими экзогенное происхождение*).

Некоторые минералы имеют *исключительно экзогенное* происхождение. К таким, например, относятся кислородные соли.

Другие могут формироваться как в эндогенных, так и в экзогенных условиях. При этом они всё же **преимущественно** формируются при одном типе условий.

Лишь немногие минералы имеют *исключительно эндогенное* происхождение. К числу таких минералов относятся, например, алмазы, формирование которых происходит на больших глубинах при очень высоких температурах, и огромных давлениях и без доступа кислорода. Все месторождения алмазов приурочены к воронкам вулканических взрывов, сопровождавшихся колоссальным давлением. Но среди рассматриваемых в этой книге таких минералов нет.

Некоторые минералы **преимущественно эндогенного** происхождения могут формироваться и в экзогенных, вторичных условиях, например, в результате сложных последовательностей химических реакций, в частности, в результате реакций с органическими веществами или деятельности анаэробных (не нуждающихся в кислороде) бактерий.

Вообще довольно многие геохимические реакции могут идти в противоположных направлениях. Нам иногда трудно представить, как это происходит в минералах и горных породах – «каменных», но никого не удивляет, что такие реакции идут в аккумуляторах: в одном направлении – когда аккумулятор заряжается, и в противоположном – когда разряжается, отдаёт энергию. При этом в аккумуляторах обычно используются медь, свинец и серная кислота (иногда цинк, соляная кислота). Но ведь это те самые химические элементы, что и в рудах, и даже электролит часто тот же! Разница лишь в чистоте электродов и концентрации электролитов.

## Близнецы эндогенеза

Если взглянуть в Периодическую таблицу Д.И. Менделеева, сера (**S**) и мышьяк (**As**) находятся в соседних столбцах и строках и обладают сходными свойствами. И это действительно так. Её «близнецы» **Реальгар AsS** и **Аурипигмент As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>** формируются практически в одинаковых с ней эндогенных условиях, часто выполняют одну и ту же роль в химических соединениях – просто в некоторых молекулах места атомов серы замещены мышьяком. Самородная сера в самой стабильной форме имеет молекулярную структуру с формулой **S<sub>8</sub>**, формулы **AsS** и **As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>** похожи на **S<sub>2</sub>** и **S<sub>5</sub>**. Если бы не более высокая химическая активность серы, можно было бы говорить об «**арсенидах серы**» или «**мышьяковистой сере**». Возможно, где-нибудь в специальной литературе подобные термины существуют.

Похожи и сами минералы (верхний снимок – свежая сера с Камчатки, первоначально она имела оранжево-розовый цвет, как у сростка кристаллов ниже). Три нижних снимка – это **реальгар** и **аурипигмент**. Эти минералы на месторождениях сопутствуют друг другу и обычно присутствуют в смеси, которая плохо разделяется на отдельные составляющие. Есть и отличия: **реальгар** на поверхности выцветает, разлагается и превращается в химически устойчивый **аурипигмент**. Однако обратные реакции не известны.

Сера тоже выцветает, может меняться со временем её кристаллическая структура, но, конечно, её атомы ни во что другое не превращаются.

При сжигании все эти минералы выделяют сернистый газ **SO<sub>2</sub>**, но сульфиды мышьяка – ещё и с запахом чеснока.





К сожалению, у меня нет кристаллической **киновари  $\text{HgS}$**  (слева) и **клеюфана** – прозрачной разновидности **сфалерита  $\text{ZnS}$**  (справа).



И совсем не уверен, что сумею их различить, столкнувшись с ними впервые.



Но у меня есть **печёноквая руда** – порошковатая разновидность **киновари**. Основание образца – серая мелкокристаллическая порода, цветом и блеском



напоминающая **галенит  $\text{PbS}$**  – свинцовую руду (образец справа), только зёрна



галенита заметно крупнее. В свою очередь, **сфалерит** (слева) и **галенит** (справа) часто встречаются и более крупными кристаллами и сростками. На снимках



различия заметны, но на самом деле образцы

приходится рассматривать очень внимательно, тем более, что эти руды почти всегда встречаются совместно, и кристаллы обоих минералов часто присутствуют в одном образце.



На месторождениях с **киноварью** также часто соседствует и **антимонит (стибнит, сурьмяный блеск  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )**. На снимке приведена его кристаллическая разновидность, однако существует и аморфная – **метастибнит**.

Поэтому в агрегатах, особенно, мелкозернистых, различать эти минералы достаточно сложно. К тому же **сфалерит и галенит** образуют и почти самостоятельные месторождения полиметаллических руд, где они составляют основную часть, и присутствуют практически на всех сульфидных месторождениях.

У многих минералов-сульфидов существуют аналоги-аресниды, где в молекулах вместо **серы** также присутствует **мышьяк**. Они похожи внешне, сопутствуют друг другу и обладают сходными свойствами.

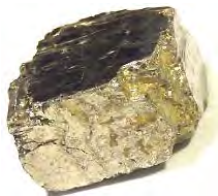
К числу таких минералов относятся, например, **пирит** ( $\text{FeS}_2$ ) и **арсенопирит** ( $\text{FeAsS}$ ). Судя по формулам, различие между ними – в одном атоме анионной группы. Вместо двух атомов серы она включает лишь один, а второй замещён мышьяком.

Они также часто сопутствуют друг другу, и различить их довольно сложно. Правда, утверждается а) у них различны форма и цвет кристаллов - у арсенопирита оловянно-белые, а пирита латунно-жёлтые (кто их различит в мелкокристаллических агрегатах?), б) если арсенопирит разбить, он издаёт чесночный запах мышьяка (портить образец?!).

Парагенетически (общими условиями формирования) связан с **пиритом** и другой эндогенный минерал, **халькопирит**  $\text{CuFeS}_2$  (основная медная руда), только в его формуле, кроме атома **железа (Fe)** присутствует ещё и атом **меди (Cu)**. И эти минералы часто тоже встречаются вместе. Незначительное отличие – **пирит** встречается почти повсеместно, а **халькопирит** – на месторождениях медных руд. Зато, где есть халькопирит, пирит присутствует всегда.

И на **халькопирит**, и на **пирит** (точнее, **пирротин**) похож по составу **пентландит**  $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$  – главная руда на никель. И почти полный аналог **арсенопирита** – **никелин** ( $\text{NiAs}$ ). Только вместо **железа (Fe)** – **никель (Ni)**, а вместо **серы (S)** – **мышьяк (As)**. Другой вопрос, что никелевые руды встречаются гораздо реже, чем **пирит** и сульфиды меди.

Можно ещё добавить, что минералы **цинка, свинца и меди** присутствуют на всех месторождениях **никеля**.





## Фаза экзогенеза – формирование вторичных минералов

К экзогенным процессам (экзогенезу) относят: механическое разрушение горных пород и минералов (**выветривание**), химические воздействия, осадочные процессы в водных бассейнах.



Наиболее показательны с точки зрения *экзогенеза* процессы, происходящие с сульфидами, прежде всего, с **пиритом**. Аналогичные процессы происходят и в других сульфидах, включая медные и свинцово-цинковые руды, да и не только в сульфидах.



Начнём с того, что происходит с **пиритом**  $\text{FeS}_2$  (верхний снимок). Это самый распространённый минерал-сульфид, и к тому же он относится к числу наиболее химически активных. Его залежи легко окисляются кислородом воздуха  $\text{O}_2$ , особенно в приповерхностных условиях, при наличии некоторого количества влаги (водяных паров) и немного повышенной температуре.



При этом происходит разложение **пирита** с выделением дополнительного тепла, **серной кислоты**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , которая уходит в раствор, формируются окислы железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Обычно это гидроокислы, соединённые с молекулами воды с общей формулой  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Эта группа **экзогенных**, вторичных минералов под общим названием **лимонит** – одна из основных железных руд (второй и третий снимки). Иногда **лимонит** полностью замещает кристаллы **пирита** с сохранением их



формы (*псевдоморфоз лимонита по пириту* – четвёртый снимок).

Помимо *эндогенного* **пирита** существует его *экзогенный* аналог, **марказит**, идентичный ему по химическому составу, но отличающийся по кристаллической структуре и стабильности (внизу справа). Он формируется в результате приповерхностных химических реакций, в основном, с органическими веществами и часто по органическим остаткам.

Все процессы, происходящие с **пиритом**, происходят и с **марказитом**.



Под **выветриванием** понимают прежде всего механическое разрушение пород и руд из-за колебаний температуры. Минералы, составляющие горные породы, обладают различными коэффициентами расширения, вследствие чего породы разрушаются. Дополнительным мощным фактором является лёд, возникающий в трещинах и порах при замерзании попавшей туда воды. Существует и ряд других факторов.

**Химическое разложение** выветривающихся пород гораздо важнее. Дождевая и поверхностная вода содержит в растворенном состоянии кислород, уголекислоту и другие газы, поэтому сама является довольно сильным окислителем и растворителем. Окисляя руды, она растворяет и переносит вниз взвеси первичных пород и растворимые соединения.

При этом на верхнем уровне происходит обогащение руд за счет удаления растворимых соединений. Накапливающиеся таким образом вблизи поверхности нерастворимые продукты химического выветривания образуют так называемые *остаточные месторождения*<sup>1</sup>.

Химически устойчивые минералы (кварц, золото, платина и др.), а также труднорастворимые новообразования накапливаются в остаточных продуктах на поверхности в виде глиноподобных масс различных светлых и тёмных оттенков, чаще бурых, окрашенных гидроокислами железа.

На более низких уровнях может происходить обогащение руд за счет привнесения сверху взвесей и, частично, растворимых соединений. Кроме того, растворимые соединения и сами вступают в реакции с вмещающими породами, за счёт чего могут возникать новые **экзогенные минералы**.

Проходя до уровня грунтовых вод, поступающие сверху воды постепенно теряют кислород в процессе окисления и реакции с окружающими щелочными (основными) породами, прежде всего, известняками (карбонатизации).

---

<sup>1</sup> Обычно это скопления гидроокислов и гидросиликатов. Таковы, например, многие месторождения глин, каолинов, бокситов, железных, никелевых и других руд, образующиеся при интенсивном разрушении соответствующих по составу горных пород и занимающие иногда весьма значительные площади

Кроме того, происходит снижение концентрации активных веществ в поступающей сверху воде в результате её смешивания с уже очищенной грунтовой - гидратация.

Выщелачивание образующихся растворимых соединений приводит к образованию пор, каверн, иногда больших полостей (карстов). Стенки этих пустот часто бывают покрыты натечными образованиями или щетками кристаллов экзогенных минералов или могут быть заполнены землистым охристым материалом. В тех местах, где происходит массовое выщелачивание более или менее легкорастворимых пород, наблюдается проседание с поверхности почвы, а иногда образование провалов и даже больших пещер (в гипсовых и известняковых толщах).

Развивающийся на самой поверхности растительный покров, а вместе с ним и различные органические соединения, переходящие в растворы, значительно усиливают процессы химического разложения пород и руд.

Если химическому выветриванию подвергаются месторождения полезных ископаемых, возникающие остаточные образования носят название **шляп** (железных, марганцевых, гипсовых и др.).

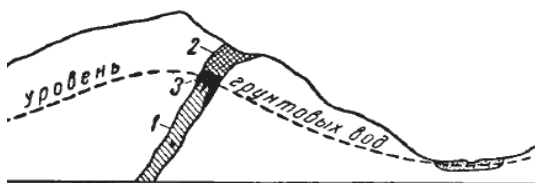


Схема поперечного разреза сульфидного месторождения, обнаженного на дневной поверхности.

1 — первичные

медносulfидные руды; 2 — железная шляпа; 3 — зона вторичного обогащения медью (черное) [1, стр.144]

За счет выщелачивания ряда компонентов содержание остающихся полезных ископаемых в этих шляпах обычно значительно выше, чем в неразложившихся первичных рудах, т. е. залегающих ниже уровня грунтовых вод. Важно отметить, что некоторые выщелачиваемые металлы, особенно медь, а также серебро, цинк и другие, переносимые просачивающимися водами в виде растворов к низам зоны окисления, т. е. к уровню грунтовых вод, вступают в реакции с первичными рудами или с химически активными боковыми породами (известняками). В медносulfидных месторождениях в этих случаях образуется зона *вторичного* сульфидного обогащения со значительно повышенным содержанием меди в рудах.

Именно такие процессы обычно идут в полиметаллических свинцово-цинковых рудах<sup>1</sup>. Например, минералы **сфалерит** и **галенит** практически всегда сопутствуют друг другу, причём сфалерит преобладает над галенитом. Однако в зоне окисления сфалерит разлагается быстрее, и его соединение – сульфит цинка **ZnSO<sub>3</sub>** легко переходят в раствор. В результате происходит обогащение руды свинца – галенита. Если боковые породы содержат известняк, в результате

взаимодействия с сульфитом цинка образуется новый экзогенный минерал – **смитсонит**, **карбонат цинка ZnCO<sub>3</sub>** (второй снимок).

В свою очередь, и галенит при окислении в зоне выветривания покрывается коркой экзогенного минерала – **англезита, сульфата свинца PbSO<sub>4</sub>**, который затем с поверхности переходит в карбонат свинца, **церуссит PbCO<sub>3</sub><sup>2</sup>** (третий и четвёртый снимки).

В процессах химического воздействия большую роль играют климатические факторы (средняя годовая температура и количество осадков). При малой влажности и высоких средних годовых температурах процессы окисления и концентрации химических соединений происходят энергичнее. Большое значение имеет также рельеф местности. В гористых районах вследствие большой эрозионной деятельности не успевает происходить накопление продуктов химического разрушения. Иная картина наблюдается в районах с пониженным рельефом.



<sup>1</sup> Можно напомнить, что **пирит** и **халькопирит** почти всегда присутствуют во всех месторождениях полиметаллических руд и именно они выделяют в зоне окисления наибольшее количество кислоты – как серной **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, так и сернистой **H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>**, соли которой и называют **сульфитами**

<sup>2</sup> Смитсонит и церуссит не являются предметом рассмотрения данного сборника

**Осадочные процессы** происходят в водных средах: реках, озерах и морях. Эти процессы во все геологические эпохи приводили к образованию огромной мощности толщ осадочных горных пород.

Среди осадков различают механические и химические.

*Механические* образуются при размыве продуктов выветривания и переотложении водными потоками химически стойких минералов и обломков пород в виде галечника, гравия, песков и песчаных глин в речных долинах и водных бассейнах. Если размыву подвергаются продукты выветривания месторождений или пород, содержащих химически стойкие ценные минералы, то они в результате повторных перемылов и перераспределения материала по удельному весу в речных долинах образуют *россыпи*, имеющие часто промышленное значение. Таковы россыпные месторождения золота, платины, алмазов и др.

При накоплении механических осадков образование новых минералов не происходит, лишь в древних россыпях иногда устанавливаются некоторые позднейшие химические изменения в обломочном материале.





*Химические осадки* возникают главным образом в озерах и морских бассейнах. Выпадение осадков может происходить различными путями: либо путем кристаллизации насыщенных солями растворов, либо путем осаждения свертывающихся в виде гелей коллоидных образований, либо, наконец, путем накопления продуктов жизнедеятельности органического мира и самих органических остатков.

На снимке - расколотый образец конкреции (осадочное образование) из личной коллекции, диаметр ~ 6 см. Место происхождения не указано.

Внутри образование явно не мономинеральное, с высоким содержанием борнита и, возможно, других сульфидов меди, например, халькопирита и ковеллина. Химический анализ отдельных зёрнышек, кристалликов породы в таких условиях может давать разные результаты. Мне неясно, где и как смогли сформироваться подобные конкреции – борнит (экзогенный минерал) наименее химически стойкий из сульфидов меди, и должен бы быстро химически преобразоваться в контакте с водой, особенно, если она морская. Вероятно, дело в том, что он был полностью изолирован от воды плотной оболочкой. Тогда, из каких бы материалов он ни был сложен, его образование совершенно не противоречит теории. Он может быть и частично органогенного происхождения.

При *экзогенных* процессах **халькопирит** образуется очень редко среди осадочных пород в условиях сероводородного брожения при разложении органических остатков и притоке меденосных растворов. Наблюдались явления замещения им древесины и организмов (наряду с халькозином и марказитом). <...>

**Экзогенный борнит** бывает широко развит в *зонах вторичного сульфидного обогащения*. <...>

Известны случаи образования **халькозина** из меденосных растворов в **осадочных породах**, содержащих органические остатки. <...>

Ковеллин ... является одним из характернейших **экзогенных минералов** зоны вторичного сульфидного обогащения в меднорудных месторождениях.

В целом минеральные конкреции, особенно морские – это очень богатые руды, их запасы огромны, и главные препятствия для их добычи - технологические.

1. Образование *кристаллических* осадков происходит во многих усыхающих озерах, в которых в условиях сухого жаркого климата поверхностное испарение превышает приток пресной воды.

Кристаллизация солей наступает при перенасыщении ими водных растворов. Последовательность выделения минералов при испарении растворителя (**H<sub>2</sub>O**) определяется двумя главными факторами: температурой растворов, при которой происходит кристаллизация, и соотношением компонентов в составе растворов.

