

ОПРЕ-
ДЕЛИТЕЛЬ
МИНЕРА-
ЛОВ

Р. ЮБЕРТ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИР.

MINERAL-
BESTIMMUNGSBUCH

VON DR. RER. NAT. HABIL. RUDOLF JUBELT

2. ÜBERARBEITETE AUFLAGE

VEB DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE
LEIPZIG

ОПРЕ- Р. ЮБЕЛЬТ
ДЕЛИТЕЛЬ
МИНЕРА-
ЛОВ

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО

Т. Б. ЗДОРИК и В. П. КОЛЧАНОВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

МОСКВА 1978

18983

Вторая книга из серии определителей геологических объектов, выпускаемой в ГДР (первая — «Определитель горных пород» — в русском переводе вышла в издательстве «Мир» в 1977 г.). Книга содержит краткие сведения по минералогии и кристаллографии, дает представление о внутреннем строении Земли, ее составе. Описание 205 главных природных минералов, в том числе рудных, составлено по единой схеме и сопровождается диагностическими таблицами.

Четкий и легкодоступный для понимания язык книги делает ее ценной не только для геологов всех специальностей, но также для массового читателя — туристов, школьников старших классов, студентов и всех любителей камня.

Редакция литературы по вопросам геологических наук

© 1976. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, Deutsche Demokratische Republik

Ю 20805—133
041(01)—78 133—78 © Перевод на русский язык, «Мир», 1978

Минералы — природные соединения химических элементов — с незапамятных времен вызывали большой интерес. Еще в каменном веке такие минералы, как халцедон, нефрит, обсидиан, помогали человеку добывать пищу и огонь. Звучное латинское слово *minera*, образующее корень нынешнего слова «минерал», обозначало руду — камень, дающий металл. Значение минералов как сырья, используемого для выплавки металлов, составляющих основу промышленного производства, исключительно велико. Многие минералы применяются в качестве огнеупорных, керамических, изоляционных, красящих и других материалов в различных отраслях народного хозяйства.

Однако человека привлекала и привлекает не только возможность промышленного использования тех или иных минералов: издавна его изумляла и восхищала красота природного камня. Стойкая, сочная окраска минералов, их удивительная естественная огранка — одно из ярких проявлений гармонии в природе.

В последнее десятилетие во всем мире интерес к природному камню чрезвычайно возрос. Коллекции минералов создаются при учебных заведениях, краеведческих музеях, геологических управлениях, на крупных рудниках. Необычайной популярностью пользуется индивидуальное коллекционирование минералов.

В этой связи большой интерес представляет книга доктора естественных наук Р. Юбельта, выдержавшая на родине автора, в ГДР, уже два издания. Основным достоинством этой книги, знакомящей читателя с миром минералов, является сочетание ее небольшого объема с высокой информативностью. Книга состоит из двух частей. В первой автор в доступной пониманию неспециалистов форме знакомит читателя с основами минералогии. Как, в ходе каких геологических процессов образуются минералы? Каковы их физические свойства: кристаллическая форма, цвет, блеск, степень прозрачности? Какие из этих свойств наиболее важны для диагностики и какие методы применяются для определения минералов? Каков химический состав минералов и какова их внутренняя структура? В книге показано, что именно внутреннее строение минералов обуславливает их внешний облик и физические свойства. Особое внимание уделено наиболее сложному для непосвященного читателя разделу — кристаллографии, который написан известным кристаллографом проф. В. Шмицем.

Весьма информативная вводная часть подготавливает читателя к восприятию второй части, в которой заключено основное содержание книги. Здесь в алфавитном порядке — «от А до Я» — описаны 205 минералов и кратко охарактеризованы их основные разновидности, приведены основные сведения не только о наиболее распространенных минералах, таких, как кварц и полевые шпаты, пироксены и амфиболы, или о минералах, имеющих большое народнохозяйственное значение, но и о ряде природных образований, редко встречающихся, но ценных с точки зрения коллекционеров, таких, например, как крокоит или ильваит.

Пользование книгой как определителем-справочником облегчается четкой рубрикацией описания каждого минерала, а также диагностическими таблицами, данными в приложении к книге.

Следует отметить некоторые особенности книги, обусловленные тем, что авторы адресовали ее в первую очередь немецкому читателю. Так, районы распространения месторождений охарактеризованы в самых общих чертах, и масштабными единицами являются горные хребты, провинции, штаты или страны в целом. Лишь для обоих германских государств (ГДР и ФРГ) и в ряде случаев для их непосредственных соседей — ЧССР, Швейцарии, Австрии, Польши — указаны конкретные районы локализации месторождений и местонахождения минералов. Некоторое несовпадение русской и немецкой научной терминологии заставило в ряде случаев дать подстрочные пояснения. Формулы минералов приведены по автору.

Безусловно, настоящая книга будет интересна и полезна минералагам, студентам геологических вузов, специалистам смежных профессий, а также коллекционерам-любителям, тем более что она составляет единое целое с изданной в 1977 г. на русском языке книгой Р. Юбельта и П. Шрайтера «Определитель горных пород» и как бы продолжает знакомить читателя с многоцветным и увлекательным миром камня.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Определитель минералов адресован любителям минералогии и петрографии, а также всем, кто проявляет интерес к этим областям знания. Вместе с тем книга представляет собой карманный справочник по минералогии, позволяющий самостоятельно определять важнейшие и наиболее распространенные минералы (всего около двухсот) по внешним признакам и с помощью простейших приемов. Наряду с другими сведениями книга содержит информацию о хозяйственном значении многих минералов, находящих применение в качестве минерального сырья для получения металлов, в химической, керамической и других отраслях промышленности.

Во вводном разделе рассмотрено происхождение минералов и на нескольких примерах (Рудные горы, Гарц) показано, какие закономерности вещественного состава и какие геологические условия определяют местонахождение тех или иных минералов и их групп.

Книга богато иллюстрирована цветными и черно-белыми фотографиями, а также штриховыми рисунками, что облегчает определение, распознавание и поиски минералов.

За основу при описании минералов взят курс минералогии А. Г. Бетехтина [1], пользующийся международным признанием. Построенная в форме словаря определительная часть книги содержит описания отдель-

ных минералов, названия которых расположены в алфавитном порядке и даны в соответствии с международной минералогической номенклатурой. Каждое описание включает следующие данные: название и химический состав минерала; свойства минерала — цвет, блеск, прозрачность, цвет черты, твердость, плотность, излом, спайность, кристаллографическая сингония; форма кристаллов или кристаллических выделений; структура кристаллической решетки минерала; совместно образующиеся (сопутствующие) минералы; минералы, близкие по некоторым признакам (сходные минералы); химическое поведение минерала в пламени паяльной трубки (сокращенно п. тр.) и поведение в кислотах.

Сведения о практическом применении минералов включают данные об их происхождении и месторождениях или местонахождении.

Для облегчения определения минералов по внешним признакам к книге прилагаются три таблицы, в которых приведены главнейшие свойства минералов — цвет, блеск, твердость, цвет черты, спайность и др.

Владельцам этого карманного справочника, желающим глубже вникнуть в науку о минералах, можно рекомендовать упомянутый выше учебник А. Г. Бетехтина. Другие указания можно извлечь из списка литературы в конце книги.

Р. Юбельт

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Первое издание этого маленького определителя минералов встретило хороший прием и получило положительную оценку. С учетом пожеланий читателей во втором, переработанном издании книги увеличено число описаний минералов и расширен набор диагностических признаков и свойств отдельных минералов (приводятся класс симметрии кристаллов и отношение осей). Лучшему пониманию зависимости между внешним обликом минералов и внутренним строением их кристаллов способствуют дополнительные пояснения, касающиеся кристаллографических свойств минералов. Соответствующий раздел составлен д-ром В. Шмицем, которому автор приносит сердечную благодарность за сотрудничество.

Эта небольшая книга, рассчитанная на коллекционеров и любителей камня, преследует цель приобщить широкий круг читателей к красоте и многообразию мира минералов. Вместе с тем в ней подчеркнуто значение отечественных минералов как основных компонентов полезных ископаемых и сырья для народного хозяйства, для чего указаны многочисленные области применения минералов в промышленности.

Автор и издательство будут признательны за критические замечания, направленные на улучшение второго издания книги.

Р. Юбельт

ВВЕДЕНИЕ В МИНЕРАЛОГИЮ

Минералогия относится к числу наук, занимающихся изучением вещества земной коры; это одна из отраслей геологических наук. Слово «минерал» происходит от латинского *minera*, что означает вести горные разработки, заниматься горным делом, т. е. рыть канавы или закладывать шахты для добычи минералов и горных пород, которые в той или иной степени практически использовались прежде и в гораздо большем объеме находят применение в настоящее время. Ныне под минералами понимают (за немногими исключениями) кристаллические компоненты твердой земной коры, имеющие однородный состав. В настоящее время известно около 2000 минеральных видов, установленных с научной достоверностью. Однако в своем большинстве они встречаются редко, и в формировании твердой земной коры принимают существенное участие лишь относительно немногие минералы.

Естественная форма минерала — это кристалл. Лишь некоторые минералы не являются кристаллическими веществами. В физическом смысле они относятся к бесформенным, или аморфным, телам, как, например, опал — гель, кремнезема, имеющий химический состав $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Наряду с аморфными минералами существуют также весьма мелкие кристаллические образования, распознаваемые лишь под микроскопом. Они называются скрытокристаллическими (криптокристаллическими); примером образования скрытокристаллического вещества может служить переход геля кремнекислоты (опала) вследствие потери воды в минерал халцедон.

Под названием «рудные минералы» понимают минералы, из которых можно получать металлы, например

золото, платину, серебро, медь, железо, хром, никель, марганец, цинк, свинец, сурьму, алюминий и др.

Начало образования минералов относится ко времени возникновения твердой земной коры, т. е. 4—5 млрд. лет назад. В процессе охлаждения расплавленного вещества Земли кристаллизовались первые породообразующие минералы. Тонкая вначале земная кора становилась в ходе длительного развития Земли все толще. Ее средняя мощность составляет ныне около 40 км. Неоднородная в химическом и физическом отношении Земля состоит из ряда земных оболочек (сфер), о вещественном (химическом) составе которых мнения ученых до сих пор расходятся.

В самом общем виде принимается, что Земля состоит из трех оболочек, резко различающихся между собой по вещественному составу и физическим свойствам, причем внешняя оболочка, или литосфера, в свою очередь характеризуется дифференцированным *многослойным* строением. Разграничение оболочек производится на основании результатов геофизических (сейсмических) и геохимических исследований.

Минералообразующие процессы определяются химическим составом земной коры и характером распределения в ней элементов. К области земной коры, состоящей из сиала (гранитного слоя), сияльмы (переходного слоя) и симы [перидотит-габбрового (базальтового) слоя], относятся атмосфера (газовая оболочка), гидросфера (океаны, свободная вода, снег и лед) и биосфера (органические вещества, а также минеральные вещества панцирей и скелетов животных).

Из 102 химических соединений, составляющих периодическую систему элементов, лишь немногие широко распространены в земной коре. Как следует из диаграммы рис. 2 (по А. Г. Бетехтину), самыми распространенными элементами являются кислород (O), кремний (Si), алюминий (Al), железо (Fe), кальций (Ca), натрий (Na), калий (K), магний (Mg), водород (H), титан (Ti), углерод (C) и хлор (Cl). На долю всех остальных элементов приходится лишь несколько десятых массового процента. Большинство элементов земной коры входит в состав химических соединений. Самородные элементы, например платина, золото, серебро, мышьяк, сера, встречаются редко.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ (MASON, 1958)

Атмофильные (атмосфера)	Гидрофильные (гидросфера)	Литофильные (земная кора+верхняя мантия)	Халькофильные (нижняя мантия)	Сидерофильные (ядро Земли)
N, O, C (в форме CO ₂)	H и O (в форме H ₂ O)	Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y	Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl	Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Re, Mo, Ga, Sn
H (H ₂ O в виде па- ра)	C (в форме CO ₂ в растворе)	Редкие земли (C), Si, Ti, Zr, Hf, Th	(Ge), (Sn), Pb As, Sb, Bi	
Благородные газы	(O), (N), щелочи	(P), V, Nb, Ta	S, Se, Te	C, P
	Ca, Mg, галогены, бор	O, Cr, W, U (H), F, Cl, Br, J (Tl), (Ga), (Ge) (Fe), Mn	(Fe), (Mo), (Cr)	(Pb), (As), (W)

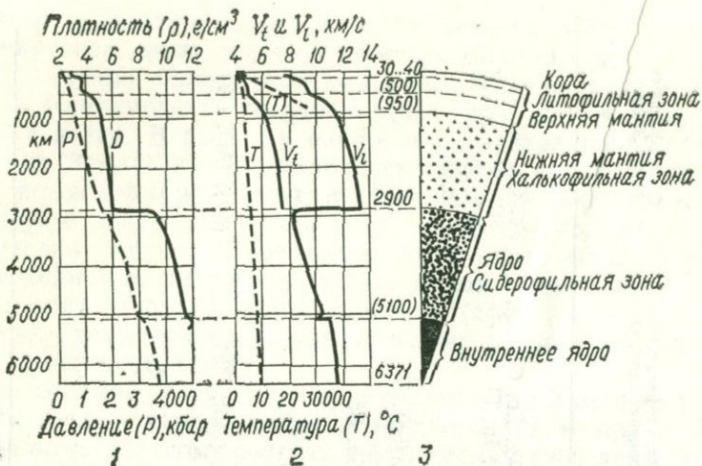


Рис. 1. Зональное строение Земли и физические свойства вещества зон.

1 — плотность и давление; 2 — скорость распространения сейсмических волн (V_p — скорость поперечной волны, V_s — скорость продольной волны) и температура; 3 — сектор Земли.

Химическое и геохимическое своеобразие земной коры обуславливает предпочтительное образование тех или иных соединений. Частота вхождения химических элементов в состав минералов в целом соответствует их распространенности в земной коре.

Многообразие строения и размеров атомов (атомный радиус, катионный и анионный радиусы при разной валентности элементов) обуславливает многочисленность минеральных видов.

Мир минералов литосферы и атмосферы систематизирован в химическом отношении и расчленен на основании данных о тонкой атомной структуре на более дробные подразделения. В 1965 г. Х. Штрунц разделил минералы на кристаллохимической основе на восемь классов.

I класс: элементы (а также природные сплавы, карбиды, нитриды, фосфиды), например серебро, золото, ртуть, мышьяк, сурьма, висмут, графит, алмаз, сера, селен, теллур и др.

II класс: сульфиды (а также селениды, теллуриды, арсениды, антимониды, бисмутиды), например пентлан-

Элемент	Мас., %	Число известных минералов
Кислород, O	49,13	1221
Кремний, Si	26,00	377
Алюминий, Al	7,45	268
Натрий, Na	2,40	100
Магний, Mg	2,35	105
Кальций, Ca	3,25	194
Железо, Fe	4,20	170
Калий, K	2,35	43
Водород, H	1,00	798
Углерод, C	0,35	194
Титан, Ti	0,61	30
Хлор, Cl	0,20	67
Фтор, F	0,08	50

дит, сфалерит, халькопирит, галенит, ковеллин, пирит, молибденит, прустит, борнит, реальгар, аурипегмент и др.

III класс: галогениды, например галит, сильвин, карналлит, криолит и др.

IV класс: окислы, гидроокислы, например лед, куприт, шпинель, магнетит, хромит, гематит, корунд, кварц, ильменит, вольфрамит¹, гидраргиллит, диаспор, гётит и др.

V класс: нитраты, карбонаты, бораты, например калиевая селитра, кальцит, магнезит, сидерит, доломит, арагонит, церуссит, азурит, малахит, людвигит, борацит и др.

VI класс: сульфаты (а также теллулаты, хроматы, молибдаты, вольфраматы), например ангидрит, гипс, барит, кизерит, полигалит, каинит, крокоит, вульфенит.

VII класс: фосфаты, арсенаты, ванадаты, например монацит, лазулит, вивианит, вавеллит, бирюза, апатит и др.

VIII класс: силикаты, например силикаты с изолированными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (незосиликаты, ортосиликаты) — оливин, топаз, дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, гранат, аксинит и др.; с изолированными

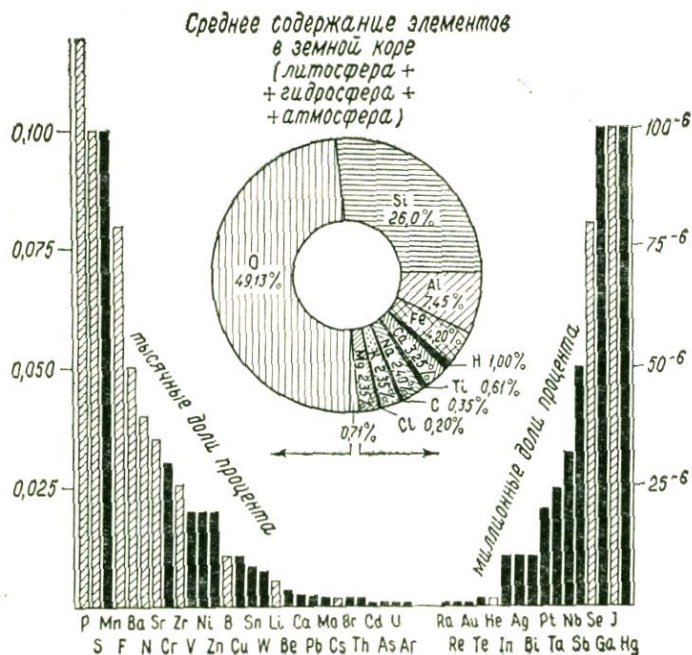
¹ Вольфрамит чаще описывается вместе с другими вольфраматами, т. е. в VI классе.

группами $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ (соросиликаты) — эпидот, цоизит; с кольцевыми анионными радикалами (циклосиликаты) — берилл, кордиерит, турмалин и др.; с бесконечными цепочками тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (иносиликаты) — пироксены, амфиболы, родонит и др.; с бесконечными слоями тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (филлосиликаты) — тальк, мусковит, биотит, циннвальдит, хлориты, каолинит и др.; с бесконечными трехмерными каркасами тетраэдров $[(\text{SiAl})\text{O}_4]$ (тектосиликаты) — полевые шпаты, лейцит, анальцит, нефелин, цеолиты и др.

Каждый минерал имеет определенный химический состав, находящий свое выражение в химической формуле. Последняя содержит в виде сокращенных символов названия входящих в состав соединения элементов, таких, как железо (Fe), марганец (Mn), никель (Ni),

Рис. 2. Диаграмма, на которой показано распространение важнейших элементов в земной коре (литосфера+гидросфера+атмосфера) (в мас. %).

По обеим сторонам диаграммы показано содержание важнейших металлов (черные столбики).



сера (S), кремний (Si), кислород (O), водород (H), углерод (C), кальций (Ca), натрий (Na), хлор (Cl) и т. д.