2. Образование *коллоидальных* осадков в озерных и морских бассейнах много сложнее, и не все стороны этого явления изучены в достаточной степени. Некоторые образующиеся при выветривании соединения переносятся текучими водами не только в виде истинных растворов, но также в виде коллоидных растворов — золей, устойчивых в пресных водах. Эти растворы, попадая с поверхностными водами в морские бассейны, подвергаются коагуляции (слипанию) под влиянием электролитов, содержащихся в больших количествах в морских водах в виде ионов растворенных солей. Так ведут себя коллоидальные растворы окислов железа, марганца, кремния и др.

Образующиеся при коагуляции золей микродисперсные минеральные осадки вместе с приносимыми речными водами глинистыми частицами, мелким обломочным материалом и остатками морских организмов отлагаются на дне прибрежных зон бассейнов в виде прослоев или более мощных правильных по форме пластов. С течением времени в этих осадках происходят некоторые преобразования и превращение их в плотные массы.

Изложено по [1, стр.144-146]

## Метаморфозы медных руд

Я уже писал, как растратил свои запасы образцов медных руд в надежде, что они «будут всегда».



Более крупные образцы, иногда размером с кулак, похожие на снимки слева, я раздал как сувениры. Правда, многие из них чаще напоминали центральный снимок, с заметным количеством кварца. Сейчас приходится приводить снимки из Интернета. Правый снимок – сохранившийся личный образец размером около ~ 9 x 7 см. В центре – образец халькопирита в кварце, такие были покрупнее, но не очень показательные. Но этот не потускнел.

Осталась мелочь - кусочки размером 2 – 2,5 см, в большинстве своём – **халькопирит**, иногда – с пунцовыми и голубоватыми пятнами – примесью **борнита**. «Цвета побежалости, следы окисления» - говорил отец. Собственно, а что такое «цвета побежалости», как не результат окисления?

Через 20 – 25 лет хранения некоторые из этих кусочков изменились так, что и не узнать. Эти два кусочка размером 1,5 – 2 см когда-то были почти



одинаковыми на вид. Но за прошедшие годы один из них остался почти неизменным, а другой стал почти багровым. Правда, возможно, второй и раньше был с пунцовыми пятнами. Да и хранились они, скорее

всего в разных условиях. Часть такой крошки оставалась у меня в дома, в помещении, в коробочках, а другая часть – в ящиках практически на улице, в крытом дворе, где оседала пыль с аглофабрики и металлургического комбината, и присыпало снегом, и залетали брызги дождя, и сам ветер был порой с едким запахом сернистого газа. Не знаю, можно ли утверждать, что правый образец – всё ещё **халькопирит**, а не **борнит**.



Есть (или был?) у меня и кусочек «показательного» **борнита** с лиловыми и голубыми пятнами размером ~ 3 x 4 см. Первоначально он более всего походил на приведённый слева снимок из Интернета, правда, синевы было поменьше, а пурпура в окраске – побольше, примерно треть. Его я хранил отдельно от других – считал самым красивым. Через два десятка лет он приобрёл такую окраску, как в центре. Но и центральный снимок пришлось скачивать из Интернета, т.к. ещё за десять лет он ещё больше потемнел, несмотря на то, что он хранился отдельно от других и в помещении. Его нынешний вид приведён на правом снимке.

И если на левом снимке образец идентифицирован как **борнит**, на среднем - однозначно назван **ковеллином**, как следует мне называть свой образец (справа), который «прошёл» все эти стадии? Он уже совсем не похож на первоначальный **борнит**, но его *всё ещё* следует считать **ковеллином**, или он уже в *большей степени халькозин*? Тем более, что все эти руды соседствуют на одном руднике им. III Интернационала? (И на Меднорудянско-Высокогорском тоже присутствуют). Особенно, если учесть, что они почти везде сопутствуют друг другу и вместе присутствуют в зернистых агрегатах



зоны вторичного  
сульфидного  
обогащения.

На снимке:  
**Мелкокристаллический  
агрегат халькозина с  
примесью ковеллина  
халькопирита и  
борнита**

Кажется, чему удивляться? Понятно, что химические реакции идут не только в лабораторных пробирках и металлургических предприятиях, и даже не только в рудных толщах месторождений. Они идут всегда и везде, только разные и с разной скоростью. Никого не удивляют зелёные потёки на бронзовых и латунных изделиях, включая памятники и даже кровли храмов, покрытые бронзовой краской. Нет ничего странного, что старинная бронзовая или латунная вещица, отчищенная до блеска, через две-три недели вновь покрывается оливково-зеленоватой патиной – плёнкой окислов и солей, в какой-то степени предохраняющей металл от дальнейшего разрушения. Никого не удивляет, что мокрое, не вытертое насухо железо быстро покрывается ржавчиной. Ржавчина – это и есть тот самый минерал **лимонит**, железная руда.

И коллекционеры, по крайней мере, знают, что самых страшный враг коллекций минералов, отдельных образцов – пыль, не только потому, что она часто содержит абразивные частицы, механически повреждающие, царапающие образцы, но и потому, что под слоем пыли, особенно увлажнённой, возможность химических реакций сохраняется на более долгий срок, чем на сухом камне. Тем более, если пыль содержит разнородные металлические частицы, да и сам минерал рудный. И всё же это «где-то там».

А когда просто так положишь в ящик «камни», а потом, через какой-то срок этот же ящик откроешь и достанешь оттуда уже «не совсем те камни», а другие, похожие по форме, но претерпевшие какие-то изменения, метаморфозы, невольно испытываешь чувство неожиданности.

Попробуем разобраться с медными рудами, точнее, сульфидами меди. Роль **пирита  $\text{FeS}_2$** , за счёт которого на месторождениях образуется основная часть **серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$** , уже рассматривалась. На месторождениях меди ему постоянно сопутствует близкий по химической формуле минерал **халькопирит  $\text{FeCuS}_2$** , с которым происходят очень похожие реакции. Но в дополнение к тем соединениям, которые уже рассмотрены, в результате реакции с халькопиритом образуется еще растворимый сульфат меди, **медный купорос  $\text{CuSO}_4$** .

Сульфат меди в водном растворе существует в виде подвижных ионов, не связанных намертво друг с другом (иначе вообще никакие реакции были бы не возможны). При вступлении в присутствии серной кислоты в реакции с



**халькопиритом**, последний обогащается медью, в результате образуется уже новое вещество **Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub> – борнит (формула приблизительная!)**.

**Борнит** - минерал, сульфид железа и меди. Химический состав непостоянен, колеблется в значительных пределах. Легко превращается в халькозин и ковеллин. В природных условиях образует ограниченные твердые растворы с **халькопиритом**, распадающиеся при понижении температуры. Этот процесс распада изучен экспериментальным путем.

По ярко-синим побежалостям можно ошибочно принять за ковеллин (при царапании ножом можно убедиться в истинном цвете минерала).

**Происхождение и месторождения.** Встречающийся в природе **борнит** имеет как эндогенное, так и экзогенное происхождение.

**Борнит эндогенного** происхождения встречается в некоторых *гидротермальных* месторождениях. В ряде случаев он содержит микроскопические, обычно пластинчатые включения **халькопирита**, являющиеся продуктом распада твердого раствора. С ним встречаются также **халькозин, галенит, сфалерит, пирит** и др.

В России **эндогенный борнит** в ассоциации с **халькозином** встречался в ряде колчеданных залежей Урала (Рудник *им. III Интернационала*).

**Экзогенный борнит** в значительных количествах встречается в зонах вторичного сульфидного обогащения почти во всех медносульфидных месторождениях, особенно если выветривание происходит в условиях умеренного климата.

Как наиболее ранний вторичный сульфид он образуется, главным образом **за счет халькопирита**. В значительных массах встречается редко. По сравнению с другими вторичными сульфидами меди является менее устойчивым, замещаясь более богатыми медью халькозином и ковеллином. При разложении в зоне окисления по борниту образуются кислородные соединения: **малахит, азурит**, реже **куприт** и др.

[1, стр.224-226], с сокращениями.

При дальнейшем взаимодействии минералов с серной кислотой и медным купоросом происходит замещение и оставшегося иона железа на ион меди, в результате формируется соединение **Cu<sub>2</sub>S \* CuS<sub>2</sub> (упрощенно, CuS)**, минерал **ковеллин**.

**Ковеллин** - сульфид меди **CuS**. Химическими анализами устанавливаются примеси **Fe**, реже **Se, Ag и Pb**.

Легко узнается по индигово-синему цвету и низкой твердости.

**Цвет** индигово-синий. **Черта** серая до черной. Непрозрачен. В тончайших листочках просвечивает зеленым цветом. **Блеск** металлический.

В поверхностных условиях **ковеллин** неустойчив, окисляясь, переходит в кислородные соединения **Cu (куприт, азурит, малахит)**. [2].

**Агрегаты.** Обычно **ковеллин** наблюдается в виде тонких примазок ярко-синего цвета или синевато-черных порошковатых или сажистых масс.

**Происхождение.** 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.

Самостоятельных месторождений не образует, но встречается, хотя бы в ничтожных или небольших количествах, буквально во всех месторождениях медносульфидных руд. **Ковеллино-халькозиновые** руды принадлежат к числу наиболее богатых. По сравнению с первичными **халькопиритовыми** рудами они при одной и той же степени вкрапленности дают вдвое более высокое содержание меди. [1, стр.226-229] с сокращениями.

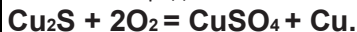
Аналогично **ковеллину** и практически в тех же условиях образуется и другой сульфид меди, **халькозин**. В отличие от чуть более богатого медью **ковеллина** он может образовывать и довольно крупные залежи, но, как правило, **ковеллин** в них присутствует всегда. Рудник им. III интернационала, откуда происходят мои образцы, как раз и является таким месторождением, и даже приведён в учебнике А.Г. Бетехтина (см. Борнит).

**Халькозин**. Химический состав **Cu<sub>2</sub>S**.

**Агрегаты** сплошные, мелкозернистые, **Цвет** свинцово-серый, с черноватым оттенком, иногда со стально-синей или черной побежалостью. Блеск сильный металлический. Непрозрачный. Черта блестящая темно-серая.

**Происхождение и месторождения**. В природе образуется как в эндогенных, так и в экзогенных условиях, но исключительно при низких температурах (ниже 91 °С).

Как **эндогенный минерал** он изредка встречается в некоторых *гидротермальных*, богатых медью и бедных серой сульфидных месторождениях. В парагенезисе с **халькозином** в этих случаях наблюдается чаще других **эндогенный борнит**. Однако в главной массе **халькозин** образуется *экзогенным* путем в так называемых зонах вторичного сульфидного обогащения во всех медно-сульфидных месторождениях. Как и другие вторичные сульфиды меди, **халькозин** возникает при реакциях между первичными сульфидами и растворами сульфатов меди, просачивающимися из зоны окисления медных месторождений. Часто он развивается метасоматическим путем на месте **вторичного борнита**. Иногда он непосредственно замещает **первичный халькопирит**, в ряде случаев — **галенит, сфалерит** и другие сульфиды первичных руд. В зоне кислородного выветривания халькозин неустойчив и, разрушаясь, переходит в куприт (Cu<sub>2</sub>O), малахит, азурит и другие кислородные соединения. При неполном окислении нередко за счет халькозина образуется **самородная медь** по реакции:



[1, стр.226-229] с сокращениями.

И напоследок, чтобы тема метаморфоз медных руд не осталась незавершённой, хотя бы частично можно рассмотреть, что происходит с ними дальше.

Уже неоднократно отмечалось, что в приповерхностных условиях при контакте сульфатов меди с карбонатами, в первую очередь, кальция (т.е. с **известняками СаСО<sub>3</sub>**) в зонах окисления происходит формирование минералов – карбонатов меди – **малахита** и **азурита**. И в таких же условиях происходит выделение – **самородной меди Cu**. Таким условиям отвечает ещё одно легендарное месторождение в пределах городской черты Нижнего Тагила – Меднорудянское. Оно расположено несколькими километрами южнее и чуть западнее Рудника им. III Интернационала, по являясь южной частью Высокогорского железорудного месторождения. Ещё дальше, в 2-3 км к югу расположен известковый карьер, но залежи известняка тянутся сплошным массивом до Высокогорско-Меднорудянского месторождения.

Поскольку эти минералы уже не имеют непосредственной связи с серой, их характеристики приводятся в минимальном объёме.

**Медь самородная** - минерал из класса самородных элементов. Обычно самородная медь образуется в зоне окисления некоторых медносульфидных месторождений. Наиболее известные месторождения самородной меди - Турьинские рудники (Урал), Меднорудянское (Урал, Нижний Тагил), Джезказганское (Казахстан).

В природном минерале обнаруживаются Fe, Ag, Au, As и другие элементы в виде примеси или образующие с Cu твёрдые растворы. Кристаллическая структура - кубическая гранецентрированная решётка.

**Агрегаты.** Часто наблюдаются неправильные пластинчатые дендриты или реже целые пластины, образовавшиеся в трещинах пород при экзогенных процессах, в верхних частях месторождений (в зонах окисления) находили сплошные массы в несколько тонн весом.

Поверхность меди часто покрыта плёнками "медной зелени" (малахит), "медной сини" (азурит), фосфатов меди и других продуктов её вторичного изменения. В кислотах легко растворяется, при добавлении аммиака раствор окрашивается в глубокий синий цвет.

Самородная медь встречается также в осадочных породах, преимущественно в медистых песчаниках и сланцах.

Чаще всего вес самородков составляет 1-2 килограмма, хотя находили и особо крупные экземпляры весом до 420 килограммов. Самородная медь имеет не только интересную и причудливую форму, но и завораживающий цвет: на месте распила она нежно-розовая, а по краям - темно-медная, красноватая или кирпичная.



Дендриты самородной меди, покупной образец. Джезказган, Казахстан. Утверждается, что раньше подобные были и на Меднорудянском месторождении. Размер данного образца ~ 5 x 6 см. Снимок приведён с увеличением, чтобы были видны природные кристаллы меди. Самый крупный образец дендрита самородной меди в моём распоряжении ~ 8 x 10 см, однако многие его кристаллы смяты, сглажены и не так показательны. К тому же основная часть его поверхности покрыта черным налётом окиси меди  $\text{CuO}$ , и на снимке детали образца практически не видны.

На срезах, спилах самородная медь имеет красивый розовый цвет (как у свежих образцов электролизной рафинированной меди), который при окислении на воздухе быстро темнеет и приобретает красный или кирпичный оттенок, как на приведённом снимке.



**Малахит, Меднорудяное месторождение. С увеличением.**  
**Образец в породе и подшлифованный участок среза. Личная коллекция**

**МАЛАХИТ** —  $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ , безводный карбонат меди. Обычно встречается в массах почковидной формы с радиально-волокнистым строением. Для крупных почковидных сферолитовых образований характерно концентрически-зональное строение, особенно эффектно проявляющееся на полированных образцах. Встречаются и землистые разновидности (медная зелень).

**Происхождение и месторождения.** Малахит образуется исключительно в зонах окисления медных сульфидных месторождений, особенно если они залегают в известняках, или первичные руды содержат много карбонатов. Является самым распространенным минералом меди в окисленных медных рудах. Он развивается как путем замещения карбонатов, так и путем выполнения пустот с образованием в них типичных сферолитовых форм. В виде включений или примазок «медной зелени»



часто встречается в зонах окисления медных месторождений, однако большие скопления, особенно поделочные сорта его, теперь становятся уже редкостью.

На Урале мировой известностью пользовались два крупнейших месторождения: *Меднорудянское* (у Нижнего Тагила) и *Гумешевское* (к юго-западу от Екатеринбурга).

Меднорудянское месторождение по своему богатству и красоте узоров малахита в полированном виде являлось единственным в мире. Отсюда получен облицовочный малахит знаменитых колонн Исаакиевского собора (в Санкт-Петербурге), малахитового зала Зимнего дворца, столов Эрмитажа и др. Первая крупная глыба малахита почти 50 т весом вместе с другими кислородными соединениями меди была вскрыта на глубине около 70 м среди глинистых сильно ожеженных, разрушенных пород у границы скарнов с известняком.

Гумешевское месторождение известно с конца XVIII в. Оно дало огромное количество прекрасного поделочного малахитового материала, заполнившего витрины многих музеев того времени. Крупные куски сферолитового малахита залегли среди красных глин. Отсюда получена замечательная по красоте рисунка большая глыба малахита весом около 1,5 т, хранящаяся в музее Санкт-Петербургского горного института.

Поделочный малахит в настоящее время поступает с месторождения *Колвези* в провинции Шаба (Заир, Центральная Африка).



Музей Санкт-Петербургского Государственного Горного Университета (СПГГУ). Этот зал был специально спроектирован для того, чтобы выставить глыбу Гумёшевского малахита весом около 1,5 т. У дальней стены – крупный дендрит самородной меди. Фото с официального сайта <http://piterbu.ru/muzei/4297-gornyi-muzei>



**Азурит, сросток кристаллов (покупной образец) и землистая масса – Высокогорско-Медноруднянское месторождение. Личная коллекция**

**АЗУРИТ** —  $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2[\text{OH}]_2$ , минерал, основной карбонат меди.

**Цвет азурита** темно-синий, в землистых массах голубой. **Черта** голубая.

Синяя окраска этого камня обусловлена именно соединениями меди.

Отдельные крупные кристаллы редки. Часто встречаются красивые многогранные кристаллы азурита, образующие мелкие друзы; короткие, длиннопризматические, толстотаблитчатые кристаллы.