Структурная формула отражает строение минерала. Соединение NaCl (каменная соль) состоит из одного атома натрия и одного атома хлора. При этом 23 массовые части натрия связаны с 25 массовыми частями хлора. Пирит, FeS_2 , состоит из одного атома железа и двух атомов серы, т. е. в нем 56 массовых частей железа связаны с $(32 \cdot 2)$ массовыми частями серы.

Вычисление содержаний тех или иных компонентов в минералах часто производится в массовых процентах. Для наглядности приведем простой пример. Минерал сидерит (железный шпат), FeCO_3 , имеет следующий состав:

Элемент	Атомная масса	Содержание железа
Железо, Fe	55,85	$55,85 : 115,86 =$ $= 48,2 \text{ мас. \% Fe}$
Углерод, C	12,01	
Кислород, O ₃	<u>48,00</u> 115,86	

Чтобы в более наглядной форме представить химические взаимоотношения в минералах сложного состава, формулы в минералогии записывают несколько иначе. Кальцевый полевой шпат (ортоклаз) имеет, например, химическую (структурную) формулу KAlSi_3O_8 ; если же выразить состав этого минерала в виде окислов, то его формула примет вид $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Минерал состоит из

64,8 мас. %	SiO_2	(двуокись кремния),
18,3 мас. %	Al_2O_3	(окись алюминия),
16,9 мас. %	K_2O	(окись калия).

ОБРАЗОВАНИЕ И ОБЛИК МИНЕРАЛОВ И КРИСТАЛЛОВ

Изучение облика минералов, т. е кристалломорфология, составляет один из существенных разделов минералогии. Минералогам, петрографам и исследователям месторождений, словом, каждому, кто занят изучением минерального мира, кристаллография — учение о кристаллах — необходима для диагностики минералов и их агрегатов. Подчас минералы встречаются в природе в виде правильных кристаллов, выросших в пустотах, но гораздо чаще в виде сплошных зернистых или плотных образований (рис. 3). Минералы, кристаллизовавшиеся в условиях земной коры, образованы по определенным законам. Их кристаллографическая форма зависит от химического состава, а также от физических условий образования — давления и температуры.

По своим размерам природные кристаллы могут быть самыми разными: от микроскопических до весьма крупных вплоть до нескольких метров длиной и в поперечном сечении. Внешний облик кристаллов зависит от того, насколько спокойно происходил их рост. Большинство кристаллов в природе растут медленно — тысячи и миллионы лет. Однако некоторые кристаллы растут очень быстро, например кристаллы легко растворимых солей, иногда сублимационных минералов (сера, таблички гематита) в кратерах действующих вулканов.

Вообще говоря, кристаллы образуются в тех случаях, когда какое-либо вещество переходит из жидкого или газообразного состояния в твердое. Рост кристалла начинается с образования зародышей и скелетных форм. При длительном, равномерном, беспрепятственном поступлении вещества со всех сторон возникают нормальные кристаллические формы, что, однако, едва ли яв-

ляется правилом. В большинстве случаев кристаллы стеснены в своем росте соседними телами (соседними кристаллами). Это приводит к образованию несовершенных кристаллов с искаженными гранями, так как поступление растворов, питающих кристалл, происходит с разных сторон неравномерно.

Признаками хорошо образованных форм монокристалла являются ровные, блестящие грани, отсутствие входящих углов (только двойниковые сростки имеют разнообразные входящие углы). Часто грани кристаллов бывают шероховатыми, с притупленными ребрами, а сами ребра закругленными. Подобные особенности следует относить за счет процессов растворения, когда на кристалл воздействовали активные растворы.

Многочисленные физические и химические свойства выкристаллизовавшихся минералов, такие, например, как характер роста кристаллов, форма кристаллов, твердость, спайность, растворимость и т. д., зависят от химического состава кристаллов, от их упорядоченного атомного или молекулярного строения. Изучением этих вопросов заняты специалисты одного из наиболее важных направлений исследований в кристаллографии. Например, кристалл каменной соли — хлорида натрия (NaCl), состоит из атомов натрия и хлора. По углам кубической элементарной ячейки NaCl располагаются, чередуясь, атомы натрия и хлора (табл. 1). Эти «кирпичики» расположены в пространстве закономерно. В целом подобная конструкция называется кристаллической решеткой. Каменная соль образует кубические кристаллы и спайные выколки по кубу именно вследствие своей характерной структуры.

В соответствии с химическим и кристаллографическим многообразием в минеральном мире существует некоторое количество структурных типов кристаллических решеток, иногда построенных просто, но чаще имеющих весьма сложное строение. Исследования атомного строения кристаллических решеток, успешно проводимые с помощью рентгенографии, включают изучение химии минералов и некоторых аспектов атомной физики.

Можно привести следующие примеры отдельных типов кристаллических структур: кубическая гранецентрированная решетка самородной меди, построенная из ато-

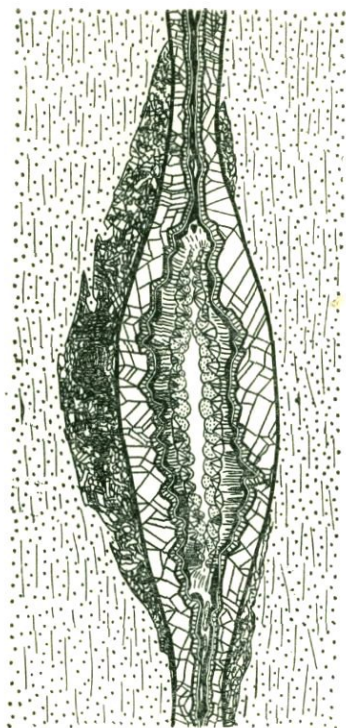
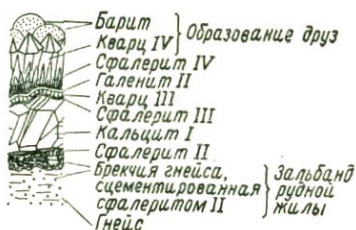


Рис. 3. Полость рудной жилы в разрезе.



мов меди, кубическая решетка галита (каменной соли), построенная из как бы вложенных друг в друга кубических гранцентрированных решеток из ионов Na^+ или Cl^- , кубическая решетка флюорита, слоистая решетка молибденита, гексагональная и тригональная решетки кварца, тригональная решетка кальцита.

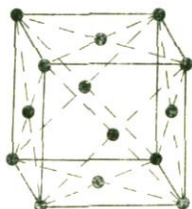
Многообразны типы кристаллических решеток у сульфидов и окислов. Особый интерес с точки зрения их структуры представляют силикаты, преобладающие в составе горных пород, и среди них в первую очередь такие, как полевые шпаты, слюды, оливин, пироксены, амфиболы. В составе этих минералов большую роль играют кремний (Si) и кислород (O). В силикатах атом кремния всегда окружен четырьмя атомами кислорода,

ТАБЛИЦА 1

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕШЕТКИ

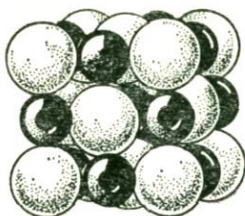
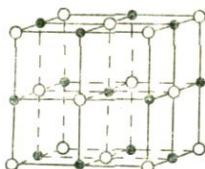
Самородная медь, Cu

Сингония кубическая, представлена гранецентрированным кубом с плотнейшей упаковкой атомов. Атомы меди расположены по углам куба и в центре каждой грани элементарной ячейки

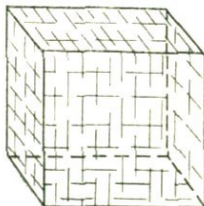


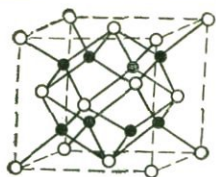
Галит (каменная соль), NaCl

Сингония кубическая, кристаллическая структура представлена ионной решеткой. Ионы натрия (Na^+ , черные шарики) и ионы хлора (Cl^- , белые шарики) попеременно располагаются в углах малых кубов



Спайный выкол галита в форме куба, замкнутая спайная форма

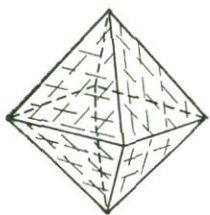




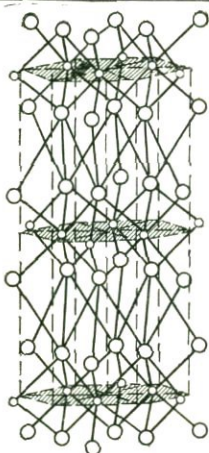
● ○
F Ca

Флюорит (плавиковый шпат), CaF_2

Сингония кубическая. Ионы кальция (Ca^{2+}) расположены по закону гранецентрированного куба. Ионы фтора (F^-) занимают центры всех малых кубов



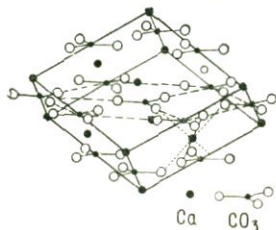
Спайный выколоч флюорита в форме октаэдра, замкнутая спайная форма



○ ○
Mo S

Молибденит (молибденовый блеск), MoS_2

Сингония гексагональная, кристаллическая структура слоистая. Ионы молибдена (Mo^{2+}) и ионы серы (S^{2-}) образуют плоские сетки. Характер кристаллической решетки обуславливает совершенную спайность, параллельную базальной плоскости

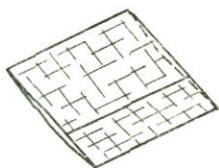


● ○
Ca CO₃

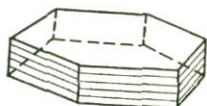
Кальцит (известковый шпат), CaCO_3

Кристаллическая решетка тригональная. Кристаллическая структура в элементарной ячейке спайного ромбоэдра состоит из ионов кальция (Ca^{2+}) и карбонат-ионов $[\text{CO}_3]^{2-}$. Оба типа ионов располагаются как бы в гранецентрированных решетках

Спайный выколк кальцита, замкнутая спайная форма (ромбоэдр). Примеры: кальцит, доломит, магнезит, сидерит и др.



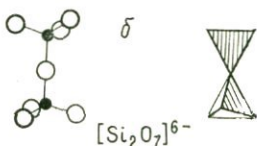
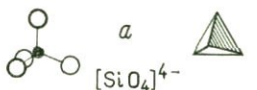
Открытая спайная форма, листоватость, свойственная слюдыстым минералам. Примеры: мусковит, биотит, хлорит



Примеры структур силикатных минералов (анионные комплексы)

На рис. (а) и (б) изображены изолированные группы кремнекислородных тетраэдров, представленные двумя различными видами

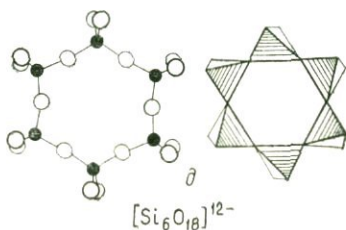
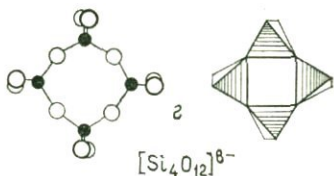
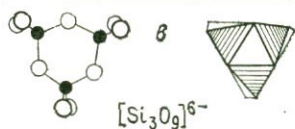
(а) Отдельный изолированный тетраэдр $[\text{SiO}_4]^{4-}$
 (б) Группа из двух тетраэдров, связанных между собой общим углом, с формулой $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$



(в) Группа из трех тетраэдров, соединенных в кольцо, с формулой $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$

(г) Группа из четырех тетраэдров, соединенных в кольцо, с формулой $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$

(д) Группа из шести тетраэдров, соединенных в кольцо, с формулой $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$



образующими правильный тетраэдр $[\text{SiO}_4]^{4-}$. Каждый атом кислорода в решетке силикатов одновременно принадлежит двум разным тетраэдрам. Благодаря этому возникают sdвоенные тетраэдры, кольцообразные замкнутые группы тетраэдров (например, у берилла — двойные кольца), а при дальнейшей группировке атомов — цепи, двойные цепи (например, у пироксенов и амфиболов), двумерные бесконечные слои и трехмерные бесконечные каркасы (например, у полевых шпатов и лейцита).

Многие соединения встречаются в различных структурных типах, так что разные минеральные виды обнаруживают в этом случае одинаковый состав. Такое явление называется полиморфизмом, а химически идентичные минералы, различающиеся структурой кристаллической решетки, — полиморфными модификациями, например пирит и марказит (оба имеют состав FeS_2).

Рамки данного карманного справочника позволяют привести лишь ограниченные (но важные!) сведения о многообразии кристаллических форм и о специальных, базирующихся на математической теории принципах классификации кристаллов. Более подробные данные по этому вопросу читатель найдет в разделе «Кристаллографические свойства минералов», написанном д-ром В. Шмицем.

Для графических построений и в классификационных целях минералогии и кристаллографы используют кристаллографические оси и осевые системы. В зависимости от длины отрезков, отсекаемых на кристаллографических осях, и взаимного расположения этих осей различают семь осевых систем¹ (см. приложение 1А).

Триклинная сингония. Три оси разной длины пересекаются под косыми углами; например известково-натриевые полевые шпаты (плагноклазы).

Моноклинная сингония. Две оси разной длины пересекаются под косым углом, третья ось составляет с ними прямой угол, например ортоклаз, авгит, слюда и гипс.

Ромбическая сингония. Три оси разной длины пересекаются под прямыми углами; например оливин, энстатит, топаз, ангидрит, барит и сера.

¹ В отечественной литературе употребляется термин «сингония», который мы и будем использовать в дальнейшем. — *Прим. перев.*

Тетрагональная сингония. Два отрезка оси одинаковой длины пересекаются под прямым углом, третья ось перпендикулярна им, и отсекаемый на ней отрезок имеет иную длину, например рутил, циркон, касситерит и халькопирит.

Тригональная сингония. Три отрезка осей равной длины пересекаются в одной плоскости под углом 60° , третья ось перпендикулярна этой плоскости, и отсекаемый на ней отрезок имеет иную длину, например кальцит.

Гексагональная сингония. Положение осей аналогично их положению в тригональной сингонии, например кварц (высокотемпературный), берилл, апатит, снег и лед.

Кубическая сингония. Три равновеликие оси пересекаются под прямым углом, например каменная соль, алмаз, магнетит, пирит, хромит, галенит, золото и гранат.

Для определения сингонии кристалла важным признаком является форма выделения минерала. Изометричные, порой округленные зерна минерала, вкрапленные в агрегат других минералов, позволяют предположить для него кубическую сингонию. Так выглядит, например, гранат в слюдистом сланце или лейцит в фonoлитах, трахитах или базальтах. У большинства кристаллов гексагональной, тригональной, тетрагональной, ромбической, моноклинной или триклинной сингоний преобладает призматический габитус. Грани, ориентированные параллельно оси c , обычно называют призматическими. Хорошо образованные призматические грани характерны, например, для монокристаллов кварца, берилла, топаза, турмалина, кальцита, арагонита, дистена, ставролита и др. Другие формы этих сингоний могут иметь таблитчатый или пластинчатый габитус, параллельный оси c .

У хорошо образованных некубических кристаллов важны базальные и пирамидальные грани, определяющие различия их облика. Для высокотемпературного кварца характерна гексагональная бипирамида, для апатита характерны притупления базисной грани. Для моноклинного ортоклаза характерны резко выраженные грани диэдра, расположенные параллельно оси a . К этим главным граням часто присоединяются специфичные для

разных сингоний второстепенные грани, усложняющие форму кристалла. Так, у кристаллов тригонального кварца наряду с гранями тригональной призмы присутствуют грани трапецеэдра, у гексагонального апатита и берилла — многочисленные второстепенные грани и т. д. Все эти кристаллографические признаки минералов имеют особое значение. Они часто позволяют установить, при каких физико-химических условиях образовался тот или иной минерал. Вместе с тем появление определенных граней может быть характерно для минерала из конкретного месторождения и может указывать на определенный минеральный парагенезис.

Эти наблюдающиеся на кристаллах минералов комбинации граней создают его характерную *естественную огранку*, а общая конфигурация определяет его *габитус*. Так, например, апатиты, образовавшиеся в диапазоне температур 550—300 °С, кристаллизуются в виде короткопризматических кристаллов, а апатиты в гранитах, образующиеся при температурах выше 700 °С, имеют тонкоиглочатый габитус. Аналогичная картина наблюдается и в случае калиевых полевых шпатов: полевые шпаты, являющиеся составной частью магматических пород, образуются при температурах выше 700 °С (санидин, ортоклаз), пегматитовые калиевые полевые шпаты — примерно при 600—550 °С (ортоклаз), а гидротермальные, такие, как адуляр, кристаллизуются в интервале температур 300—100 °С; соответственно различен и облик этих полевых шпатов, возникших в различной геологической обстановке.

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Важным диагностическим признаком минералов является внешний облик их выделений (морфология). Закономерности кристалломорфологии составляют предмет кристаллографии¹, которая, отделившись от минералогии в XIX в., развивалась в дальнейшем как самостоятельная наука.

Каковы же различия между кристаллом и минералом? Можно сказать, что, за редкими исключениями, минералы являются кристаллическими веществами. В качестве минералов выступают лишь вещества, устойчивые при нормальных условиях. Неустойчивые соединения через какой-то промежуток времени переходят в более стабильные. Таким образом, число минералов ограничено. Гораздо большее число кристаллов может быть получено искусственным путем и сохранено в условиях изоляции. Очевидно, что законы кристаллографии распространяются и на мир минералов.

Что же характеризует кристалл или кристаллическое состояние вообще? Во-первых, кристаллическое вещество должно иметь однородный химический состав, т. е. быть гомогенным. Вторым его важным свойством является анизотропия, под которой понимается различие физических свойств вдоль разных направлений в кристалле. У некоторых кристаллов различаются даже направления и противонаправления, как, например, у турмалина, концевые грани которого могут в одном направлении постоянно нести положительные электрические заряды, а в обратном — отрицательные². Анизотро-

¹ Точнее, специального раздела кристаллографии и минералогии — онтогении минералов. — *Прим. перев.*

² Возникающие при трении или нагревании. — *Прим. перев.*

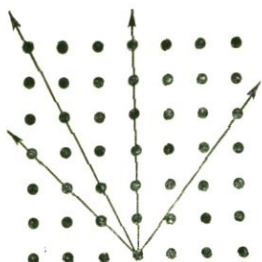


Рис. 4. Упорядоченное атомное строение кристалла обуславливает различное расстояние между атомами в разных направлениях.

ния кристаллов обусловлена их атомным строением. В различных направлениях расстояния между атомами различны.

Все доступные для измерения свойства кристаллов, такие, как характер прохождения света, теплопроводность, электропроводность и др., определяются анизотропией.