Агрегаты: плотные зернистые массы, радиально-лучные агрегаты, землистые скопления. Встречается также в виде налётов и землистых масс, называемых "медная синь". Азурит называют также медной лазурью. Подобные соединения присутствуют и в малахите.

Характерны псевдоморфозы по **азуриту малахита**.

**Происхождение.** Азурит образуется в зоне окисления медных и других месторождений за счёт окисления первичных рудных сульфидов меди - халькопирита, борнита, блёклых руд и др.

Сопутствующие минералы: малахит, хризоколла, самородная медь, куприт, брошантит, элит, лимонит, гипс, различные сульфиды меди.

**Месторождения.** Плотные сросшиеся кристаллы азурита встречается в меднорудных районах Алтая и Урала, в Казахстане, Африке (Заир) и др. Оба минерала часто образуют сростания — так называемый азурумалахит.

Наиболее качественные российские азуриты добываются на месторождениях Южного Урала.

## СУЛЬФАТЫ

Напомним, **сульфаты** – соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , наиболее известными представителями сульфатов являются минералы группы **гипса**.

Моя заметка о гипсе и селените была написана ещё в 2015 году. Когда я начал собирать под одной обложкой заметки о минералах – соединениях серы из личной коллекции, хотел ею и ограничиться. Не получилось: весь класс минералов очень невелик, его представители являются постоянными спутниками всех описанных сульфидов, к тому же в моей коллекции, как оказалось, он присутствует почти весь (вызывает сомнения один образец). Да и всё изложение без них было бы очень неполным.

Геохимия серы характеризуется особенностями, не свойственными многим химическим элементам. Элемент способен давать электрически нейтральные 8-атомные молекулы **S<sub>8</sub>**, а также образует различно заряженные положительные и отрицательные ионы.

С отрицательно заряженными ионами **S<sup>2-</sup>** связано образование **сульфидов**.

В окислительной обстановке сера может давать молекулярное соединение **SO<sub>2</sub>** (сернистый газ), а в растворах — комплексные анионы **[SO<sub>3</sub>]<sup>2-</sup>** и в более окислительной среде **[SO<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>**. Кристаллические образования, представляющие собой соединения металлов с этими анионами, называются **сульфитами** (два минеральных вида) и **сульфатами** (широко распространены в природе).

Возникновение серноокислых солей металлов может происходить лишь в условиях повышенной концентрации кислорода<sup>1</sup> и при относительно низких температурах. Такие условия создаются вблизи земной поверхности, где и встречается подавляющая масса этих соединений.

Число устойчивых и широко распространенных в земной коре сульфатов невелико. Наиболее устойчивы сульфаты **Ba**, **Sr** и **Pb**. Катионы более легких элементов входят в состав сульфатов лишь в гидратированном состоянии, т.е. будучи одеты в «рубашку» из молекул **H<sub>2</sub>O**.

Щелочные металлы образуют слабые кристаллические структуры и легко растворяются в воде. Сульфаты трехвалентных металлов, главным образом **Al<sup>3+</sup>** и **Fe<sup>3+</sup>**, встречаются **только** в виде водных соединений.

<sup>1</sup> Как говорят, при повышенном парциальном давлении кислорода в окружающей среде. Это означает также, что все кислородные соединения солей серы могут быть исключительно **экзогенными, вторичными**.

В описании [1] минералы объединены в группы по химическому составу и типам кристаллических структур. Однако таких групп для безводных минералов очень немного. Поэтому основные минералы-сульфаты целесообразнее разделить на две основные группы:

### 1. Безводные сульфаты (группа барита)

Сюда относятся сернокислые соединения-минералы, не встречающиеся в природе в виде водных сульфатов

**Барит** - ( $\text{BaSO}_4$ ) – сульфат бария;

**Целестин** –  $\text{SrSO}_4$  - сульфат стронция;

**Англезит** -  $\text{PbSO}_4$  - сульфат свинца.

### 2. Группа гипса/ангидрита $\text{CaSO}_4$ .

**Безводный сульфат кальция (ангидрит)** по условиям образования в природе чрезвычайно тесно связан с **водным сульфатом кальция (гипсом)**, поэтому в дальнейшем они рассматриваются отдельной группой.

**Барит** – минерал очень распространённый, в тех или иных количествах присутствует практически на всех сульфидных месторождениях. Среди сульфатов это второй по распространённости минерал после **гипса**.

**Англезит** более распространён среди свинцово=цинковых руд. Он уже попадал в наше поле зрения при рассмотрении метаморфоз **сфалерита** и **галенита**, даже приведён его снимок из Интернета, который будет повторён в описании минерала.

**Целестин** менее распространён, как и химический элемент стронций.

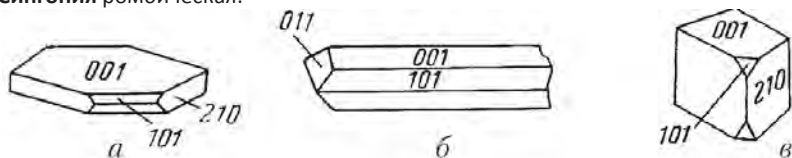
Общим свойством всех минералов сульфатов является очень низкая твёрдость (нет минералов с твердостью выше 3,5, а для богатых водой минеральных видов **гипса** она снижается даже до 2).

Кроме того, все минералы **группы барита** обладают высоким удельным весом, поскольку все являются солями тяжёлых металлов. Увесистость образцов ощущается даже в руке.

## ГРУППА БАРИТА

**Барит ( $\text{BaSO}_4$ ).** От греч. *барос* — тяжесть. Большой удельный вес этого минерала легко ощутим в руке. Среди очень немногочисленных бариевых минералов **барит** является главным, а среди безводных сульфатов — наиболее распространенным после **ангидрита**.

**Химический состав.**  $\text{BaO}$  — 65,7 %,  $\text{SO}_3$  — 34,3 %. В виде изоморфных примесей устанавливаются **Sr** и **Ca**. Разновидность с высоким содержанием стронция называется **баритоцелестином**. Изредка встречаются разности, богатые **Pb** и **Ra**. Из посторонних примесей устанавливаются иногда  **$\text{Fe}_2\text{O}_3$** , глинистые, органические и прочие вещества. **Сингония** ромбическая.



**Облик кристаллов.** Часто встречающиеся кристаллы барита обычно обладают таблитчатым обликом (а), реже распространены призматические, столбчатые (б), и изометрические кристаллы (в). Часто чрезвычайно богаты комбинациями. Двойники редки; обычно наблюдаются полисинтетические двойники, обуславливающие штриховатость на гранях. Характерны расщепленные кристаллы, иногда имеющие форму «розы». Агрегаты чаще зернистые, реже плотные, скрытокристаллические, землистые. Наблюдаются также в виде сталактитов и других «натечных» форм с концентрически-зональным строением. Известны конкреции с радиально-лучистым строением. В пустотах часто удается наблюдать эффектные друзы небольших кристаллов.

**Цвет.** Обычно барит посторонними примесями окрашен в белый или серый (микроскопическими включениями газов и жидкостей), красный (окисью железа), желтый или бурый (вероятно, гидроокислами железа), темно-серый и черный (битуминозными веществами), иногда голубоватый, зеленоватый и другие оттенки. Встречаются и бесцветные водяно-прозрачные кристаллы.

**Блеск** стеклянный, перламутровый. .

**Твердость** 3–3,5. Хрупок.

**Уд. вес** 4,3–4,5.

**Диагностические признаки.** Среди наиболее широко распространенных сульфатов **барит** обладает самым большим удельным весом (лишь у **англезита** уд. вес выше). Характерны совершенная спайность в одном направлении, нерастворимость в  $\text{HCl}$  даже при нагревании (отличие от всех карбонатов). От некоторых силикатов, похожих на него по спайности и другим признакам, отличается значительно меньшей твердостью.

Без химических реакций трудно отличим от **целестина**.



**П.п.тр.** растрескивается, сплавляется лишь в тонких осколках по краям, окрашивая пламя в желто-зеленый цвет (характерно для **бария**, отличие от **целестина**). С содой на платиновой пластинке сплавляется в прозрачную массу, которая по охлаждении становится мутной (при сплавлении на угле эта масса расплывается и впитывается внутрь).

В концентрированной **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** в порошкообразном состоянии медленно растворяется. От прибавления воды раствор мутнеет, т. е. снова выделяется **BaSO<sub>4</sub>**.

**Происхождение и месторождения.** Барит в природе образуется различными путями, но лишь в приповерхностных условиях. Не встречается как магматогенный минерал в изверженных, а также в глубинных метаморфических породах.

В **гидротермальных** месторождениях он довольно обычен. В качестве спутника он устанавливается во многих месторождениях сульфидных, марганцевых, железных и других руд. Известны золото-баритовые жилы. Встречаются почти чисто баритовые, барито-кальцитовые, барито-флюоритовые жилы с небольшой примесью кварца и редких **сульфидов** (**галенита**, **сфалерита**, **халькопирита**, иногда **киновари** и др.).

В небольших количествах, главным образом в виде конкреций, распространен в **осадочных** породах, но в иных условиях, чем **ангидрит**, **гипс** и **целестин**. Он никогда не встречается в соляных месторождениях, крайне редок в известняках, но зато часто устанавливается в осадочных месторождениях марганца (в окисных и карбонатных рудах), железа, в глинистых, песчаных и других осадках прибрежных зон морей.

Объясняется это тем, что растворимые соли бария, приносимые с суши поверхностными водами, при первой же встрече с ионами **[SO<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>** в морских водах образуют практически нерастворимый сульфат бария. Желваки барита обнаруживаются среди илов и в современных морях.

В зонах **выветривания** горных пород и рудных месторождений в районах с сухим климатом при внимательном изучении мелкие кристаллы барита часто столбчатого облика нередко устанавливаются в ассоциации с **гипсом** и гидроокислами железа.

**Барит** — химически устойчивый минерал, поэтому устанавливается в элювии, нередко в крупных обломках, а также в шлихах, получаемых при промывке россыпей. Однако как все минералы, обладающие хорошей спайностью и низкой твердостью, по мере продвижения в россыпи быстро измельчается и постепенно исчезает.

Из многочисленных месторождений барита в России указаны лишь гидротермальные месторождения **Белореченское** (Краснодарский край) и **Джаланкол** (Карачаево-Черкесия).

**Практическое значение.**

1. В виде тонкоизмельченного порошка как утяжелитель вводится в состав «глинистых растворов», используемых для цементации рыхлых пород при бурении нефтяных залежей с целью борьбы с газовыми выбросами и укрепления стенок скважин.
2. В химической промышленности является сырьем для изготовления различных солей и препаратов, используемых в пиротехнике, в керамике для производства эмалей, для выплавки специальных стекол, обладающих высоким коэффициентом преломления, в медицине и т. д.
3. В резиновой и бумажной промышленности применяется в качестве наполнителя и утяжелителя.
4. В лакокрасочной промышленности употребляется для производства высокосортных белил (в смеси с  $ZnO$  и  $ZnS$ ), цветных красок и др.
5. Употребляется в средствах радиационной защиты.

## Целестин ( $\text{SrSO}_4$ )



Не так давно в одном из сувенирных магазинов девушки-продавцы сообщили мне, что в продажу поступили несколько друз **аквамарины**<sup>1</sup>, но при этом назвали какую-то невероятно низкую цену. **Аквамарины** у меня уже были, в том числе и пара кристаллов вполне ювелирного качества, однако захотелось взглянуть, что же такое привезли.

Мне показали друзу красивых голубых кристаллов в жеоде. Совершенно определённо, это не были аквамарины. Но всё-таки я заинтересовался и купил один образец. Тут же, не отходя от прилавка, решил проверить твёрдость минерала и один из кристаллов чуть процарапал в незаметном месте

---

<sup>1</sup> Минерал из семейства **бериллов**

осколком **кварца**<sup>1</sup>. Твёрдость кристалла явно была не выше 4 баллов, а вероятнее — 3-3,5 балла. Конечно, это был никакой не аквамарин. Похожие по форме кристаллы встречаются у разных минералов, а с учётом твёрдости я предположил, что это какая-то голубая разновидность **флюорита** (фторида кальция). Так и высказал свою гипотезу девушкам. Всё же, когда принёс камень домой, начал рыться в справочниках, уточнять, что купил. И пришёл к выводу, что этот минерал, вероятнее всего — **целестин, сульфат стронция**. После этого запросил в Интернете фото целестина — и тут все сомнения отпали. На снимках были представлены точно такие же друзы и жеоды. Да и по весу эта друза подходила — она явно казалась заметно тяжелее, чем такие же по размеру друзы хрустала. Через неделю-другую, проходя мимо, снова зашёл в этот магазинчик, чтобы поделиться с девушками своим «открытием». Захожу, не успел и поздороваться, а они мне навстречу: «Вы были правы, это **ЦЕЛЕСТИН!** Нам новые образцы прислали, на этот раз в накладных всё верно указано!».

**Целестин ( $\text{SrSO}_4$ )** — [минерал, сульфат стронция](#). Назван по голубому цвету кристаллов, от *лат. caelestis* — небесный. Относительно редко встречается, но среди минералов **стронция** является главным.

**Химический состав.**  $\text{SrO}$  — 56,4 %,  $\text{SO}_3$  — 43,6 %. Иногда содержит **Ca** и **Ba** (нередко в значительных количествах).

**Кристаллическая структура** аналогична структуре **барита**. Встречающиеся кристаллы очень похожи на **барит**. Обычно имеют таблитчатый, столбчатый или призматический облик, нередко проявляют блочность и склонны к расщеплению. **Агрегаты** чаще зернистые, реже шестоватые, жилковатые и скорлуповатые. Встречается в виде желваков и секретий, причем в пустотах наблюдаются друзы кристаллов.

**Цвет** целестина голубовато-белый или голубовато-серый, реже с красноватым или желтоватым оттенком. Иногда обнаруживаются бесцветные, водяно-прозрачные кристаллы. **Блеск** стеклянный, на плоскостях спайности — перламутровый отлив.

**Твёрдость** 3–3,5. Хрупок. **Спайность** совершенная в одном направлении.

**Уд. вес** 3,9–4,0.

**Диагностические признаки.** В зернистых массах от карбонатов **Mg, Ca, Sr, Ba** и др. отличим по поведению в кислотах (карбонаты при растворении с нагреванием

---

<sup>1</sup> Твёрдость 6-7 баллов

выделяют **CO<sub>2</sub>**). По цвету иногда похож на **ангидрит**, но отличается по направлениям спайности и большему удельному весу. От **барита** часто трудно отличим.

Очень характерна реакция на стронций: **П.п.тр.** трубки плавится в белый шарик, **окрашивая пламя в интенсивный карминно-красный цвет**, особенно после смачивания **HCl** (реакция на стронций). На угле с содой дает серную печень. В крепкой **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** растворяется. Раствор мутится при прибавлении воды.

**Происхождение и месторождения.** Целестин в более или менее значительных массах в виде желваков, гнезд, иногда сплошных залежей встречается в толщах осадочных пород (в доломитах, известняках, гипсоносных глинах, мергелях и др.). Его находки нередко бывают приурочены к определенным горизонтам среди этих пород.

Он был также установлен в морских организмах, в частности в скелетах одной группы радиолярий. Иногда он встречается в раковинах аммонитов и в других окаменелостях как результат позднейшего отложения в них.

Известны, правда, очень редкие, но типичные гидротермальные жилы целестина, содержащие **галенит**, **сфалерит** и другие сульфиды. Наблюдался также в минералах изверженных пород.

**Месторождения** в Архангельской области (долина р. *Пинега*), в Верхнем и Среднем Поволжье с самородной серой (Водинское), в Башкирии, Оренбургской области и др. Значительное количество пунктов нахождения известно также в *Закаспии* (в Туркмении (*Бейнеу-Кыр*, *Арик*), на полуострове Мангышлак (*Унгозя*)) и других районах Средней Азии.

Около деревни Пут-ин-Бэй ([Put-in-Bay, Огайо, США](#)) находится самая большая целестиновая **жеода** — [Crystal Cave<sup>1</sup>](#): около 10 м в диаметре (по самой широкой стороне). На данный момент жеода оборудована как туристический объект: сделан вход, убраны кристаллы с пола. Хотя количество кристаллов в «пещере» уменьшилось при её оборудовании и добыче целестина, среди оставшихся есть экземпляры длиной до 1 м.

**Практическое значение.** Целестин является главным источником солей стронция, употребляемых в фармацевтике, пиротехнике (для получения яркого карминно-красного пламени) и в химической промышленности, стекольной и керамической (для изготовления иризирующих стекол, особых глазурованных кирпичей) и пр. В последнее время начали применять стронций в виде металла при производстве специальных сплавов, например, в качестве присадки к меди с целью повышения ее прочности и однородности.

---

<sup>1</sup> Не поленился, заглянул через Интернет, что это за местечко [Put-in-Bay, Огайо, США](#) с «Целестиновой пещерой». Не впечатлило: целестин там белесый, не такой красивый, как на снимке, и пещерка по нашим меркам невелика. Наши Кунгурские ледяные пещеры, или кальцитовые пещеры Чатыр-дага в Крыму, или гипсовые «Хрустальные пещеры» Найка в Мексике несравнимо эффектнее. Снимков жеоды не очень много. Остальные рекламируют отели этого местечка, берег озера, еду в ресторанах и большие кровати в номерах. Видимо, у «всего цивилизованного мира» именно такие ценности, им не до Чудес Природы...