Свободно висящей капле жидкости свойственна форма шара. Свободно выросший кристалл никогда не будет иметь такой формы. Он ограничен от своего окружения гранями, углами и ребрами. У многих кристаллов наблюдаются разные размеры в трех различных направлениях. Полиэдрический (многогранный) облик кристаллов, выросших из расплавов, растворов или паров, где отсутствуют пространственные ограничения, также является следствием анизотропии. Газы, жидкости или стекла не имеют кристаллического строения: они обладают одинаковыми свойствами во всех направлениях. Их называют изотропными веществами. А вот столь ценный «хрусталь» (свинцовое стекло), будучи стеклом, носит свое название не по праву!

Однако часто по внешнему облику кристаллов нельзя предположить, что их свойства различны в разных направлениях. Нередко кристаллы выглядят так, будто они состоят из зеркально-равных частей. При повороте кристаллов большинства минералов на определенный угол многократно наблюдается один и тот же облик кристаллов. Действительно, кристаллы обладают свойствами, ограничивающими их анизотропию. Существуют направления, вдоль которых проявляются одинако-

¹ Слово «хрусталь» представляет собой искаженное слово «кристалл»; по-немецки оба слова звучат одинаково. — *Прим. перев.*

вые свойства. Такие кристаллы называются симметричными. Под симметрией в общем смысле понимается закономерное повторение какого-либо одного мотива. Это определение нарочито дано в такой общей форме, поскольку под термином «мотив» следует понимать все свойства и их взаимодействия в кристалле. Сюда относятся в обязательном порядке положение граней, углов и ребер у кристаллического многогранника, а также физические и химические свойства кристалла.

Различают элементы симметрии нульмерные, одномерные и двумерные. Сочетание элементов симметрии лежит в основе принципа классификации кристаллов, выделения кристаллографических классов (видов) и кристаллографических сингоний.

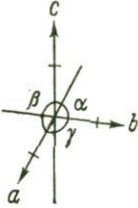
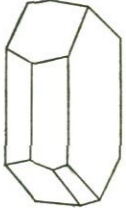
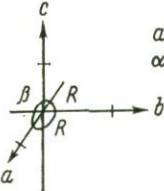
Нульмерным элементом симметрии является центр симметрии (символ Z , или $\bar{1}$); (читается: единица с минусом). Он обуславливает наличие у каждой грани кристалла параллельной ей противоположной грани, получаемой при помощи зеркального отражения этой грани в точке (операция называется инверсией).

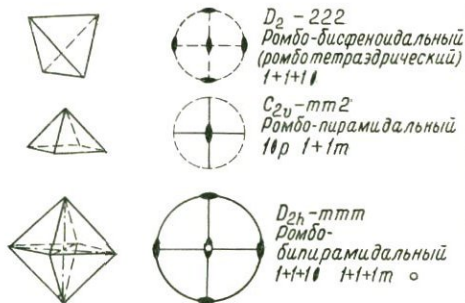
Одномерные элементы симметрии — это повторные оси (оси симметрии), которые приводят кристалл к совмещениям с самим собой путем вращения на определенный угол. Они носят обозначения 1, 2, 3, 4 и 6. Их углы вращения вычисляются путем деления 360° на 1, 2 и т. д. Так получаются углы 360° , 180° , 120° , 90° и 60° . Тройная ось симметрии обуславливает, например, тот факт, что кристалл кварца, повернутый на 120° , снова демонстрирует тот же облик.

Двумерным элементом симметрии является плоскость зеркального отражения, или плоскость симметрии (символ m), разделяющая кристалл на зеркально-равные части. Способы действия элементов симметрии и их распределение по отдельным кристаллографическим классам показаны в табл. 2.

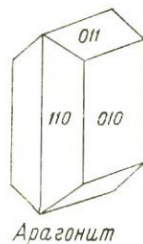
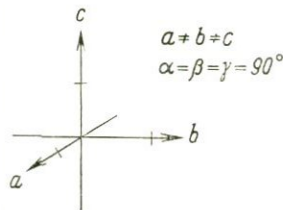
Показательно, что у многих минералов проявляется несколько аналогичных или разнородных элементов симметрии. Строгий вывод, который здесь опущен, доказывает, что всего существует 32 класса симметрии, отличающихся либо отдельными элементами симметрии, либо их допустимыми закономерными сочетаниями. Каждый минерал и каждый кристалл относятся лишь к одному из 32 классов симметрии.

Таблица 2

Класс симметрии	Сингония	
  $C_1 - 1$ Триклинно-монокрический (педиальный)   $C_i - \bar{1}$ Триклинно-пинакoidalный   $C_2 - 2$ Сфеноидальный (дидрический, осевой) $1 \parallel p -$   $C_s - m$ Моноклинно-двуматический (дидрический, безосный) $- 1m$   $C_{2h} - 2/m$ Призматический $1 \parallel 1m \circ$	Триклинная	 $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$  Альбит
	Моноклиная	 $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ, \beta \neq 90^\circ$  Гипс



Ромбическая



Ось симметрии
(p , полярная)

■ Четверная инверсионная ось

○ i , центр инверсии

— m , плоскость зеркального отражения

Класс симметрии	Сингония	
C_6-6 Гексагонально-пирамидальный $1 \bullet 6$ $C_{3h}-6$ Тригонально-бипирамидальный $1 \blacktriangle 1 \triangle$ $C_{6h}-6/m$ Гексагонально-бипирамидальный $1 \bullet 1 m \circ$ D_6-622 Гексагонально-трапецедрический $1 \bullet 3+3 \blacktriangle$ $C_{6v}-6mm$ Дигексагонально-пирамидальный $1 \bullet 6 3+3 m$ $D_{3h}-\bar{6}2m$ Дитригонально-бипирамидальный $1 \blacktriangle 3 \blacktriangle r 1+3 m$ $D_{6h}-6/m$ Дигексагонально-бипирамидальный $1 \bullet 3+3 \blacktriangle 1+3+3 m \circ$	Гексагональная	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$ Нефелин

Класс симметрии	Сингония	
$C_3 - \bar{3}$ Тригонально-пирамидальный $f \blacktriangle p$ $C_{3i} - \bar{3}$ Тригонально-ромбоэдрический $f \blacktriangle o$ $D_3 - 32$ Тригонально-трапецоэдрический $f \blacktriangle 3 p$ $C_{3v} - 3m$ Дитригонально-пирамидальный $f \blacktriangle p 3m$ $D_{3d} - \bar{3}m$ Дитригонально-октаэдрический $f \blacktriangle 3 p 3m o$	Тригональная	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$ Кварц (двойник)

Класс симметрии	Сингония	
C_4-4 Тетрагонально-пирамидальный $I \equiv P$ S_4-4 Тетрагонально-тетраэдрический (тетрагонально-бисфеноидальный) $I \equiv S$ C_{4h}-4/m Тетрагонально-бипирамидальный $I \equiv Im \circ$ D_4-422 Тетрагонально-трапецоэдрический $I \equiv 2+2$ C_{4v}-4mm Дитетрагонально-пирамидальный $I \equiv P 2+2m$ D_{2d}-42m Тетрагонально-скаленоэдрический $I \equiv 2 \cdot 2m$ D_{4h}-4/mmm Дитетрагонально-дипирамидальный $I \equiv 2+2 \cdot I+2+2m \circ$	Тетрагональная	$a=b \neq c$ $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ Циркон

Класс симметрии	Символика	
<i>T</i>-23 Тетраэдрический (пентагон-три тетраэдрический) 3 4 ρ T_h-m3 Дододекаэдрический 3 4 3m $\circ$ <i>O</i>-432 Гироидический (пентагон-триоктаэдрический) 3 4 6 ρ T_d-$\bar{4}3m$ Гексаэдраэдрический 3 4 ρ 6m O_h-m3m Гексоктаэдрический 3 4 6 ρ 3+6m $\circ$	Кубическая	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Комбинация куба, октаэдра и ромбододекаэдра

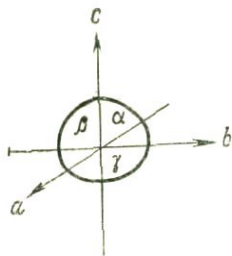


Рис. 5.

Нижеследующее сопоставление иллюстрирует три ныне еще употребительные системы обозначений (символов) классов симметрии.

Пример: C_{4h} — $4/m$ — тетрагонально-бипирамидальный. C_{4h} — это символ по Шенфлису, $4/m$ — по Герману — Могену. Последнее обозначение исходит из обобщенной кристаллографической формы и ведет свое начало от Грота. Система

обозначений по Герману — Могену (интернациональная символика) получает все более широкое распространение.

32 класса симметрии распределяются по шести кристаллографическим сингониям, которые вследствие своей малочисленности и более легкой распознаваемости являются, конечно, более наглядными. А сами сингонии выводятся из общих законов симметрии.

Что понимают под сингонией? Она выводится из мысленно помещенной внутри кристалла системы координатных кристаллографических осей, причем соотношение длин отрезков по осям и величина углов между ними строго определенные для каждой сингонии. Установка системы кристаллографических осей всегда производится таким образом, что к наблюдателю обращена ось a , направо располагается ось b , а вверх направлена ось c . Между осями a и b заключен угол γ , между осями a и c — угол β , а между осями b и c — угол α (рис. 5).

Каждая сингония охватывает несколько классов симметрии (см. сопоставление в табл. 2). Сравнительный обзор показывает, что каждый класс легко подчинить соответствующей сингонии, поскольку каждая сингония характеризуется определенным набором элементов симметрии. В триклинной сингонии может присутствовать в качестве элемента симметрии только 1 — ось идентичности (вращение на 360°) или 1 как нульмерный элемент симметрии. В моноклинной сингонии существует три класса симметрии, характеризующиеся наличием двойной оси симметрии, плоскости симметрии или комбинацией обоих элементов. При сочетании трех двойных осей или плоскостей симметрии возникает ромбическая сингония. Четверная ось симметрии характеризует тет-

рагональную, шестерная — гексагональную и тройная — тригональную сингонию. Последняя рассматривается как подсистема гексагональной. Кубическая сингония определяется присутствием тройных осей симметрии, которые, однако, в отличие от тригональной сингонии во всех классах кубической сингонии в обозначениях ставятся на второе место.