Эти снимки получены на по рекламной ссылке на страницу Put-in-Bay, а по запросу «Хрустальная пещера Огайо»

**Англезит ( $\text{PbSO}_4$ ).** Впервые был установлен на о. Англезе (Уэльс), откуда и произошло его название.

**Практическое значение.** При разработке зон окисления свинцовых месторождений **англезит** вместе с другими кислородными соединениями свинца идет в плавку.



**Химический состав.** От примесей обычно свободен, известна разность, богатая  $\text{BaO}$  (8,45 %).

**Кристаллическая структура** аналогична **бариту**. Кристаллы обычно таблитчатые, реже короткостолбчатые или пирамидальные. Крупные кристаллы редки, чаще встречается в виде кристаллических корочек на **галените**, друз мелких кристаллов, в плотных зернистых или землистых массах.

**Цвет.** Бесцветен и часто водяно-прозрачен. Нередко окрашен в серый, желтоватый или бурый цвет (гидроокислами железа). Черный цвет (иногда) обусловлен микроскопическими включениями неразложившегося галенита. **Блеск** алмазный.

**Твердость** 2,5–3. **Хрупкость** хрупок. **Спайность** несовершенная.

**Уд. вес** 6,1–6,4.

**Диагностические признаки:** в окисленных рудах тесная ассоциация с **галенитом**. **П.п.тр.** растрескивается и легко плавится. На угле с содой дает серную печень и затем в восстановительном пламени — королёк свинца.

В концентрированной **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** растворяется лишь при нагревании.

Полностью растворяется в **КОН** (отличие от **целестина** и **барита**).

**Происхождение и месторождения.** Как труднорастворимый продукт окисления **галенита** и других сернистых соединений свинца **англезит** образуется главным образом в зонах окисления **свинцово-цинковых** сульфидных месторождений, часто в ассоциации с гораздо более распространенным **церусситом PbCO<sub>3</sub>**. В тех или иных количествах **англезит** присутствует в зонах окисления всех галенитсодержащих сульфидных месторождений.

**Англезит** - первое кислородное соединение свинца, возникающее при окислении **галенита** по реакции: **PbS + O<sub>4</sub> = PbSO<sub>4</sub>**. Под влиянием углекислоты, в свою очередь, легко переходит в карбонат свинца — **церуссит (PbCO<sub>3</sub>)**. Оба минерала в силу низкой их растворимости в воде обычно образуют вокруг кусков сплошного **галенита** белую корку, предохраняющую от дальнейшего окисления центральные участки галенита. Общее содержание свинца в зонах окисления всегда выше, чем в первичных сульфидных рудах. На этом свойстве основано хранение **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** в сосудах, внутренние стенки которых покрыты слоем металлического свинца: образующаяся нерастворимая тонкая оболочка **PbSO<sub>4</sub>** столь плотна, что не допускает дальнейшего превращения свинца в сульфат. Это вызвано тем, что постоянный спутник галенита — **сфалерит** — и сульфиды меди при окислении переходят в легкорастворимые сульфаты и выносятся, за счет чего происходит обогащение окисленных руд свинцом.

**Англезит** может образоваться и **гидротермальным** путем, правда, в особых условиях. В виде прекрасно образованных, часто довольно крупных кристаллов он встречается в таких свинцово-цинковых месторождениях, отложение руд которых могло происходить вблизи дневной поверхности (вероятно, при смешении с насыщенными свободным кислородом водами). Описаны хорошо образованные кристаллы из месторождений: *Березовского* золоторудного (Урал), ряда алтайских, нерчинских (Восточное Забайкалье) и др.



Этот камень подарили отцу его выпускники не позднее 1977 года, возможно, в середине 60-х. Откуда привезли — не известно. Твёрдость — не выше 3 баллов (царапается ножом, и пообтёрся за годы). Основание (тёмные пятна слева) более всего походит на галенит. Я мог бы предположить, что это англезит, но образец крупноват (5,5 см), а с

единственным экземпляром в домашних условиях и удельный вес определять сложно, и химические опыты проводить. Ни о каком «алмазном блеске» говорить не приходится. Но твёрдость, спайность, реакция на прокаливании (без плавления) и формы отлетающих мелких кристалликов отвечают диагностическим признакам.





**Гипсовые розы во вскрышных породах Гайского месторождения**

## АНГИДРИТ И ГИПС

**Гипс и ангидрит, ангидрит и гипс** – по сути, это два состояния одного и того же соединения – сульфата кальция **CaSO<sub>4</sub>**, только в **гипсе** к каждой такой молекуле основе присоединены две молекулы воды, а **ангидрит**, как следует из названия, это обезвоженное вещество.

**Ангидрит – CaSO<sub>4</sub>;**

**Гипс – CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O.**

В природе минерал-**гипс** широко распространён, в частности, крупные его месторождения известны в Предуралье, Пермском крае, Башкирии, Оренбургской области и многих других местах.

Есть вещества, материалы, которые из-за своей распространённости, общеизвестности не воспринимаются нами как минералы, «камни», достойные коллекций.

К их числу относится **гипс**. Наверное, на всей планете найдётся очень немного людей (где-нибудь в джунглях или на уединённых островах), которые с ним никогда не сталкивались.

Однако большинство воспринимает этот минерал в первую очередь как медицинское средство фиксации костей при переломах и вывихах («Упал, очнулся, гипс»), а уже во вторую и третью - как строительный материал в штукатурке и прочих цементирующих средствах, а также для лепнины.

Это – тот гипс, о котором знают все.

Практически все знают, что он с давних времён активно используется скульпторами в качестве модельного материала, а также для изготовления разного рода как ширпотребовских изделий, так и копий серьёзных произведений искусства. Иногда такими копиями даже заменяют подлинники. Например, В Сирии, в Пальмире значительная часть скульптур из «настоящего» камня была заменена гипсовыми копиями задолго до начала всяких военных действий – просто для лучшей сохранности. И боевики часто кувалдами разбивали вместо мраморных статуй и древних амфор пустотелые гипсовые копии.

На фоне таких «знаний» отношение к гипсу обычно бывает, мягко говоря, несерьёзное, пренебрежительное.



И как-то забывается, что это может быть выразительный природный минерал, точнее, группа минералов – **ангидрит** и собственно **гипс**, при этом последний в природе бывает как в виде мелкокристаллических агрегатов, так и в виде кристаллов различного облика. Академик А.Е. Ферсман утверждал, что в Италии на одной каменоломне он наблюдал, как из целой горы один за другим выпиливали большие белоснежные полупрозрачные блоки так называемого «**алебастра**»<sup>1</sup>. Но на деле вся гора была одним большим кристаллом **гипса**. Так ли это – сказать сейчас сложно.

Наиболее распространена мелкозернистая, похожая на мрамор разновидность – именно её раньше в камнерезном деле её называли **алебастром**. В настоящее время художники выделяют три разновидности природного гипса: **зернистый** (мелко- и среднезернистые массы), **листоватый** (явно выраженные кристаллы) и **селенит** - агрегаты плотно сросшихся между собой параллельно-волокнистых кристаллов.

Название **алебастр** рекомендуется использовать **только в строительном деле** для частично обезвоженного **искусственным путём** гипса. По сути – почти тот же самый природный гипс, но размолотый в порошок и частично обезвоженный – обожжённый в специальных печах. Его называют также модельным или лепным.

Кроме **гипса** всех разновидностей, в природных условиях существует и полностью обезвоженный минерал – **ангидрит**, однако его залежи значительно меньше, т.к. он быстро присоединяет к себе атмосферную и грунтовую воду, превращаясь в обычный гипс.

---

<sup>1</sup>Это название крайне неудачно, т.к. иногда ошибочно называют алебастром некоторые разновидности **кальцита** – совершенно иного минерала, **карбоната кальция**  $\text{CaCO}_3$ . В античном мире их считали разновидностями одного и того же минерала и не видели между ними большой разницы. Путаница сохраняется до сих пор, и особенно, особенно когда речь идёт о каких-нибудь старинных вазах и других произведениях искусства. В этих случаях не всегда точно известно, то ли это изделие из кальцита, то ли из природного гипса, то ли это гипсовая отливка, то ли, наконец, изделие **вырезано** из модельного гипса, иногда не до конца затвердевшего

**Ангидрит ( $\text{CaSO}_4$ ).** Безводный сульфат кальция. Наименование от греч. "безводный" (по отношению к гипсу).

**Сходные минералы:** Внешне сходен с **кальцитом** (разное действие  $\text{HCl}$ ), **гипсом** (гипс мягче) [2].



**Свойства.** Кристаллы "альпийского типа" имеют кубическую форму, другие - призматические, в гидротермальных жилах часто таблитчатые. Грани с сильной полосатостью. Кристаллы встречаются редко; преобладают сплошные, крупно- и мелкозернистые, волокнистолучистые массы.

**Прочие свойства.** В присутствии воды при атмосферном давлении постепенно переходит в гипс, сильно увеличиваясь в объеме (до 30 %). С увеличением внешнего давления этот переход затрудняется [1, стр.433].

**Образование и нахождение.** Распространён в осадочных месторождениях, в крышах соляных

куполов. Образуется при более высоких температурах, чем гипс. Возможно образование в результате гидротермального низкотемпературного процесса минералообразования в жильных и скарновых месторождениях. Широко распространен как породообразующий минерал, частый спутник гипса в залежах солей и доломита. Осаждается в пересыхающих солёных водоемах.

Особенно характерно, что ангидрит образуется в жарких местностях в условиях дефицита воды, например, на соляных куполах. Вся вода, в том числе, атмосферная, поглощается прежде всего солью, так что для поглощения ангидритом и перехода его в обычный гипс воды почти не остаётся. На глубинах 100 – 150 м при высоком давлении вмещающих пород поглощение воды также ограничено из-за невозможности расширения, что повышает сохранность ангидрита.

**Применение:** применяется для получения сульфата аммония; для изготовления серной кислоты; в цементной промышленности. Иногда применяется как декоративный и поделочный камень - для отделки внутренних помещений, но из-за высокой гигроскопичности, низкой химической стойкости и очень малой твёрдости его применение в этих областях ограничено.

**Гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).** «Гипс» — старое греческое название минерала.

**Кристаллическая структура.** Согласно данным рентгенометрии, отчетливо выступает слоистая структура этого минерала.

**Облик кристаллов.** Гипс в природе встречается в виде таблитчатых или столбчатых кристаллов (бесцветных или окрашенных), либо в виде зернистых масс белого цвета, часто окрашенных примесями (алебастр), либо волокнисто-кристаллических.

Последняя разновидность и носит коммерческое название **селенита**.



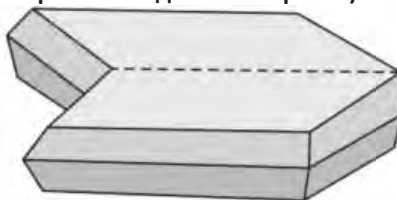
Прозрачный моноклинный кристалл гипса. Личная коллекция

**Твердость 2** (царапается ногтем). Весьма хрупок.

Спайность весьма совершенная, спайные выколки (в правой части кристалла на снимке) имеют ромбическую форму с углами **66 и 114°**.



**Двойники сростания** часты и бывают трех типов, но отличить их друг от друга не всегда легко. Два типа напоминают **ласточкин хвост** (Интернет, запрос «Гипс двойники фото»)



**Агрегаты.** В пустотах встречается в виде друз кристаллов. В трещинах иногда наблюдаются асбестовидные параллельно-волокнистые массы гипса с шелковистым отливом и расположением волокон перпендикулярно к стенкам трещин. На Урале такой гипс называют **селенитом**<sup>1</sup>. В тех случаях, когда гипс кристаллизуется в рыхлых песчаных массах, он в своей среде содержит множество захваченных песчинок, отчетливо заметных на плоскостях спайности крупных кристаллических индивидов (так называемый репетекский гипс).

<sup>1</sup> О нем будет сказано особо чуть далее



Кристаллы **гипса** и их сростки (друзы) красивы и разнообразны по форме, утверждается, что даже используются для ювелирных украшений. Однако по-настоящему эти украшения не пригодны для носки ввиду очень малой твёрдости камня. Зато становится понятным, почему такой гипс называют «линоватым», особенно по первому снимку.

Такие же друзы очень часто называют «гипсовыми розами». На снимке с Гайского месторождения в начале главы они видны на переднем плане прямо на поверхности земли.

Отдельные кристаллы гипса могут достигать гигантских размеров.

Обычны плотные тонкокристаллические похожие на мрамор агрегаты. Именно их часто также называют «алебастром». Как говорилось, это название крайне неудачное, наиболее подходящее – зернистый гипс. Тем не менее, неудачный термин до сих пор часто используется. Такой гипс бывает как чисто белый, так и окрашенный примесями.

### ***Мексика. Хрустальная Пещера Найка***

Пещеру гигантских кристаллов случайно обнаружили в 2000 году. Расположена глубине 300 м, содержит очень чистые кристаллы гипса, селенита, многие из которых продолжают свой рост (так что она «не совсем хрустальная»). Самый крупный кристалл - 11 м в длину, 4 м в диаметре и 55 т веса. Это делает его самым большим кристаллическим образованием естественного происхождения, когда-либо найденным на планете Земля.

В силу огромной научной и эстетической важности природное чудо в Мексике находится под охраной, а доступ в пещеры открыт только для ученых и исследователей. Еще в самом начале его истории некоторые посетители неоднократно разрушали кристаллы – пытались отколоть кусок в качестве сувенира, другие - преследовали коммерческие цели.

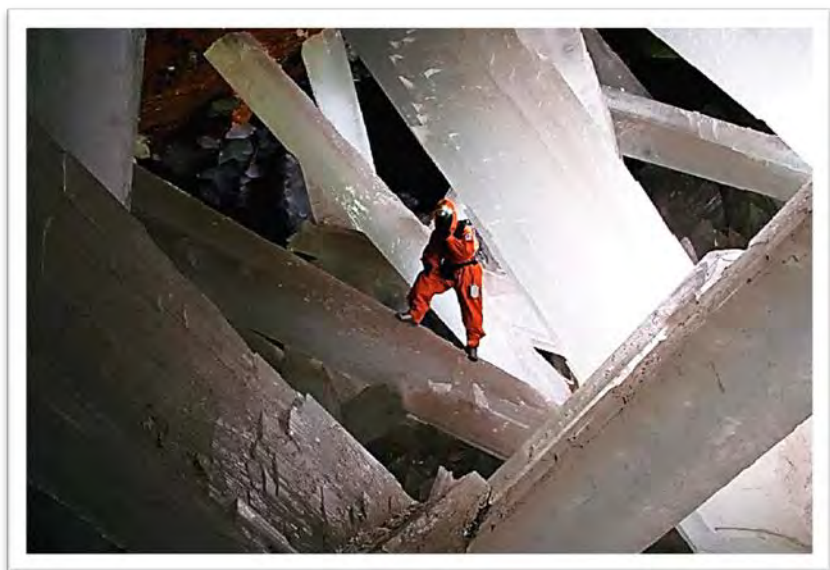


<http://udivitelno.com/mesta/item/867-peshchera-gigant>

<https://yandex.ru/video/search?filmId=awmXq4I6UXI&text=%D0%BC%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D1%85%D1%80%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BF%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%80%D0%B0&path=wizard>













Глыбы «зернистого гипса», фото из Интернета



Гипс листоватый (пластинчатый) – фото из Интернета.  
Он действительно похож на слюду

**Химический состав.**  $\text{CaO}$  — 32,5 %,  $\text{SO}_3$  — 46,6 %,  $\text{H}_2\text{O}$  — 20,9 %. Обычно чист. В виде механических примесей устанавливаются: глинистое вещество, органические вещества (пахучий гипс), включения песчинок, иногда сульфидов и др.

**Блеск** стеклянный, на плоскостях спайности — перламутровый отлив.

**Цвет** гипса белый. Отдельные кристаллы часто водяно-прозрачны и бесцветны. Бывает окрашен также в серый, медово-желтый, красный, бурый и черный цвета (в зависимости от цвета захваченных при кристаллизации примесей).

**Уд. вес** 2,3.

**Диагностические признаки.**

**П.п.тр.** теряет воду, расщепляется и сплавляется в белую эмаль. На угле в восстановительном пламени дает  $\text{CaS}$ .

В  $\text{HCl}$  растворим очень мало. Обладает заметной растворимостью в воде.

Особенностью гипса является то, что растворимость его при повышении температуры достигает максимума при **37–38 °C**, а затем довольно быстро падает. В воде, подкисленной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , растворяется гораздо лучше, чем в чистой. Однако при концентрации  $\text{H}_2\text{SO}_4$  свыше 75 г/л растворимость резко падает. Плотные мраморовидные агрегаты и волокнистые массы узнаются по низкой твердости и отсутствию выделения пузырьков  $\text{CO}_2$  при смачивании  $\text{HCl}$ .

**Происхождение и месторождения.**

Сравнительно редко гипс наблюдается как типичный *гидротермальный (эндогенного)* минерал в сульфидных месторождениях, образовавшихся в условиях низких давлений и температур. В этих месторождениях он иногда наблюдается в виде крупных кристаллов в пустотах и содержит включения халькопирита, пирита, сфалерита и других минералов. Редким примером гидротермального гипса могут служить прозрачные монокристалльные массы, выросшие поверх щеток кристаллов цеолитов в полостях габброидов *Талнахского* месторождения (Норильская группа, Красноярский край).

Осадочные (экзогенные) месторождения гипса распространены по всему земному шару и приурочены к отложениям различного возраста. На территории России мощные гипсоносные толщи пермского возраста распространены по Западному Приуралью, в Башкирии и Татарии, Архангельской, Вологодской, Нижегородской и других областях. Многочисленные месторождения позднеюрского возраста устанавливаются на Северном Кавказе, в Дагестане, Туркмении, Таджикистане, Узбекистане и др.

В природных условиях образуется различными путями.

1. В значительных массах он отлагается *осадочным* путем в озерных и морских соленосных отмирающих бассейнах. При этом гипс наряду с  $\text{NaCl}$  может выделяться лишь в начальных стадиях испарения, когда концентрация других растворенных солей еще невысока. При достижении некоторого определенного значения концентрации солей, в частности  $\text{NaCl}$  и особенно  $\text{MgCl}_2$ , вместо гипса будут кристаллизоваться **ангидрит** и затем уже другие, более растворимые соли. Следовательно, гипс в этих бассейнах должен принадлежать к числу более ранних химических осадков. И действительно, во многих соляных месторождениях пласты гипса (а также ангидрита),



переслаиваясь с пластами каменной соли, располагаются в нижних частях залежей и в ряде случаев подстилаются лишь химически осажденными известняками.

2. Весьма значительные массы гипса возникают в **результате гидратации ангидрита** в осадочных отложениях под влиянием действия поверхностных вод в условиях пониженного внешнего давления (в среднем до глубины 100–150 м) по реакции:  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

При этом происходят сильное увеличение объема (до 30 %) и, в связи с этим, многочисленные и сложные местные нарушения в условиях залегания гипсоносных толщ. Таким путем возникло большинство крупных месторождений гипса на земном шаре. В пустотах среди сплошных гипсовых масс иногда встречаются гнезда крупнокристаллических, нередко прозрачных кристаллов («шпатовый гипс»).

3. В полупустынных и пустынных местностях гипс очень часто встречается в виде прожилок и желваков в *коре выветривания* самых различных по составу горных пород. Нередко образуется также на известняках под действием на них вод, обогащенных серной кислотой или растворенными сульфатами. Встречается, наконец, в зонах окисления сульфидных месторождений, но не в столь больших количествах, как этого можно было бы ожидать, т.к. в подавляющем большинстве случаев в сульфидных рудах в том или ином количестве присутствуют **пирит** или **пирротин**, окисление которых (особенно первого) существенно увеличивает содержание серной кислоты в поверхностных водах. Подкисленные же серной кислотой воды значительно увеличивают растворимость гипса. Поэтому в ряде месторождений гипс более обычен в верхних частях зон первичных руд, где он в трещинах встречается вместе с другими сульфатами.

4. Многократно устанавливались псевдоморфозы по гипсу кальцита, арагонита, малахита, кварца и других минералов, так же как и псевдоморфозы гипса по другим минералам.

## Применение

В настоящее время основной объём сырого (природного) **гипса** идёт главным образом на производство стройматериалов.

Значительное количество гипса используется в сельском хозяйстве в составе удобрений, раскислителей почвы и в других подобных целях.

Кроме того, **гипс** — едва ли не единственный минерал-соединение серы, широко используемый в художественных целях, в декоративно-прикладном искусстве. Все прочие минералы используются либо в качестве красителей-пигментов (**аурипигмент**, **киноварь**, красители на основе свинца), либо красивы, но малопригодны для украшений из-за относительной редкости и высокой химической активности (**пирит**, **халькопирит**, **борнит**).

### ***Технология использования гипса в строительстве***

В строительном деле, а также в ряде других областей применения **гипс** **употребляется в составе цементов** при кирпичной и каменной кладке, для набивных полов, изготовления кирпичей, плит для лестниц и подоконников, для получения отливок, гипсовых слепков, лепных украшений карнизов, штукатурки потолков и стен, а также в хирургии и в других целях.

Для этого минеральный **гипс** дегидратируют – обжигают в специальных печах, чтобы он отдал воду. При нагревании в условиях атмосферного внешнего давления гипс начинает терять воду при **80–90 °С**, и при температурах **120–140 °С** полностью переходит в **полугидрат**, так называемый модельный, или штукатурный гипс («алебастр»). Этот частично обезвоженный материал размалывают в тонкий порошок, который затем и используется для строительных и медицинских нужд, а также художниками.

В хозяйственных магазинах он часто продаётся как под названием «**алебастр**», так и «**строительный гипс**» - по усмотрению производителя.

В дальнейшем порошок замешивается с водой в полужидкое тесто, после чего начинается её быстрое поглощение, присоединение к сульфату кальция с последующим отвердением, выделением тепла и расширением в объёме примерно на **30%** - уже описанный ранее давно известный процесс.

Некоторые всё-таки различают понятия «**алебастр**» и «**гипс**», утверждая, что **алебастр** белый, мгновенно и прочно схватывается, а **гипс** штукатурный - серый, изделия из него высыхают около суток, он менее твёрдый. На самом деле существуют различные гипсовые смеси, большое значение имеет чистота исходного сырья, условия обжига и дополнительные примеси порошка.

В археологии с помощью такого гипсового теста получают слепки следов (в широком смысле) древних животных или других углублений неясного характера.

В медицине этим тестом пропитывают бинты или другие ткани, чтобы, наложив их на места вывихов, переломов, или иных травм, обеспечить неподвижность повреждённого места.

Наконец, лепной (или модельный) гипс издавна использовался и как очень дешёвый, простой и лёгкий в обработке материал для изготовления скульптур, барельефов и в других т.п. художественных целях. Например, в литейном деле первоначально вырезалась модель - скульптура из гипса, по

которой и изготавливалась литейная форма для отливки изделия из бронзы или иных материалов. Иногда такие гипсовые модели даже сохранялись.

Кроме того, гипс применяется в бумажном производстве при выделке плотных белых сортов бумаги, в производстве красок, эмали, глазури, при металлургической переработке окисленных никелевых руд и пр.

Из натурального камня – как крупных кристаллов, так и зернистого гипса вытачивались вазы, статуи и другие подобные изделия, особенно в древности. Сейчас камнерезное ремесло начинает возрождаться.

Но простота изготовления изделий из гипса, как натурального, так и модельного, естественно, имеет и обратную сторону. Все они недолговечны, легко разрушаются механически и за счёт химического выветривания. Например, если изготовить изделие из чистого лепного гипса, оно всегда будет «пылить», пачкать руки и ткани, легко впитывать влагу и грязь. В целях продления срока службы такие изделия пытались пропитывать различными укрепляющими составами (например, воском), красить краской или лаком, как минимум – белить известковым раствором (так обычно поступали с гипсовыми «скульптурами» в наших парках и скверах).

В наше время изделия из лепного гипса сотнями производятся машинным способом, в том числе и имитации древних фигурок, статуэток и других произведений.

Для увеличения долговечности гипсовых изделий в тесто добавляют различные наполнители, вроде мелкой мраморной крошки, которые заодно обладают и армирующими свойствами. Подобные технологические приёмы использовались и в древнем мире, и далеко не все из них известны.

Например, на Руси для повышения прочности кладки каменных зданий используемый известковый раствор замешивался на сырых яйцах. При разборе такой кладки чаще ломаются камни или кирпичи, а скрепляющий их раствор так и остаётся целым. В древнем Китае при постройке Великой Китайской стены скрепляющий раствор замешивался на рисовой каше. Строители каши покушают, а остатки – в раствор. Стена тоже до сих пор стоит.

## ГИПС В КУЛЬТУРЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Применение гипса в качестве как строительного, так и художественного материала началось в древнейшие времена, наверное, одновременно, возможно, даже раньше всех остальных камней. Причина – исключительная простота технологии обработки камня.

Действительно, прокалить **«камни»** можно на костре, в яме, какой-то иной «печи» (возможно, немного их раздробив в щебень, чтобы отжигались равномернее, часто не разбирая, где гипс, где известняк, где кристаллы, а где зернистая порода). Размолоть их в порошок – немногим труднее, чем молоть зерно – хоть жерновками, хоть в ступах пестом. Крупные и твёрдые куски после этого можно было отбросить (а может, и нет – зависит от того, что планировалось сделать).

Порошок, замешанный с водой в кашицу<sup>1</sup>, можно использовать, как и глину, для лепки сосудов и другой домашней утвари<sup>2</sup>, отливки каких-то культовых изделий вроде статуэток, для изготовления простейших украшений, в конце концов, даже просто для отливки относительно крупных блоков – «кирпичей» для стен жилья и т.п. целей. Правда делать это надо быстро, т.к. гипсовый раствор начинает схватываться, твердеть практически сразу (но я пробовал – получалось!). В отличие от глиняных, гипсовые изделия даже в последующем обжиге не нуждались. Приблизительно в течение суток (иногда двух) до просыхания их можно было очень легко обрабатывать – обтёсывать, выравнивать, украшать резьбой и лепниной (гораздо проще, чем даже дерево). В чашах, сосудах – выбирать внутренний объём и шлифовать внутренние поверхности. После полного просыхания изделия становились твёрдыми, как камень. Однако и после этого они легко поддавались резцу, шлифовке и даже полировке. Возможно, несколько позже появилась техника окраски и инкрустации изделий ещё на стадии изготовления, лепки или отливки.

---

<sup>1</sup> По-русски процесс замешивания назывался словом **«творили»**, отсюда же происходят однокоренные слова: **«раствор»**, **«творчество»**, **«творение»** и **«творец»**, **«творильная яма»** - яма, где гасили обожжённую известь

<sup>2</sup> Правда, в этом случае, наверное, старались обходиться без извести – при попадании известкового раствора на кожу скоро появляются долго не заживающие болезненные язвы. Да и посуда получится «неправильная»

Наконец, таким раствором можно было просто скреплять сооружения из крупных необработанных камней, заливать отверстия и щели (в том числе, и в сводах пещер – кровле), выравнивать поверхности стен и полов. В последующем этот опыт распространился, видимо, и на деревянные сооружения – в виде оштукатуривания и побелки стен. Нет сомнений, что в «строительном» растворе в качестве наполнителя применялись песок и каменная крошка – аналогично современному бетону.

Надо думать, и в античности существовали какие-то наполнители для гипсовых отливок, хотя бы элементарный песок. И если уж древние не отличали гипс от кальцита, то в качестве наполнителя наверняка могла присутствовать и известковая мука, даже прокалённая.

Для меня не стало бы неожиданностью сообщение, что за столетия такой гипс с некоторыми наполнителями начал бы кристаллизоваться и приобрёл вид и структуру мелкозернистого природного камня.

Из отдельных крупных кристаллов и из глыб зернистого гипса почти так же легко можно вырезать блоки – «кирпичи» для строительства. Но они же довольно легко поддаются резцу для нанесения узоров и даже изготовления посуды, статуй и простых украшений.

И уж конечно, независимо от того, когда появилось гипсовое литьё, древние мастера, освоившие производство орудий труда из намного более твёрдых камней - кварца или нефрита, не могли пройти мимо простого в обработке природного камня – гипса. Из него можно было делать и украшения, и посуду, и какие-то ритуальные предметы.

*Резной гипс появился уже в неолите – позднелескеменном веке. В недавно открытом храмовом центре Чатал-Куюка - сложном археологическом памятнике в долине Кония в Анатолии (малоазийская Турция) найдено множество гипсовых статуэток, уникальных по своей древности сосудов, огромное число точёных гипсовых бус. Находкам этим 9 000 лет. Близкие по стилю искусству верхнего палеолита<sup>1</sup>, статуэтки Чатал-Куюка говорят о всего лишь продолжающейся традиции обработки гипса, истоки которой нужно искать ещё глубже [5, стр. 117].*

---

<sup>1</sup> Древнекаменный век





Для резьбы применялся, прежде всего зернистый гипс. Но красивые изделия можно было получать и из крупных кристаллов, и из параллельно-волокнистого селенита. Главное тут было твёрдость руки, терпение и умение.

**Статуэтки III тыс. до н.э. Аул Уэльский, Прикубанье. Зернистый гипс. Резьба, гравировка. Из раскопок Н.И. Веселовского, 1909 г [5, илл. 1].**



**Чаша с крышкой. Кон. VI в. до н.э. Ольвия, Северное Причерноморье. Зернистый гипс. Резьба. Государственный Эрмитаж. Из раскопок Б.В. Фармаковского 1912 г [5, илл.3]**



*Рукоять скифского ножа. VI в. до н.э. Северное Причерноморье, зернистый гипс, резьба, гравировка, раскраска. Государственный Эрмитаж, поступила из собрания И. и Д. Толстых в 1956г.*

Рукоять вырезана из цельного камня в виде фигурки зверя. Зверь из породы кошачьих лежит на животе. Задние лапы его поджаты. В передних он держит голову поверженного животного, впившись в её затылок зубами. Мелкими насечками передана пушистая шерсть на морде и лапах зверя, чётко очерчены линии рёбер, широко открыты глаза – обозначен даже зрачок. Между головой и лапами зверя и в пасти буравчиком просверлены круглые отверстия: здесь в камне повторяется типичный для скифского золота, но до сих пор не понятый исследователями

орнаментальный ритм кружков. В этом высоком образце скифской анималистики в гипсе проявляется ещё одна сторона искусства скифов: обусловленность композиционного решения назначением предмета, иными словами, единство декоративного и функционального [5, стр119]



*Маска Горгоны Медузы, украшение саркофага. I в., Пантикапей, Северное Причерноморье. Гипс обожжённый, Литьё, роспись [5, илл.16]*



Амфориски, VI в. до н.э. – II в. н.э.  
Скверное Причерноморье.  
Зернистый гипс.  
Точение, резьба, «бисквит»<sup>1</sup> [5, илл.10]



Алабастры, IV в до н.э.  
Пантикапей, Северное Причерноморье.  
Зернистый гипс.  
Точение, резьба, «бисквит» [5, илл.11]



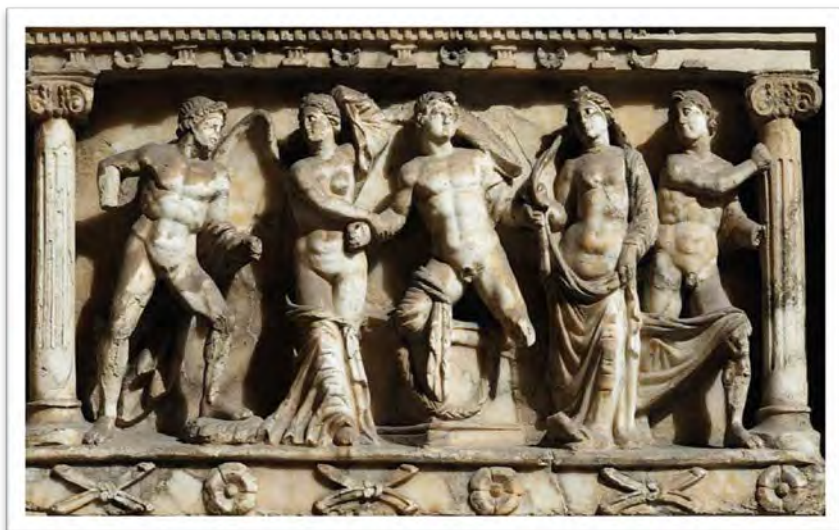
Музей гипса, город Вольтерра, область Тоскана, Италия  
Фото из Интернета, Запрос «Вольтерра музей этрусков»

<sup>1</sup> **Бисквит** – художественный приём при котором поверхность остаётся шероховатой, даже не полированной. Оставляет впечатление мягкости, бархатистости





**Саркофаг этрусской женщины, музей «Блитания»**



**Узнавание Париса в доме Приама.  
Рельеф фронтальной стенки этрусской погребальной урны для пепла.  
Алебастр. II в. до н. э., 76,5 × 48,5 см. Инв. № 28137.  
Верона, Музей-лапидарий Маффеи.**

«Высокий век» гипса приходится, видимо, на середину I тыс. до н.э. Европейская традиция обработки гипса этого периода ярче всего выражена в искусстве этрусков. Представление о нём можно получить по запросу **«Музей этрусков Вольтерра»** - будут выданы тысячи снимков экспонатов: изящных (и не очень) сосудов, надгробий, саркофагов, барельефов... Следует заметить, что далеко не все из них действительно древние. Как и при многих других музеях, при этом музее работают и реставрационные мастерские, и производство и торговля сувенирной продукцией – как копиями подлинных артефактов, так и просто стилизациями под античность. На снимках такие «детали» не уточняются. Можно только предположить, что «чересчур хорошо» сохранившиеся вещи – явный новодел. Но ведь существуют методы искусственного «состаривания» изделий.

Точно так же можно выдать запросы **«Эллинизм гипс скульптура»**, **«Пальмира гипс барельефы»**, **«Древний Египет гипс барельефы»**, **«Месопотамия скульптура»**, **«Причерноморье античное искусство»** и т.п. Во всех случаях будет выдано необозримое множество снимков, среди которых широко представлены изделия из гипса и мрамора. Многие из них датируются чуть более поздним временем, чем изделиям Этрурии.