Примеры: 432 — кубическая, 422 — тетрагональная, или 23 — кубическая, 32 — тригональная.

Следует, однако, показать яснее, что кристаллографические сингонии определяются непосредственно симметрией кристаллов. Наличие тетрагональной оси симметрии предопределяет условие $a=b$, угол между этими осями равен 90° . Ведь если вращение на 90° должно привести к идентичной картине, необходимо, чтобы отрезки по обеим осям были одинаковы. Аналогичные соотношения имеют место в гексагональной сингонии. В кубической сингонии соответственно три двойные или четверные оси симметрии связаны с четырьмя тройными осями, располагающимися вдоль пространственных диагоналей куба; обе системы осей пересекаются под характеристическим углом $54^\circ 44'$.

Следует поставить важный вопрос, обсуждение которого еще более прояснит соотношения между сингонией, классом симметрии и элементом симметрии. Расположены ли элементы симметрии в кристалле произвольно или и здесь выявляются закономерные соответствия? Оказывается, что элементы симметрии тесно связаны с кристаллографическими осями. Для отдельных сингоний установлены следующие главные направления (параллельные лучу зрения):

Сингония	Главные направления
Триклинная	Отсутствуют
Моноклинная	Ось b
Ромбическая	Ось a , ось b , ось c
Тетрагональная	Ось c , оси a , биссектриса угла между осями a
Гексагональная (Тригональная)	
Кубическая	Оси a , пространственные диагонали куба, диагонали граней куба

Главными направлениями в кристалле называются направления, в которых располагаются элементы сим-

метрии. Отсюда следует, что элементы симметрии могут находиться только в строго определенных направлениях.

В триклинной сингонии главное направление не установлено, поскольку придавать направление оси идентичности 1 или $\bar{1}$, т. е. точке, было бы бессмысленно. В моноклинной сингонии достаточно одного направления и для класса $2/m$, поскольку эта комбинация оси и плоскости располагается в кристалле таким образом, что нормаль (перпендикуляр) к двойной оси ориентирована параллельно плоскости симметрии. Для других сингоний необходимо указывать три главных направления, хотя в кристаллах этих сингоний может присутствовать большое количество направлений, но два или даже три из них являются равноценными (например, в тетрагональной сингонии $a=b$ или в кубической $a=b=c$), так что указание одного из таких направлений включает в себя и остальные, ему адекватные.

Поскольку каждый класс симметрии подчиняется какой-либо одной сингонии, с помощью главных направлений определяется положение элементов симметрии в пространстве. Само собой разумеется, что существует и обратная связь, в соответствии с которой кристаллографическим осям отвечают определенные элементы симметрии. Примеры:

Класс симметрии	Сингония	Положение элементов симметрии
$2/m$	Моноклинная	$2 \parallel b \quad m \perp b$
$2/m \quad 2/m \quad 2/m$	Ромбическая	$2 \parallel a \quad 2 \parallel b \quad 2 \parallel c$ $m \perp a \quad m \perp b \quad m \perp c$
$4/m \quad 2/m \quad 2/m$	Тетрагональная	$4 \parallel c \quad 2 \parallel a, b \quad 2 \parallel$ биссектрисам углов между осями a $m \perp c \quad m \perp a, b \quad m \perp$ биссектрисам углов между осями a
6	Гексагональная	$6 \parallel c$
4 3 2	Кубическая	$4 \parallel a, b, c \quad 3 \parallel$ четырем пространственным диагоналям куба $2 \parallel$ шести диагоналям граней куба

$\parallel$ — параллельно
 $\perp$ — перпендикулярно

Пример класса 6 показывает, что не в каждом классе симметрии все главные направления соответствующей сингонии сопровождаются элементами симметрии.

Внешнюю огранку кристаллов составляют грани, ребра и углы, которые связаны между собой соотношением Эйлера: число граней + число углов = число ребер + 2.

Подобно элементам симметрии следует привести также грани и ребра кристаллов в соответствие с кристаллографическими осями и тем самым с элементами симметрии.

Легко представить, что каждая грань, рассматриваемая в пространстве, заключенном в систему координатных осей, должна отсекает, пересекать одну, две или три оси. Различают ряд положений граней, представленных на рис. 6.

Ребра кристаллов также обозначаются тройным индексом: ось a и все параллельные ей ребра имеют индекс $[100]$, ось b — $[010]$ и ось c — $[001]$.

Общий символ грани, пересекающей все три оси, — (hkl) , ребра — $[uvw]$. Обратите внимание на различную форму скобок!

Необходимо упомянуть еще одну особенность. Если грань отсекает на оси a одну часть, на оси b — две части и располагается параллельно оси c , то ее индекс будет не (120) , а (210) . Для индирования граней, согласно Миллеру, применяются обратные значения для длин отрезков по осям. Грань отсекает отрезки a , b и c в отно-

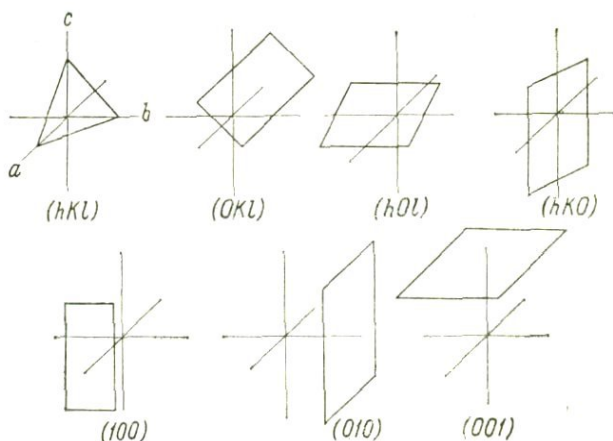


Рис. 6.

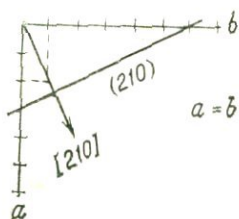


Рис. 7.

шении $1:2:\infty$. Обратные значения составляют $1/1:1/2:1/\infty$, а приведенные к целым числам — (210).

Для индцирования ребер, наоборот, используется прямое отношение отрезков. Благодаря применению обратных и прямых отрезков достигается одинаковое написание индексов для некоторых граней и нормалей к ним (рис. 7).

Для грани в общем положении принимается индекс (hkl) , а для соответствующих ребер — $[uvw]$. Какие числа скрываются за этими буквенными обозначениями? Это малые числа (целые), часто 1 и 0, реже 2. Числа больше 2 почти не появляются в обозначениях индексов граней и ребер. Тот факт, что длины отрезков, отсекаемых гранями или ребрами на трех основных осях¹, относятся между собой как малые целые рациональные числа, носит название в кристаллографии закона рациональности отношений параметров.

Необходимо подчеркнуть, что абсолютные значения величин, между которыми определяют отношения, не во всех случаях одинаковы. Для ромбической сингонии $a \neq b \neq c$. Это означает для грани (111) ромбического кристалла различные абсолютные значения отрезка, отсекаемого по каждой оси, но равное количество этих отрезков по a , b и c . Так что получается отношение $1a:1b:1c$. По равенству или неравенству величин или длин отрезков по a , b и c определяют кристаллографические сингонии.

Прямое отношение $a:b:c$, упрощенно $a:1:c$, обозначается как геометрическое осевое отношение. В кубической сингонии оно составляет, естественно, $1:1:1$, в тетрагональной и гексагональной $1:1:c$, а начиная с ромбической и в сингониях с более низкой симметрией — $a:1:c$. Осевое отношение является константой вещества. Если мы знаем это отношение и установили, что оно равно таковому известного минерала, тогда с полной

¹ Отрезки, отсекаемые гранью по кристаллографическим осям, в отечественной литературе принято называть параметрами этой грани. — Прим. перев.

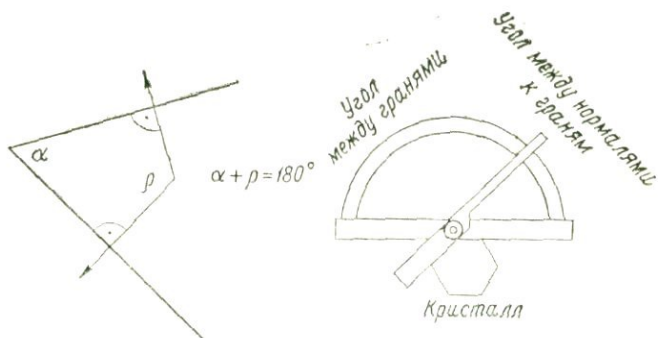


Рис. 8.

уверенностью можно говорить об идентичности обоих минералов.

В заключение следует познакомить любителей минералов с методом, который позволяет во многих случаях более точно диагностировать минералы, но о котором, однако, в большинстве определителей минералов не упоминается. В описаниях минералов в данной книге наряду с сингонией приведены также класс симметрии и геометрическое осевое отношение, что облегчает возможность сравнения. Если минералы встречаются в искаженных формах, то сингония и тем более класс симметрии определяются лишь с трудом. Но искажение не затрагивает углов между кристаллографическими гранями. Углы между одинаковыми гранями кристалла всегда одинаковы. Установлением этого закона постоянства углов Стенон в 1669 г. заложил основы кристаллографии. Углы между кристаллографическими гранями измеряются гониометром. Следует различать граничные углы и углы между нормальными к граням. Первые дополняют вторые до 180° . С помощью простого прикладного гониометра, который легко изготовить из транспортира и полоски картона, при аккуратной работе могут быть измерены углы с точностью до $\pm 1^\circ$. Соответствующие грани минерала крепко зажимают между транспортиром и картонной линейкой (рис. 8) и считывают значение угла между нормальными и гранями. Необходимо учитывать, что последующие вычисления действительны только для углов между нормальными к граням.