Возможно, этруски чуть раньше овладели совершенством в обработке этого материала. Например, лица умерших на саркофагах и погребальных урнах оставляют впечатление абсолютного портретного сходства, вплоть до дефектов лица и тела<sup>1</sup>. Но всё же искусство Скифии (Северное Причерноморье) и Средиземноморья развивалось в немного различных направлениях. Хозяйственная утварь была важна для всех, однако в остальном оседлые народы большее значение уделяли крупным формам: скульптурным изображениям богов и героев, предков, украшениям зданий и погребений.

Для кочевых же скифов важнее были небольшие обереги, амулеты, украшения сбруи коня и оружия, одежды. И все они должны были быть лёгкими и практичными, износостойкими – отсюда окраска гипса и пропитка укрепляющими составами.

---

<sup>1</sup> Например, в скульптурах Месопотамии, Древнего Египта изображения лиц, не говоря уж о фигурах, крайне схематично. И даже в Греции до IV в. до н.э. изображения лиц и фигур ещё не отвечают канонам классической красоты.



Приблизительно в это же время, но несколькими десятилетиями, максимум тремя столетиями позднее, происходит подъём техники обработки мрамора – известковой породы на основе кальцита. Это естественно. Кальцит, мрамор немного сложнее в обработке, он дороже и его запасы ограничены. Но он и намного долговечнее. Запасы же гипса для обжига были практически неограниченны. Поэтому отработанные до совершенства на гипсе художественные решения начинают переноситься на более долговечный мрамор. Тем более, древние считали и гипс, и кальцит, и мрамор (карбонатную горную породу на основе кальцита) разновидностями одного и того же камня. И даже многие приёмы обработки мрамора можно было переносить с одного материала на другой – просто кальцит чуть твёрже (2,5 – 3 балла), чем гипс (2 – 2,5 балла). Только мраморную скульптуру мы лучше знаем по произведениям эллинов. Однако невозможно представить, чтобы даже самые великие из них начинали обкалывать, отёсывать глыбу мрамора, не имея перед глазами законченную, доработанную до совершенства модель дискобола, копьеносца, Геракла или Дианы-охотницы из модельного гипса.

В Древнем Риме на смену мрамору приходит литьё из бронзы. Но для него предварительное изготовление модели и вовсе обязательно.

С тех пор мало что изменилось. Прежде, чем вырезать изделие из камня, художник создаёт его модель из глины или гипса. То же происходило и в Средневековье, в эпоху Возрождения и в XVII-XIX веках, то же происходит и сейчас.

VI веку до н.э., очевидно, не была свойственна дискриминация гипса. Скорее всего, восприятие его среди мраморов, порфиров, яшм и мозаик было таким же, как, скажем, воспринималась благородная матовая белизна жемчуга среди сверкающего блеска драгоценных камней **[5, стр.119-120]**.

Плиний почётное место среди строительных материалов отвёл не столько самому гипсу, сколько продукту обжига гипсового камня, оценив в нём незаменимый связующий и формирующий материал. Ценился он наравне с известью. Сырой гипс, особенно цветной и мелкозернистый, причисляли в век Плиния к мраморам, иногда ониксам, сравнивали с плотными кальцитами а порою и выдавали за них. Листоватый гипс – *Lapis Specularis* Плиния – причисляли к шпатам. Использовали его для остекления окон, теплиц, пчеловоды делали из него защитные маски.

С распадом Римской империи, с середины I тысячелетия начинается глубокий упадок европейской культуры. В некоторой степени культурные традиции продолжала восточная часть, Византия. Но и она шла к упадку. Значительную часть Ближнего Востока, Северную Африку, Сицилию и Испанию завоевал ислам. Ислам категорически запрещал изображения живых существ и человека, в связи с чем их изобразительное искусство ограничилось лишь архитектурой и орнаменталистикой. Тем не менее, арабы, за исключением наиболее рьяных ортодоксов, не уничтожали культурное наследие прошлого. Этим они выгодно отличались от полудиких феодалов Западной Европы, грабивших подряд проезжих и прохожих, а заодно и друг друга. Не отставали от феодалов и безграмотные священники, видевшие в античных скульптурах, особенно обнажённых, демонов и других представителей дьявола, и потому не упускавших возможности разбить «идолов».

Конечно, гипс продолжал использоваться, но в первую очередь для цементирующих растворов в кладке замков, крепостей и соборов.

При этом определённая часть гипса шла и на изготовление лепных украшений в дворцах и храмах, а также на изображения всевозможных адских чудищ, вроде горгулий, благо для изготовления страшного и мерзкого не требуется такая же высокая квалификация, как и для прекрасного.

Некоторые попытки скульптурного творчества всё-таки наблюдаются. Обычно это весьма схематичные, примитивные изображения святых, отцов церкви, правителей. Как правило, портретное сходство с оригиналом можно даже не предполагать. Разве что какой-нибудь правитель обладал особой приметой, например, выбитым глазом, страшным шрамом во всю щёку или каким-нибудь иным подобным всем заметным признаком. Тогда нанести этот признак на непонятно чьё изображение – и окружающим станет ясно, что изображён персонаж такой-то. Точно так же отцов церкви следует изображать в церковных одеяниях с молитвенниками в руках. Также встречаются неловкие попытки иллюстрации наиболее популярных библейских сюжетов. Здесь со сходством всё ещё проще – библейских героев в лицо никто не видел, поэтому лишь бы получилось достаточно благообразно и набожно.

На соблюдение пропорций внимание и вовсе не обращалось – задрапировал фигуру в длинные одеяния – и сойдёт.

С моей личной точки зрения, такие скульптурные решения обычны для резьбы по дереву – там материал диктует художественные решения. Кстати, и повторить их в гипсе очень просто – отливкой гипсовой копии с деревянного оригинала. Полученные таким образом «скульптуры» окрашивались краской, покрывались позолотой.

И даже там, где изделия действительно были отмечены «печатью мастерства», различить их между собой, или определить, из какого материала они изготовлены, затруднительно, тем более – по фотографиям.

Кроме того, «в наследство от этрусков» европейцы переняли ещё один жанр – изготовление надгробий. Во многих странах Западной Европы распространились захоронения знатных рыцарей и правителей под надгробиями, изображающими усопшего. Чаще всего – с мечом и в латах, в стоячем или лежащем положении, часто из алебаstra и иногда – из дерева. Такие надгробия назывались **эффигиями**.

Как правило, для таких произведений и особого мастерства и таланта не требовалось. Для самой сложной части «скульптуры» - лица покойного – снималась посмертная гипсовая маска. Иногда её делали и при жизни, и даже по нескольку раз. Когда-то где-то прочитал, что занимались этим чаще всего цирюльники и лекари. Технология – проста до смешного<sup>1</sup>. Остальные части такой «скульптуры» - голова, покрытая шлемом или кольчужным капюшоном, тело в латах, руки – в кольчужных перчатках обычно сжимают меч, ноги – тоже в ножных латах. Для этого особого умения не требуется. В конце концов, можно снять слепок и с лат. Но если уж даже такая задача покажется сложной, тело можно накрыть ещё и щитом – его изображение изготовить гораздо проще.

В этом плане изготовление гипсовых эффигий несравнимо проще, чем деревянных, художественных изысков не требует, как и особого мастерства.

Однако, не претендуя на звание «шедевра», такие произведения, безусловно, обладают огромной научной и исторической ценностью – хотя бы в плане истории искусств и ремёсел, вооружений, и иногда помогают достаточно точно воссоздать облик исторических персонажей.

---

<sup>1</sup> Можно получить из Интернета по запросу «**как сделать гипсовую маску лица**». Я получил даже две технологии: по одной маска-негатив создаётся с использованием воска – по другой – непосредственно гипса



Гипс, литьё, окраска. Евангелисты



Эффигия Диего де Сантиестивана, 1483 г.

Таких надгробий, явно изготовленных из гипса, множество. Существовали, видимо, даже правила захоронения знатных рыцарей в саркофагах с подобными надгробиями.

<https://hist-etnol.livejournal.com/4692838.html>



Ваза (кратер) 2 пол. XVIII в. Тоскана, Италия.  
 Зернистый гипс. Точение, резьба, «бисквит». 71,3 x 32,3 см (диам.)  
 Государственный Эрмитаж. Поступила после 1859 г. [5, илл.24]



Эпоха Возрождения дала новый толчок развитию искусства скульптуры. Предпочтения отдаются уже мрамору – более твёрдому и долговечному камню. Некоторые сложные скульптурные композиции методом гипсового литья изготовить просто невозможно – слишком много мелких деталей, которые в дальнейшем пришлось бы очень долго пропиливать, шлифовать вручную, а гипс, в том числе модельный – материал непрочный, слабый. Отдельные детали скульптур ещё можно было бы изготовить, смоделировать, но целиком – нецелесообразно. Например, утверждается, что свои творения Микеланджело Буонаротти «держал в голове», просто «отсекая от мраморной глыбы всё лишнее». Интересно, что полных гипсовых копий его скульптур почти нет.

В это же время быстро развивается и камнерезное искусство вообще, кроме мрамора осваивается и более «крепкий» камень – кварц, яшмы. Изделия из камня-гипса, в первую очередь белого зернистого, это, как правило, относительно простые изделия - сосуды, вазы чаши, ларцы.

Средневековые видели в гипсе «несовершенный мрамор», в кристаллическом (кристаллы, друзы, щётки) «род хрусталей незрелых», в листоватом – «незрелую слюду»<sup>1</sup> <...>

Боодт, крупнейший в то время знаток камня, пражанин, не делал различия между гипсом и слюдой: «Стекло Святой Марии, - писал он в 1609 году, - делящееся на тонкие пластинки, в наибольшей степени встречается в Московии». Спустя сто лет после Боодта парижский фармацевт Помэ свидетельствовал, что гипс смешивали и с тальком.

В фойе Большого Театра в Москве стояли большие вазы, как утверждалось, из голубоватого зернистого гипса (в XIX веке они описывались как **алебастровые**), которые полупрозрачны, пропускают свет. О них писал ещё академик А.Е. Ферсман. Правда, очень возможно, что эти вазы были вырезаны из крупных кристаллов гипса, а не из мелкозернистых агрегатов. Кроме того, могу допустить, что вазы эти вообще не из гипса, а из кальцита – в

---

<sup>1</sup> Периодической системы элементов Д.И. Менделеева тогда ещё не было, а значит, не было ни методов определения химического состава минералов, ни большинства других методов научного их исследования. И даже сама **геология** как наука начала оформляться лишь в конце XIX – начале XX веков. До этого она называлась «**геогнозией**» и имела чисто описательный характер.

старину, как отмечалось, не очень различали разницу между этими минералами, сотрудники театра тоже вряд ли являлись специалистами по минералогии, а откалывать кусочки материала ваз, естественно, не позволяется никому. В 1982 г. вазы были направлены на реставрацию. С тех пор прошло уже много лет, реставрацию и модернизацию прошло уже и само здание Большого театра, при этом судьба ваз в СМИ особо не освещалась. К сожалению, снимки именно тех ваз найти не удалось, дата и место их изготовления также не приводились. В книге «Селенит» в качестве примера, **как могли выглядеть такие вазы**, приведён снимок другой подобной (но вряд ли точной копии), находящейся в Тоскане, Италия, но выполненной в том же стиле и приблизительно в ту же эпоху.

В эпоху барокко, рококо, и перехода к классицизму возрос интерес к искусству Античного мира, к классической красоте. Был отброшен долго культивировавшийся церковью тезис, что «всё земное, плотское – уродливо и грешно, и потому должно быть сокрыто от глаз». На смену этому тезису приходит противоположный: «Господь в величии своём и по доброте своей не мог создавать свои творения уродливыми, и человека он тоже создал прекрасным, уродливое – от Дьявола».

Распространилась мода на скульптуры как светское искусство, на украшение статуями дворцов и парков.

Очень часто это были копии античных скульптур, или имитации, подражания искусству Древней Греции и Рима. Иногда это были и оригинальные изделия на известные древние сюжеты. Среди знати желающих так украсить свои дворцы было довольно много, они часто руководствовались принципом «Хочу такую же статую!», но вряд ли все имели возможность заказать и оплатить много скульптур из натурального камня, тем более, если изделие должно было быть уникальным. Наверное, для них просто не хватило бы художников и мрамора.

В этом отношении гипсовое литьё обеспечивало широкие возможности для, скажем, серийного производства изделий по невысокой цене. Если такие изделия находились где-то в залах дворцов и просто особняков, под крышей, оно могло стоять там достаточно долго. А уж для элементов декора, потолочной лепнины, пилястров колонн литьевой гипс был вообще вне конкуренции.

Так Искусство постепенно превращалось в поточное производство.

Снимок этой статуэтки выдаётся в фотогалереях Интернета на многих сайтах и по многим запросам, например «**Статуэтки гипс**», или «**Алебастр фигурки**». Галереи часто обновляются, в них показываются как оригинальные изделия, так и копии на продажу, но именно этот снимок присутствует в очень многих. Готовя материалы для этой книги, я подал запрос «**Вольтерра Музей Этрусков**». Снимок присутствует во всех фотогалереях, касающихся этого музея, причём всегда где-нибудь в начале, например, на третьем месте. Возможно, статуэтка происходит именно оттуда. Кроме того, что она **алебастровая**, больше ничего о ней узнать не удалось. Не оговаривается даже, что это за «алебастр» - белый зернистый гипс, или даже кальцит, существовала ли когда-нибудь мраморная аналогичная скульптура, и если она была, то каких веков (раз уж до конца XVIII века большинство не различало этих материалов). Вероятнее всего, эта статуэтка позднего классицизма (XVIII – XIX века), лишь стилизованное под античность.

То, что на самом снимке копия из литого гипса, сомнения не вызывает.

Но качество изготовления её бесспорно, и при всём том, что это продукт

массового потребления, отторжения у меня она, в отличие от многих подобных изделий, почему-то не вызывает. К слову, сотрудники музея Вольтерра от отца к сыну передают секретные семейные рецепты улучшения качества литого гипса, повышения его водостойкости и твёрдости, вплоть до того, что литой гипс становится для неспециалистов неотличимым от мрамора. И далеко не все скульптуры, считающиеся мраморными, являются таковыми на самом деле.



Изданная в 1768 году первая монография о слюде С.Г. Гмелина-сына ... окончательно обособила в научном знании гипс от слюды и талька. В обыденном же знании, в простонародье, листоватый гипс ещё долго оставался «слюдой». В 1919 – 1920-х годах на рынках Оренбуржья, например, за слюду продавались и покупались огромные пластины гипса, добывавшиеся в верховьях рек Киала-Бурты.

Белоснежный сахаровидный зернистый гипс (алебастр) занял почётное место среди поделочных камней с конца XVII века...

Но, как уже отмечалось, цветной зернистый гипс тоже использовался в камнерезных изделиях, и поначалу считался мрамором, только более низкого качества.



**Подлинная (?) старинная ваза-фруктовница из зернистого гипса.  
Постамент чаши – яшма, или розовый кварцит, менее вероятно, что мрамор. Снимок  
получен их Интернета по запросу «Старинные вазы гипс»**



**Кошка или леопард – зернистый гипс.**

В Интернете фигурка тоже объявлена как старинная, возможно, античная, однако это вызывает большие сомнения ввиду простоты обработки и полировки этого камня. Хотя можно допустить, что это современная копия старинной, возможно, античной фигурки. Ещё одна интересная деталь: вероятно, это не просто «какая-то кошка». Судя по кисточке на хвосте и соотношению длины хвоста и тела, это больше похоже именно на леопарда. Впечатление усиливается от природной пятнистости материала. На мой взгляд, это можно признать удачным решением, независимо от времени изготовления фигурки

Вообще, с конца XVI в. зернистый гипс использовался в камнерезных изделиях довольно часто. Иногда только по деталям изделий и другим мелким признакам можно делать предположения о времени изготовления оригинала изделия.

Сейчас, когда делаешь запрос в Интернет «**старинная ваза гипс фото**» (или подобный ему) почти наверняка получаешь снимки современных копий старинных изделий. На некоторых это честно написано, но встречаются и попытки продать такие имитации в качестве оригиналов. Хотя обычно оригинал учитывает фактуру материала, органично использует окраску и рисунок камня, копия – воспроизводит только форму.





**Гипс – селенит. Покупные образцы из личной коллекции**

(В России) Наиболее значительными были открытия гипса в Предуралье. Казалось, все способствовало расцвету обработки отечественного гипса. Но... гипс, из которого в 1780 году резали по распоряжению Петра III рельефы и конные статуи для дворца Сан-Суси близ Ораниенбаума, был иностранным. Появившаяся в 1787 году, в противовес петербургской, мастерская в Москве сразу же обратилась к бледно-зеленому и желтому полупрозрачному гипсу, привозимому из-за границы. В Петербург ввозился гипс Италии. Черноморские таможни неоднократно фиксировали провоз гипса из Константинополя.

Свое сырье в XVIII — начале XIX века стоило гроши. Заграничный гипс оплачивали золотом. Свой именовали небрежно: леденец, кременник, булыга, рябой, чугунка. Зато заграничные — только высокопарной латынью: белый парижский — алабаструм сан кандиканс; белый с черными пятнами сицилийский — кандиканс макулис нигрис; красноватый камень Испании — онихитес, или руффенс-кенс; бурые гипсы Вольтерры — алабастро тартарукато, пьетро пурухина; ленточные Велички — алабастро фиорито. Ни в XVIII, ни в XIX веках достоинства русского гипса так и не сумели противостоять этой пышной фразеологии.

В первый год XX века, по официальным данным, в России было 90 каменоломен гипса и 2 500 человек занятых на его ломке.

Много копушек было в Башкирии, но основные колоссальные запасы ее гипса не разрабатывались. Иренские ломки были столь же незначительны и учету не подлежали. Но зато на рынках Казани, Симбирска, Саратова, Астрахани, Томска, Омска, Оренбурга и даже у лоточников Мариенгофа первые гипсовые поделки появились именно с Ирени. Это были статуэтки, подсвечники, рамки для фотографий, пепельницы, спичечницы в виде дамского башмачка, туалетные приборы, „вазки", сапожки-бокальчики, «рога изобилия», лотки, чарки, пасхальные яйца, брелоки, подвески, то есть ассортимент, пользовавшийся спросом мещан и купечества. Были и формы, подсказанные крестьянским бытом, — кадушки, корчажки, сливочки, бочонки, кедровые и сосновые шишки, пучки снопов.

В 1913 году на Всероссийской кустарной выставке этот гипс (как и изделия из него) был подвергнут первому серьезному экзамену. И осмеян. Осмеян официальной критикой, отказавшейся видеть в нём материал, достойный искусства [5, стр.127].

XIX век заметил среди гипса его волокнистую разновидность. Для поднятия интереса у нему, а соответственно, и рыночной стоимости, в начале XX века уральцы придумали название — **селенит**. Были годы, когда он помещался рядом с малахитом и нефритом, считавшимися тогда полудрагоценными камнями. Прочие виды гипса ценились недорого.

С моей точки зрения **селенит** - камень не очень интересный - видел один кусок, значит, видел все. Разница только в размерах да оттенках окраски. Есть у меня один-два образца – и ладно. Какими-то особыми уникальными, индивидуальными чертами, за исключением приятного вида, камень не обладает. Он имеет красивый шелковистый блеск, цвет белый, розоватый, жёлтый, бежевый до коричневого (из-за примесей железа, глины).

Изделия из камней мне нравятся меньше, чем сами камни. Как правило. Из этого материала вытачивали симпатичные изделия декоративно-прикладного искусства, которые могли себе позволить люди даже невысокого достатка. Они были недороги – но и недолговечны. Женские украшения из них носили обычно не более одного сезона.

Поделки из него симпатичны, приятны на вид и на ощупь, но на высокую художественную ценность, за исключением отдельных изделий, как правило, не претендуют. К тому же, учитывая лёгкость обработки и большие запасы дешёвого сырья, одинаковые изделия, фигурки могут производиться довольно большими партиями.

Дошедшие до нас гипсовые вещи VI в. до н.э., как ни странно, возвращают к проблемам XX века, когда гипс был вдруг объявлен третьесортным материалом, будто сама природа сотворила его для удовлетворения вкуса невзыскательного рынка. Гипс стал дешёв. Поделки из него чаще всего были верхом безвкусицы. История словно мстила поре «высокого гипса», когда он был в фаворе.

И всё же...

В большинстве случаев считается дурным тоном вместо качественной шлифовки и полировки разрисовывать камень красками, поливать его для блеска лаком.

Однако **селенит** представляет в этом случае исключение.

Минерал очень мягкий, царапается даже ногтем, не говоря уж о более твёрдых материалах (всего 2 балла по шкале Мооса, мягче только тальк и мел), за счёт низкой твёрдости легко поддаётся обработке, используется для изготовления небольших изделий декоративно-бытового стиля: пасхальных яиц, статуэток, фигурок животных и растений. Как правило, эти фигурки немного разрисовываются, подкрашиваются. Чтобы избежать повреждений,

изделия пропитывают парафином и/или покрывают лаком, который защищает от абразивного воздействия пыли и других мелких повреждений.

Несколько вещей хранилось и в нашей семье.

Точно помню, у нас было два или три **пасхальных яйца** из селенита. Одно разбилось в начале 50-х годов – это я помню совершенно точно, куда исчезли другие, не знаю. Вероятно, их постигла та же участь.

**Сапожок.** Эта вещьца до сих пор хранится в нашем роду, в семье двоюродного брата. Это стаканчик для карандашей и ручек в форме сапожка, высотой ~ 10-12 см, целиком выточенный из селенита. Наверное, как раз такие и имелись в виду в книге [5], только там нет снимков таких сапожков. Когда он появился в семье – не известно. Наш дед работал в Пермском крае ещё до революции 1917 г. Там он женился и, в принципе, мог обзавестись такими кустарными (но не совсем примитивными) вещицами. В годы Гражданской войны перевёз семью с родителями жены в Нижний Тагил, где и умер в 1922 г. С начала I Мировой, в течение Гражданской войны, в годы индустриализации и Великой Отечественной войны, в годы голода и послевоенной разрухи населению было не до покупки безделушек, да и артели по их производству закрылись. В Пермский край больше не возвращались. Единственная возможность, когда после революции могли появиться эти вещицы – около 1935-1936 годов, когда из Пермского края (из Суксуна) ненадолго приезжали родственники. Так что вещь довоенная наверняка, а возможно – и дореволюционная.





**Грибы.** Другая вещица родом из детства – эти грибы с селенитовыми шляпками и на кальцитовых ножках, основание – зернистый гипс. Точно такая же вещица приведена на снимке и в книге «Селенит» [5, стр. 138]. Подпись под снимком- «Грибы.1956. Ф.М. Габов. ОПА, село Красный Ясыл, Пермская область, РСФСР, СССР. Волокнистый, зернистый гипс. Резьба, парафинирование, полировка. 0,082 x 0,114 x 0,067. Музей Комбината «Уральский камнерез» Красный Ясыл». Пожалуй, я поверю, что тот экземпляр был изготовлен именно тем человеком и именно в том году. Но был ли он Автором той модели, сказать трудно. И это был явно не первый экземпляр. Вероятнее всего, оригинал был создан намного раньше. Дело в том, что у нас в семье были как раз такие же грибочки, появились они, вероятнее всего, тогда же, когда и сапожок, но к 1956 году они **уже** были разбиты. На самом деле это была своеобразная шкатулка. Ножки больших грибов полые, и в них держали шпульки – маленькие катушки с заранее намотанными нитками для челнока швейной машинки: в грибе поменьше – черные и белые, в грибе побольше – разноцветные (кажется, трёх цветов). К моменту, когда я в 1957 году пошёл в школу, шляпки грибов были давно разбиты, а я всё прилаживался, нельзя ли использовать ножки в качестве чернильниц. Ещё у нас был селенитовый грибок побольше. На его шляпке мать штопала носки и чулки. Он разбился ещё раньше.

Но когда в 2015 году в одном из антикварных магазинчиков увидел грибы-шкатулку, купил её, не задумываясь, как напоминание о детстве.



**Сеттер.** В детских воспоминаниях сохранилась фигурка собаки в охотничьей стойке с длинной волнистой рыжеватой шерстью, переливающейся на свету (правда, у живых таких собак шерсть была несколько темнее). Теперь даже по фотографиям собак вижу, что это был ирландский сеттер. Глаза и морда, понятно, были прорисованы, возможно, чуть-чуть подчёркнута линия ушей. Но в целом, как я сейчас понимаю и оцениваю труд художника, проработка деталей, резьба была очень тонкая, с учётом особенностей камня. Даже вдоль хребта собаки шла более тёмная, почти коричневая полоса, а грудь и живот были светлее. Значит, для этого надо было очень точно подбирать направление резки, чтобы передать этот эффект, как и переливы волнистой рыжеватой шерсти.

Дети всё воспринимают как данность. Они не понимают, не способны оценить, какого труда стоит та или иная вещь. Она есть, или её нет. К сожалению, эта статуэтка куда-то пропала, вероятнее всего просто разбилась. А жаль.

Теперь, с учётом моего личного опыта и знаний, я восхищаюсь мастерством художника, который не только **совместил** красоту камня и животного. Сейчас я поражаюсь, как **ему удалось изобразить собаку в охотничьей стойке, на трёх лапах с поджатой четвёртой, будто она с разбега разом остановилась, заведя птицу!** Это же далеко не то, чтобы изобразить её сидящей или лежащей, тем более, это не совсем простенькая фигура вроде яйца.

С учётом исключительной хрупкости материала, как ему удалось выточить лапы, заставить статуэтку стоять всего на трёх? Понятно, лапы у сеттера тоже лохматые (то есть чуть потолще). Но всё равно, статуэтка не маленькая, сантиметров пятнадцать в длину. Значит и вес – не совсем пушинка<sup>1</sup>. А ведь лапы не только выдерживали вес, удалось передать динамику движения, **изобразить пса почти на бегу!**

Возможно, память приукрашивает детали. Но неоспоримо, что хороший художник порой может создать **произведение** из самого простого и дешёвого материала, а скверный ремесленник (точнее, самонадеянный неумеха) загубит, растратит впустую самый лучший камень.

---

<sup>1</sup> Будь фигурка покрупней, и лапы были бы потолще и легче держали бы вес. Да и вытачивать их было бы попроще. Но нет, размер, припоминается, даже не дотягивал до 20 см в длину. Чудо мастерства?

Если б я вдруг увидел такую качественно изготовленную статуэтку, купил бы (если бы доходы позволили). Пока ни разу не видел.

Однако как знать, может, подам идею кому-то из художников-камнерезов повторить красивое изделие.

***НЕ ТО ДОРОГО, ЧТО КРАСНОГО ЗОЛОТА, НО ТО ДОРОГО, ЧТО ДОБРОГО МАСТЕРА*** (народная пословица, использована в качестве эпиграфа к главе «Художник и камень» книги «Селенит»).

На мой взгляд, в последнее время интерес к изделиям из натурального камня начинает возрождаться. Это обнадеживает. Всё-таки лучше, чем штампованные пластиковые подделки. Правда, за редчайшими исключениями, основная часть таких безделушек по-прежнему лишь потакает дурному вкусу, да и покупательная способность населения невелика. К тому же, всё равно большинство художников пока получают за свой труд позорно мало.

Однако ассортимент изделий растёт, растёт и качество исполнения. Глядя на витрину магазина сувениров, могу с уверенностью сказать, что такого выбора доступных по цене изделий на моей памяти не было, скорее всего, не было вообще с начала XX века.

И не всегда простота отдельного изделия говорит о плохом вкусе покупателя. Иногда из нескольких простеньких, непритязательных вещиц можно составить очень симпатичные композиции по совсем не заоблачным ценам.



Современные изделия из селенита.  
Витрина в магазине «Подарки»

# Типичные изделия из селенита



Пасхальное яйцо



Сова



Подсвечник



**Розы.** В один из дней я зашёл в магазинчик подарков из камня. Мне сразу сообщили о новом поступлении изделий из селенита, указали на несколько вещиц поинтереснее. И, хотя я довольно ровно отношусь и к этому камню, и к изделиям из него, всё же на этот раз не смог устоять перед букетиком из пяти розочек в вазочке из белоснежного кальцита и серого пятнистого зернистого гипса. На взгляд любителя, эта работа заметно сложнее и тоньше, чем пасхальные яйца, фигурки мелких зверушек и птичек, одиночные цветочки с толстыми и грубыми лепестками. Здесь бутоны роз были тщательно вырезаны, и шелковистый блеск на их лепестках играл почти естественно. Да и цена этого

«букетика» была всего раза в два – два с половиной больше, чем такого же букетика живых роз, - более, чем приемлемая. Неужто труд художника, разработавшего эту модель и выполнившего её своими руками, был всего лишь в два раза сложнее, чем у тех, кто выращивает в теплицах плантации роз и срезает их охалками? Использую слово «модель», поскольку почти уверен – таких букетиков изготовят несколько десятков, возможно, сотен, но вряд ли больше – всё же они несколько сложнее других изделий.

Короче, теперь эти розы у меня.





### Умиление. Крыса с ромашкой

**Крыса.** А ещё продавец магазина показала мне фигурку, которая нравилась лично ей. Показала на свою беду. Я пару дней походил, подумал, да и «увёл» эту статуэтку вслед за розами.

Это крыса с ромашкой.

Почему-то, когда мне предложили обратить внимание на неё, я сразу заулыбался, увидев непередаваемое умиление на крысиной мордочке. Наверное, от запаха ромашки. Романтичная такая крысочка.

В принципе, такие изделия – типовые, изготовление их идёт поточно. Но, как ни странно, порой даже два «совершенно одинаковых» изделия иногда различаются между собой. Ставишь рядом две фигурки – вроде всё выточено одинаково, и совершенно одинаково проведены линиии...

Тем не менее, одна захватывает, притягивает взгляд, берёт за душу, а другая, точно такая же – нет.

В чём дело? Не знаю. Может быть, в оттенках цвета камня, или направлении волокон-кристаллов, которое в свою очередь влияет на игру света. Может, неувловимое отклонение линии, которую провёл художник, или чуть-чуть ином оттенке краски глаз.



Почти все мои знакомые, завидев эту крыску, тоже начинают улыбаться. Надеюсь, продавец не в обиде, я у неё даже прощения попросил. Теперь эти вещицы стоят у меня вместе.

И мне не очень важно, что сова должна быть раза в полтора больше роз, а крыска - в половину высоты букета. Неважно, что ромашек таких маленьких нет – любая ромашка выше крысы. На полке они мирно соседствуют, и мне это нравится. Кажется гармоничным.

Вот только сеттера для компании не хватает...



Карьер Лазурный, Голубые озёра (пос. Никель) под Нижним Тагилом



Отвалы у Новоасбеста

<https://uraloved.ru/mesta/sverdlovskaya-obl/uralskaya-hurgada-karyeri-lazurnyj-triton-golubye-ozera>

Заброшенные в конце 50-х карьеры по добыче асбеста и никелевых руд возле посёлка Никель. Теперь это Голубые озёра – красивое место отдыха, любимое многими. И в этих озёрах-карьерах словно сама собой тоже откуда-то появляется Жизнь – мальки рыб и тритоны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Мне хотелось показать закономерности «жизни» большого семейства минералов. Это не просто их список с перечнем физико-химических свойств. И свойства-то эти, включая химический состав и фотографии членов семейств, приводятся, чтобы можно было заметить, как «камни», появившиеся приблизительно в одинаковых условиях, с близким химическим составом, часто в похожих местностях, по-родственному похожи друг на друга, с какими другими камнями обычно соседствуют. Как они похоже «ведут себя» в похожих условиях. Какие похожие метаморфозы, превращения испытывают, порой превращаясь уже в «другой камень».*

*«Живое» - флора и фауна – влияет на эту «жизнь камней», часто их разрушая своими корнями и соками – но и преобразуя, накапливая в себе – и порождая новые камни-минералы. Достаточно вспомнить злаки, особенно бамбук, накапливающий в себе кремнезём, раковины моллюсков, состоящие из известняка, железо-марганцевые и борнитовые конкреции на дне водоёмов, постепенно удаляющие из вод ядовитые соединения тяжёлых металлов. Не говоря уж о таком соединении, как серный колчедан, который то окисляется, выделяя кислоту, запускаящую множество химических реакций и превращений в горных породах, то вновь возрождается, замещая даже останки живых существ, то снова распадается.*

*Особую роль в этих метаморфозах играет Человечество. Оно научилось использовать «камни» для собственных целей – для жилищ и иных строительных нужд, для выплавки металлов, изготовления орудий соиздания и оружия для убийств. В местах, где нашлось наибольшее количество нужных ему камней, оно безжалостно вспарывало лик Земли, оставляя за собой глубокие шрамы – карьеры, шахты, отстойники ядовитых вод, хорошо видимые даже из космоса. С моей точки зрения, снимки самих действующих горных предприятий не очень интересны: ямы глубиной сотни метров с серпантинами дорог, высокие отвалы, огромные самосвалы, дымящие трубы, какие-то эмблемы... Когда же эксплуатация месторождений прекращается, после ухода человека остаются какие-то ядовитого цвета бассейны, жидкость и испарения из которых опасны для дыхания и кожи, да мёртвые руины, иногда с ржавыми останками*

брошенной техники, пригодные разве что для съёмок фантастических и военных фильмов.

Но Природа живёт своей жизнью и заживает раны. На безжизненных некогда отвалах подрастает лес, заполняются водой заброшенные когда-то котлованы-карьеры. Возрождается Жизнь, возрождается Красота Природы, каждый раз по-новому, но по одним и тем же Законам..

Да, Природа красива. Но она не знает об этой своей Красоте. Красота – Человеческое понятие. А Природа – она такая, как есть. Красивы её леса, озёра, горы, камни – если это увидит Человек. При этом Красота, которую он увидел, остаётся Красотой Природы.

Иногда Человек хочет «усовершенствовать» эту Красоту. Но, улучшая в силу своего разума что-то одно, он разрушает и уродует многое, не задумываясь о последствиях, побочных эффектах. В результате при достижении поставленной цели слишком часто «вдруг» выясняется, как много вреда он принёс.

Конечно, никто не призывает к отказу от прогресса, добычи и переработки полезных ископаемых: металлов и углеводородов, строительных материалов. Человечество уже не уйдёт от городов и сёл, от машин, приборов – по крайней мере, в ближайшем будущем.