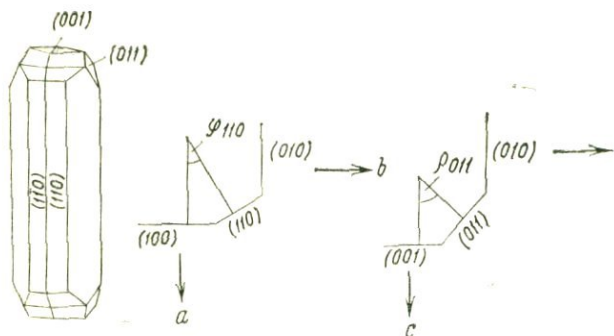


Рис. 9.

Что вообще подлежит вычислению? Не что иное, как геометрический индекс минерала — его осевое отношение $a:1:c$. Согласно закону рациональности отношений параметров, у кристалла следует ожидать наличия граней с малыми индексами. Углы между нормальными к граням (110) и (100) и (011) и (001) дают возможность очень просто вычислить осевое отношение. Поскольку отношение $a:b:c$ может быть выражено как $a:1:c$, его можно записать также в виде a/b и c/b , тем самым придав вычислению большую наглядность. В ромбическом кристалле, например в топазе, измерению подлежат следующие углы. Принимая во внимание только кристаллографические оси и линию их пересечения со следом граней (110) и (011) , мы получаем треугольники с углами φ и ρ (рис. 9). Отношение a/b задается тангенсом φ , а отношение c/b — тангенсом ρ (рис. 10).

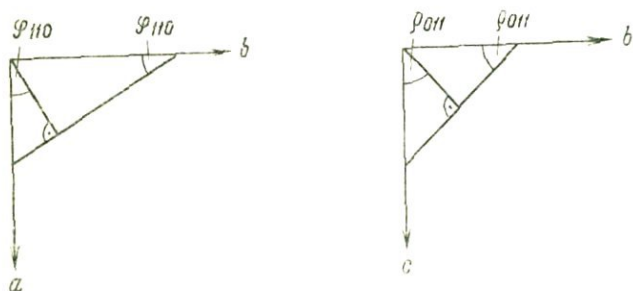


Рис. 10.

Требуется, следовательно, измерить прикладным гониометром только углы между нормальными к соответствующим граням и взять из таблиц логарифмов значения тангенсов этих углов. В результате получаем геометрическое осевое отношение, которое после установления углов переписывается следующим образом:

$$a : 1 : c = \operatorname{tg} \varphi_{(110)} : 1 : \operatorname{tg} \rho_{(011)}.$$

У ромбического топаза были измерены угол между нормальными к (110) и (100), равный $\varphi_{110} = 27,9^\circ$, и угол между нормальными к (011) и (001), равный $\rho_{011} = 43,7^\circ$. Из этих данных через $\operatorname{tg} 27,9^\circ : 1 : \operatorname{tg} 43,7^\circ$ получаем геометрические осевые отношения $0,529 : 1 : 0,955$.

Если на кристалле отсутствуют грани (100) или (001), то углы φ и ρ можно получить также делением пополам углов между двумя гранями (110) и (011) (рис. 11).

В основе вычислений лежит предположение, что кристалл имеет грани, пересекающие две оси a и b или c и b , поскольку ось b принята за единицу. Углы между нормальными к граням (100), (010) и (001) не дают осевого отношения. Они указывают на сингонию и составляют 90° в ромбической, тетрагональной и кубической сингониях, 60° в одной плоскости гексагональной сингонии. В триклинной сингонии во всех плоскостях и в моноклинной в одной плоскости эти углы между нормальными отличаются от 90 и 60° и являются характеристическими для каждого минерала. Они связаны с углами между осями. Вычислять их здесь не представляется возможным. Точно так же расчет осевого отношения из углов между нормальными к граням (111) или произвольными гранями (hkl) приходится оставить на долю учебников кристаллографии.

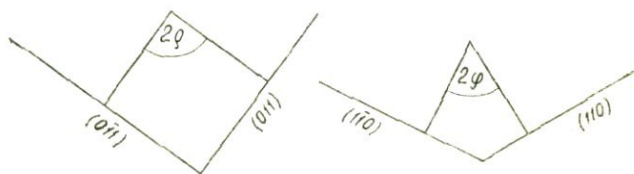


Рис. 11.

Иногда на кристаллах грани (110) и (011) отсутствуют, но появляются грани (120) или (210) либо (012) или (021), которые в ряде случаев встречаются и наряду с гранями (110) и (011), так что выбор граней для измерения затрудняется и правильность индирования может быть установлена только расчетным путем. Согласно закону рациональности отношений параметров, осевое отношение, вычисленное по данным ложного индирования, должно допускать преобразование в правильное путем умножения или деления на малые целые числа. Поэтому мы записываем в более общей форме:

$$a : 1 : c = \frac{h}{k} \operatorname{tg} \varphi_{h k 0} : 1 : \frac{1}{k} \operatorname{tg} \rho_{0 k l}.$$

Для случая вычисления отношения, исходя из граней (210) и (021) и соответствующих им углов между нормальными, это означает

$$\operatorname{tg} \varphi_{210} : 1 : \operatorname{tg} \rho_{021} = 2a : 1 : \frac{1}{2} c.$$

У топаза были измерены угол между нормальными к (100) и (210), равный $\varphi_{210} = 14,8^\circ$, и угол между нормальными к (001) и (021), равный $\rho_{021} = 62,3^\circ$. Из этих данных через $\operatorname{tg} 14,8^\circ : 1 : \operatorname{tg} 62,3^\circ$ получаем геометрические осевые отношения $0,264 : 1 : 1,905$.

Легко увидеть, что, удвоив значение a и взяв половину значения c , мы получим искомое осевое отношение.

Поскольку на гранях кристаллов, конечно, не написаны их индексы, правильное индирование не всегда будет легко удаваться любителям, а в некоторых случаях, вероятно, вообще окажется невозможным. Поэтому, если полученное осевое отношение легко сопоставляется с приведенным в данном определителе путем умножения или деления на малые целые числа, вы можете быть уверенными в правильности определений. Если на обломках кристаллов можно измерить лишь немногие углы и нельзя определить осевое отношение полностью, то уже знание только a/b или c/b дает ценные диагностические указания.

Вывод вычислительных формул базируется на использовании прямоугольных треугольников, поэтому он

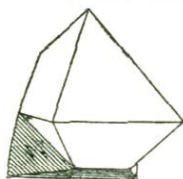
действителен, строго говоря, лишь для прямоугольных сингоний. С некоторыми ограничениями по точности область применения формул может быть расширена. Хороший прикладной гониометр работает с точностью $\pm 1^\circ$. Вычисление осевого отношения, полученного с помощью этого измерительного прибора, с точностью большей, нежели до одного знака после занятой, имеет мало смысла. В пределах такой точности по приведенным формулам можно вычислять осевые отношения и большинства триклинных или моноклинных минералов. Большие неточности возникают в тех случаях, когда углы между осями резко отклоняются от 90° . Для тетрагональных минералов $a=b$, поэтому $a:1:c=1:1:c$, и формула упрощается до $c/a=\operatorname{tg} \rho_{011}=\operatorname{tg} \rho_{101}$. Вычисление применительно к гексагональной сингонии в рамках этой книги не может быть приведено. В подобных случаях следует ограничиться измерением характеристических углов 60° как отправной точки для выбора сингонии.

Осевое отношение всех кубических кристаллов постоянно и равно $1:1:1$. В этой сингонии полезно знать некоторые характеристические углы, располагающиеся в трех плоскостях, которые не могут встретиться в такой форме в других сингониях. Наряду с углами 90 и 45° появляются углы 60° между гранями ромбододекаэдра, 55° между гранями куба и октаэдра, 35° между гранями октаэдра и ромбододекаэдра, а также 110 или 70° между гранями октаэдра. Если в двух или даже трех взаимно перпендикулярных направлениях измерены такие углы, то кристалл однозначно является кубическим. Это, конечно, относится только к специфическим для кубической сингонии углам, т. е. не к углам 90 , 45 и 60° , которые могут встретиться и в других кристаллографических системах.

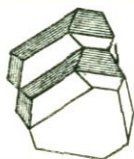
Современный кристаллограф, вооруженный чувствительными измерительными приборами и методикой прецизионных вычислений, способен однозначно и очень точно определить каждый кристалл и любой минерал. Цель настоящего раздела — дать первоначальное представление о проблемах, возникающих перед исследователями кристаллов.

В мире минералов широко распространены двойники и сростки (табл. 3). Эти агрегаты часто можно распознать по входящим углам у кристаллов. Существует ряд простых и сложных двойников. Так, у полевых шпатов карлсбадские двойники представляют собой простые двойники срастания, а манебахские двойники — это пример сложного двойникования. Другой формой двойникования являются двойники прорастания, часто наблюдающиеся, например, у флюорита. Наряду с двойниками существуют также тройники и полисинтетические двойники, например у арагонита и др. Кроме того, у ставролита, у авгита из базальтов и у ряда других минералов наблюдаются крестообразные двойники.