Главное – в погоне за сиюминутными грошовыми потребностями не растратить попусту истинные богатства – Природу и Красоту, не разрушать уникальные природные памятники ради чуть более дешёвого щебня, не размалывать от лени в песок драгоценные материалы.

И ещё – давать Природе, как минеральной, так и живой, время на самовосстановление, помогать ей в этом, не оставляя за собой разруху и неунничтожимые, убийственные для Природы отходы.

Но не только разрушительную для Красоты Природы роль играет Человек. В главе, посвящённой гипсу, описывается, как в древнейшие времена Человечество освоило очень дешёвый и, в большинстве случаев, довольно безликий материал. И научилось создавать из него стройматериалы, и домашнюю утварь, и художественные произведения. Но эти произведения – уже Красота Очеловеченная.

Кроме гипса, существует не так много материалов столь универсального применения. Навскидку, пожалуй, смогу лишь назвать два.



*Это глина и стекло... Они, как гипс, как другие природные материалы, а также металлы, естественным образом участвуют в круговороте веществ в Природе, в её Жизни. Правда, стекло менее применимо для литья.*

*И пусть этот кругооборот для нас не очень заметен, он идёт – иногда быстрее, иногда чуть медленнее – но непрерывно. И пока он идёт, пока живы порождающие его стихии – Природа жива.*

**На циферблате указав нам час,  
Покинув цифру, стрелка золотая  
Чуть движется невидимо для глаз...**

*Шекспир, Сонет 104*

*Пер. С.И. Маршака*

## *Источники*

1. **«Курс минералогии»**, Анатолий Григорьевич Бетехтин, 2008 г. Этот труд (более 700 страниц) можно скачать из Интернета по соответствующему запросу. Первое издание учебника - 1951 г. Поэтому, несмотря на редакторскую правку, некоторые сведения устарели – месторождения отработаны, рудники закрылись, открылись новые предприятия... Аналогично, существенно изменились технологии, области применения минералов. Например, технологии печати с использованием свинца не применяются нигде уже более четверти века, с другой стороны, ничего не говорится о его использовании в средствах защиты от радиации. То ли в 1951 году это держалось под секретом, то ли ещё вообще не было отработано. Таких примеров десятки, но в целом это нисколько не умаляет ценности монументального труда по минералогии.

Мне кажется, особое внимание следует уделить рисункам. Часто рисунки минералов, сделанные простым графитовым карандашом даже в полевых условиях, оказываются показательнее и выразительнее любых фотографий. Так хороший художник иногда несколькими линиями, несколькими штрихами создаёт узнаваемый портрет, показывая не только главные черты лица человека, но и важнейшие черты его характера, что не всегда заметно на снимках, отягощённых множеством несущественных деталей. Почти все рисунки приведены из той же монографии А.Г. Бетехтина, но выполнены разными художниками и издавались в специальных альбомах «Рисунки минералы...».

### 2. Электронный каталог минералов

<http://www.catalogmineralov.ru/mineral/>

В этом каталоге перечень минералов приводится по алфавиту. В заголовке окна необходимо указать первую букву названия минерала, а далее выдаётся окно со списком всех минералов, названия которых начинаются на эту букву. При выборе конкретного минерала открывается посвящённая ему страница, где вкратце описываются его физико-химические свойства, диагностические признаки, фотографии, некоторые наиболее известные месторождения, краткий перечень наиболее часто сопутствующих ему минералов. Можно отметить

также, что некоторые статьи этого справочника являются сильно сокращёнными (порой сильнее, чем здесь у меня) выписками из монографии А.Г. Бетехтика. Многие фразы и предложения повторяются дословно.

3. Электронный каталог месторождений.

<http://webmineral.ru/deposits/>

Построен примерно по тому же методу, что и каталог минералов, но поиск ведётся по названию месторождений и шахт. Описание каждого месторождения (шахты) сопровождается фотографиями (если они существуют), географическими и часто геологическими картами, небольшими списками наиболее характерных для месторождения минералов, иногда их фотографиями. Карты охватывают месторождения всей территории бывшего СССР, электронно масштабируются. При наведении указателя мыши на значок месторождения (скрещенные геологические молотки) на этих картах показывается название месторождения и перечень важнейших полезных ископаемых. Передвигаясь по этой карте указателем мыши, можно переходить от одного месторождения к другому, оценивать их взаимное расположение.

4. Электронный справочник месторождений Урала.

<http://uralmines.ru/>

Справочник подобен предыдущему, но охватывает лишь Урал и Приуралье. Большое внимание уделяется истории месторождений, их современному состоянию, фотографиям карьеров и подземных выработок.

5. **Камни Урала. Селенит / Ural Gems. Satin – Spar**, В.Б. Семёнов, Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 1984. Футляр книги Книга целиком посвящена этому минералу и его использованию в художественных целях.

В этой роскошной книге-альбоме уделяется внимание не только и не столько самому **селениту** – волокнисто-кристаллической разновидности **гипса**, но вообще всем видам гипса и художественным изделиям из него.

Издание входит в состав серии подобных же книг-альбомов **«Камни Урала»**, выпущенных в начале 80-х годов, когда камнерезное искусство, едва начав возрождаться в 70-х годах после всех потрясений и войн первой половины XX века, вдруг резко столкнулось с проблемами дефицита камнесамоцветного сырья и последующей разрушительной «перестройкой». Любителям таких изданий можно смело рекомендовать покупать такую букинистическую литературу при первой возможности – не пожалеете!

Автором, Б.В. Семёновым, в составе серии были написаны ещё три книги-альбома – **«Яшма»**, **«Агаты»**, **«Малахит»**. Все они стали библиографической редкостью и высоко ценятся.

Из всей серии эта книга, пожалуй, самая скромная, но и наиболее доступная. Связано это, пожалуй, с несколько пренебрежительным, поверхностным отношением в обществе к самому камню из-за его очень широкой распространённости и дешевизны, а также недолговечности изделий из него. Но автор утверждает и доказывает, что так было не всегда.

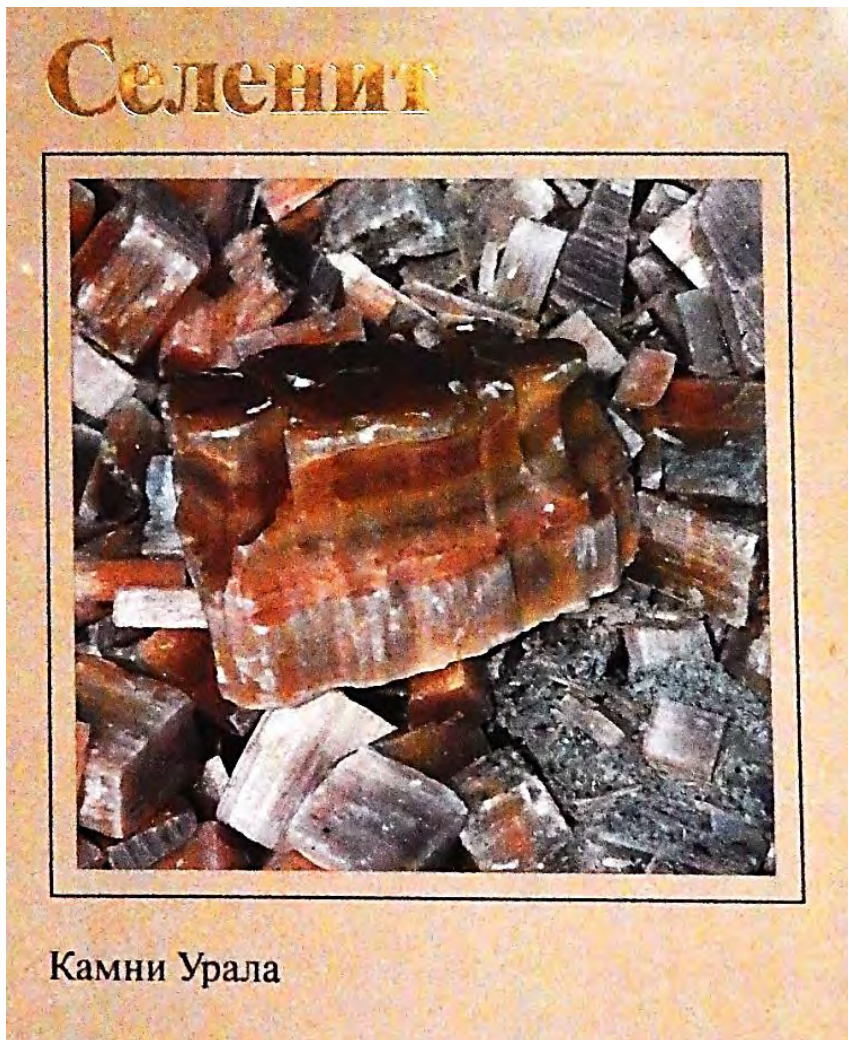
И видно, что сам он с глубокой любовью и уважением относится и к самому камню, и к мастерству Художников, создававших изделия из него.

В книге описываются и месторождения гипса на Урале и в его окрестностях, приводится около 200 снимков этих месторождений, карты, снимки произведений искусства от древности до наших дней.

Сейчас с помощью Интернета можно найти намного больше снимков таких произведений, в том числе, и многие приведённые в книге. Их я стараюсь не воспроизводить, а ограничиться собственными снимками.

С другой стороны, чтобы найти снимки, иллюстрирующие какие-то утверждения, демонстрирующие определённые художественные объекты, нужно хотя бы знать их названия и после этого просматривать на экране сотни и тысячи фотографий, чтобы найти желаемую. В таких случаях я всё же

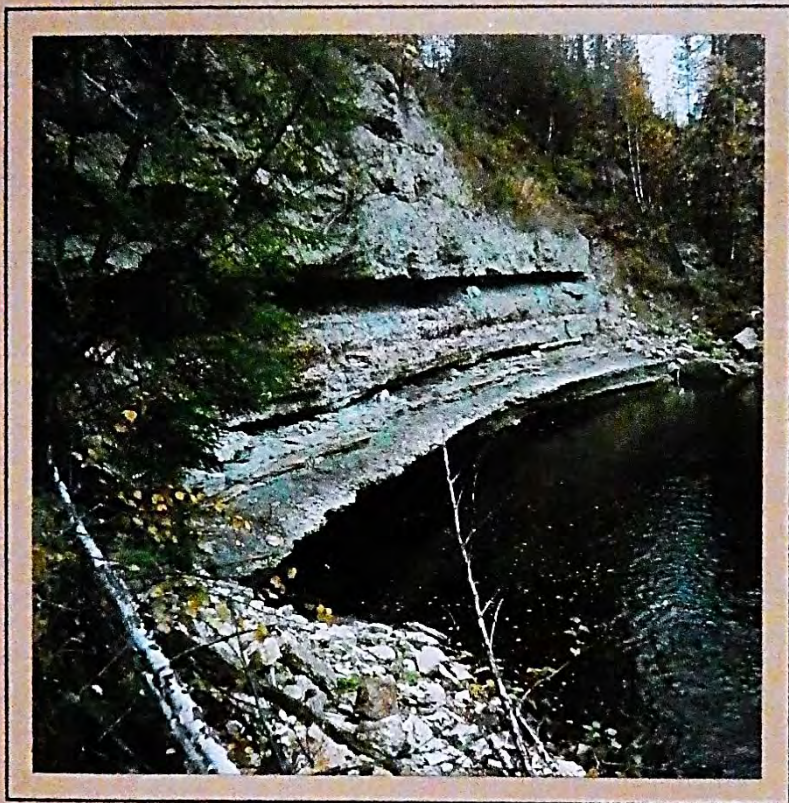
привожу либо снимок из Интернета с указанием поискового запроса, либо сканированный снимок из самой книги.



Камни Урала. Селенит / Ural Gems. Satin – Spar, В.Б. Семёнов, Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 1984. Футляр книги



# Satin-spar



## Ural gems

Камни Урала. Селенит / Ural Gems. Satin – Spar, В.Б. Семёнов  
Оборотная сторона футляра

6. «Там чудеса... Кварц», Клоков П.М. Самиздат, 2018.

Книга целиком посвящена разновидностям двуокиси кремния – всем видам хрустала, агатам, кремням, опалам, яшмам, кварцитам и даже стеклу – как природному вулканическому, так и искусственному, а также использованию этих материалов в художественных целях.

[https://yandex.ru/images/search?pos=17&img\\_url=http%3A%2F%2Fimage2.turizm.ru%2Fdost\\_gallery%2F03%2F04%2F73%2F765-399\\_14141872212665.jpg&text=%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B0%20%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9%20%D1%8D%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2&lr=11168&rpt=simage](https://yandex.ru/images/search?pos=17&img_url=http%3A%2F%2Fimage2.turizm.ru%2Fdost_gallery%2F03%2F04%2F73%2F765-399_14141872212665.jpg&text=%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B0%20%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9%20%D1%8D%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2&lr=11168&rpt=simage)

[https://yandex.ru/images/search?p=5&text=%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B0%20%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9%20%D1%8D%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2&pos=170&rpt=simage&img\\_url=https%3A%2F%2Fmtdata.ru%2Fu23%2FphotoAAD2%2F20296922844-0%2Foriginal.jpg&lr=11168](https://yandex.ru/images/search?p=5&text=%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B0%20%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9%20%D1%8D%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2&pos=170&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fmtdata.ru%2Fu23%2FphotoAAD2%2F20296922844-0%2Foriginal.jpg&lr=11168)

[https://yandex.ru/images/search?p=11&text=%D1%80%D1%8B%D1%86%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D0%B8%D0%BF%D1%81&pos=338&rpt=simage&img\\_url=https%3A%2F%2Ftopwar.ru%2Fuploads%2Fposts%2F2017-01%2F1483862183\\_19.jpg&lr=11168](https://yandex.ru/images/search?p=11&text=%D1%80%D1%8B%D1%86%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D0%B8%D0%BF%D1%81&pos=338&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Ftopwar.ru%2Fuploads%2Fposts%2F2017-01%2F1483862183_19.jpg&lr=11168)

## Оглавление

От автора .....	3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	9
САМОРОДНАЯ СЕРА (S) .....	11
СУЛЬФИДЫ .....	25
СУЛЬФИДЫ НЕМЕТАЛЛОВ (группа Аурипигмента) .....	25
Реальгар (AsS) .....	27
Аурипигмент (As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> )-.....	28
СУЛЬФИДЫ МЕТАЛЛОВ .....	30
КРОВЬ ДРАКОНА - КИНОВАРЬ (HgS).....	32
АНТИМОНИТ (Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> )—стибнит, сурьмяный блеск .....	48
СФАЛЕРИТ (ZnS) – СУЛЬФИД ЦИНКА .....	54
ГАЛЕНИТ (PbS) - СВИНЦОВЫЙ БЛЕСК .....	60
ЗОЛОТО ДУРАКОВ - ЖЕЛЕЗНЫЙ КОЛЧЕДАН (FeS <sub>2</sub> ) – .....	80
Пирит.....	81
Марказит.....	82
СЕМЕЙСТВО ПИРРОТИНА .....	86
Пирротин .....	86
Никелевые руды .....	89
Пентландит — (Fe,Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub> .....	90
Никелин — NiAs.....	91
Миллерит — NiS .....	92
АРСЕНОПИРИТ (FeAsS) – МЫШЬЯКОВЫЙ КОЛЧЕДАН .....	98
СУЛЬФИДЫ МЕДИ .....	102

Халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ) .....	103
Борнит .....	107
Халькозин ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) .....	108
Ковеллин ( $\text{CuS}$ ) .....	111
ОБОБЩЕНИЕ. ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ. МЕТАМОРФОЗЫ МИНЕРАЛОВ .....	146
Понятия эндогенеза и экзогенеза .....	147
Близнецы эндогенеза .....	149
Фаза экзогенеза – формирование вторичных минералов .....	152
Метаморфозы медных руд .....	159
СУЛЬФАТЫ .....	169
ГРУППА БАРИТА .....	171
Барит ( $\text{BaSO}_4$ ) .....	171
Целестин ( $\text{SrSO}_4$ ) .....	174
Англезит ( $\text{PbSO}_4$ ) .....	178
АНГИДРИТ И ГИПС .....	181
Ангидрит ( $\text{CaSO}_4$ ) .....	183
Гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) .....	184
Мексика. Хрустальная Пещера Найка .....	186
Технология использования гипса в строительстве .....	193
ГИПС В КУЛЬТУРЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА .....	195
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	225
Источники .....	228

## Сведения для печати

Печать ч\б А4 56 листов двусторонней печати.

1-6,9-10,15-16,19-22,27-30,33-36,39-40,43-44,49-50,55-56,59-62,65-66,75-76,81-82,85-86,89-90,93-94,99-100,103-104,107-108,111-114,117-118,133-136,141-144,147-148,153-154,157-158,161-164,169-172,175-176,181-182,191-196,201-204,207-208,213-214,217-218,225-230,233-236

Печать цв. А4 61 лист 4+4

11-14,17-18,23-26,31-32,37-38,41-42,45-48,51-54,57-58,63-64,67-74,77-80,83-84,87-88,91-92,95-98,101-102,105-106,109-110,115-116,119-128,131-132,137-140,145-146,149-152,155-156,159-160,165-168,173-174,177-180,183-190,197-200,203-204,209-212,215-216,219-224,231-232

Сера 7-8 А4 2 листа (4+4) – вкладыш

Обложка А4 2 листа 4+0

Всего 63 листа А4 (4+4)