ТАБЛИЦА 3
ДВОЙНИКИ

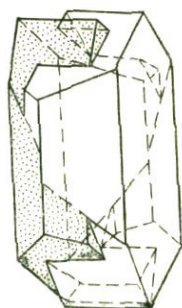


Магнетит, октаэдры, простой двойник

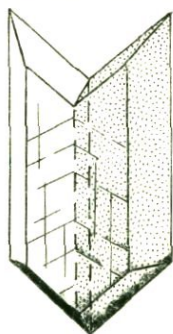


Шпинель, октаэдры, полисинтетический двойник

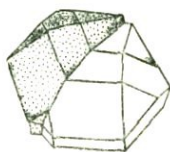
Ортоклаз, карлсбадский двойник



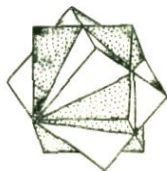
Гипс, двойник



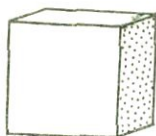
Оловянный камень (касситерит), двойник



Плавиновый шпат (флюорит), двойник



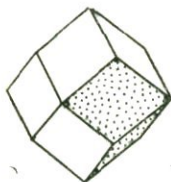
ФОРМЫ КУБИЧЕСКОЙ СИНГОНИИ



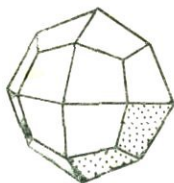
Каменная соль, куб: шестиграннык



Магнетит, октаэдр: восьмигранник



Гранат, ромбододекаэдр: двенадцати-гранник



Лейцит, икоситетраэдр (тетрагон-триоктаэдр); двадцатичетырехгран-ник (лейцитоедр)



Пирамидальный куб (двадцатичеты-рехгранник)

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Внешними признаками минералов наряду с формой их кристаллов являются их физические свойства: твердость, плотность, спайность, хрупкость, упругость, пластичность, ковкость, оптические свойства (например, окраска, цветная иризация, блеск, прозрачность, дву-преломление), а также магнитные и электрические свойства и такие свойства, как вкус, запах и ощущение при прикосновении, т. е. восприятие минералов на ощупь гладкими, твердыми или шероховатыми. Все они позволяют определять минералы по их внешним признакам.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫХ ВНЕШНИХ ПРИЗНАКОВ

ГРУППИРОВКА МИНЕРАЛОВ ПО ЦВЕТУ

По цвету среди минералов различаются цветные, бесцветные и окрашенные (примесями или облучением).

Металлические окраски: серебряно-белая, латунино-желтая, шпейсово-желтая (окраска колокольной бронзы), золотисто-желтая, бронзово-желтая, медно-красная, томпаково-бурая (цвет смуглой кожи), стально-серая и железно-черная.

Бесцветными являются водяно-прозрачные, чистые минералы (горный хрусталь и алмаз).

Окрашенные минералы — окраска вызывается минеральными примесями, включениями жидкости или газа, а также радиоактивным излучением.

По Бетехтину выделяются минералы — эталоны того или иного цвета, окраска которых отличается наибольшим постоянством:

Цвет	Минерал	Цвет	Минерал
Фиолетовый	Аметист	Оловянно-белый	Арсенопирит
Синий	Азурит	Свинцово-серый	Молибденит
Зеленый	Малахит	Стально-синий	Блеклая руда
Желтый	Аурипигмент	(цвета вороненой стали)	
Оранжевый	Крокоит	Железно-черный	Магнетит
Красный	Киноварь	Индигово-синий	Ковеллин
Бурый	Лимонит	Медно-красный	Самородная медь
Желто-бурый	Землистый лимонит	Латунно-желтый	Халькопирит
		Золотисто-желтый, металлический	Золото

ГРУППИРОВКА МИНЕРАЛОВ ПО БЛЕСКУ

Рудные минералы характеризуются металлическим блеском (галенит, пирит, халькопирит и др.); различают также алмазный блеск (алмаз, сфалерит), стеклянный блеск (кварц на поверхностях граней, берилл, кальцит, полевой шпат и др.), жирный блеск (поверхность излома кварца, нефелина, серы и др.), перламутровый блеск (слюда, опал, гипс и др.), шелковистый блеск (асбест, халцедон, псиломелан), матовый блеск (полевые шпаты, землистый гематит, каолинит, псиломелан и др.).

Специфические виды блеска или отлива. Опалесценция (опал) — цветовые переливы в минерале, возникающие под действием падающего света, например так называемый «огонь» у огненного опала; люминесценция (фосфоресценция); флуоресценция — излучение минералом света (послесвечение), возбуждение ионов его решетки путем облучения (кварцевой лампой), нагревания или трения (флюорит, барит); цветовой отлив или металлический блик (иризация) — игра цветов на определенных плоскостях, например у анортклаза, лабрадора, битовнита.

ПРОЗРАЧНОСТЬ МИНЕРАЛОВ

Многие минералы (особенно «чистые», беспримесные) прозрачны, например кварц, горный хрусталь, кристаллический гипс, алмаз, другие — мутные, просве-

чивают, например молочный кварц, берилл, слюда. Многие рудные минералы просвечивают по краям, например сфалерит, пираргирит, и, наконец, наблюдаются абсолютно непрозрачные минералы, такие, как магнетит, хромит, галенит, золото, платина и серебро.

РАЗЛИЧИЕ МИНЕРАЛОВ ПО ЦВЕТУ ЧЕРТЫ

Цветную или не окрашенную (бесцветную) черту получают, царапая минералом с достаточным нажимом неглазурованную фарфоровую пластинку. Цвет оставшейся минералом черты дает нам указания на тот или иной минеральный вид.

Так, например, лимонит (бурый железняк) дает коричневую черту, гематит (красный железняк) — красную, магнетит (магнитный железняк) — черную. Кварц и все минералы, имеющие твердость от 7 до 10, вообще не дают черты или имеют белую (бесцветную) черту.

Во многих случаях цвет черты и цвет минерала сильно различаются.

Минерал	Окраска минерала	Окраска черты
Галенит	Серая, металлически-белая	Серовато-черная
Пирротин	Томпаково-бурая	Черная
Пирит	Шпейсово-желтая	Серовато-черная
Халькопирит	Золотисто-желтая	Зеленовато-черная

ТВЕРДОСТЬ МИНЕРАЛОВ

В соответствии с химическим составом и строением кристаллической решетки минералы обнаруживают различную твердость. Алмаз, например, имеет чрезвычайно высокую твердость, а такие минералы, как графит, гипс и тальк, наоборот, очень мягкие и царапаются ногтем. Твердость минералов определяется по шкале твердости Мооса, включающей десять минералов. Каждый последующий (по твердости) минерал царапает более мягкий предыдущий, чем и задаются интервалы твердости.

В практике используется следующее деление: минералы с твердостью от 1 до 2 царапаются ногтем, с твердостью от 3 до 5 — острием ножа, минералами с твердостью от 6 до 7 можно царапать стекло, а минералами с твердостью от 8 до 10 — резать его.

Твердость	Типичный минерал	Чем можно поцарапать
1	Тальк	Ногтем
2	Гипс	
3	Исландский шпат	Медной монетой
4	Флюорит	Железным гвоздем
5	Апатит	Стеклом
6	Полевой шпат	Стальным ножом
7	Кварц	Самая высокая твердость
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

ПЛОТНОСТЬ МИНЕРАЛОВ

Измерение плотности минералов (в г/см³) весьма важно для их определения и прежде всего имеет практическое значение при подсчете запасов промышленных минеральных и рудных месторождений. Минералы с высокой атомной массой (такие, как серебро, золото, платина) отличаются высокой плотностью, минералы с металлическим блеском — средней, а с неметаллическим (это большей частью пороодообразующие минералы) — малой плотностью.

В последней группе в целом плотность возрастает с увеличением твердости.

Минерал	Плотность	Характеристика плотности
Каменная соль	2,20	Низкая плотность
Гипс	2,30	
Кварц	2,65	Средняя плотность
Кальцит	2,70	
Ортоклаз	2,76	

Минерал	Плотность	Характеристика плотности
Плагиоклаз	2,61—2,78	Сравнительно высокая плотность
Биотит	2,90—3,20	
Авгит	3,30—3,50	
Амфибол	2,90—3,50	
Оливин	3,30	
Гранат	3,50—4,20	
Циркон	3,90—4,80	Высокая плотность
Магнетит	5,20	
Гематит	5,30	
Галенит	7,00	Очень высокая плотность
Серебро	10,50	
Золото	15,50—19,40	
Платина (чистая)	21,50	

ПОВЕРХНОСТЬ ИЗЛОМА МИНЕРАЛОВ

При раскалывании минералов, лишенных спайности или обладающих плохой спайностью, возникают незакономерные поверхности излома, который по внешнему облику характеризуется как раковистый (опал), неровный (пирит), ровный (вюртцит), занозистый (актинолит), крючковатый (самородное серебро), шероховатый (диопсид) или землистый (лимонит).

ХРУПКОСТЬ И УПРУГОСТЬ МИНЕРАЛОВ

Минералы ведут себя по-разному при различных механических воздействиях (раскалывании, царапании, резании или изгибании). Если порошок, образующийся при царапании минерала, разлетается в стороны, — минерал хрупкий (кварц, полевой шпат), если же порошок остается на месте, — минерал мягкий (тальк). Минерал называется ковким, если при царапании не образуется порошка (самородная медь); пластичными считаются минералы, которые можно расплющить молотком (платина, золото, серебро), гибкими — минералы, которые после изгиба остаются в изогнутом состоянии (самородная медь, самородные благородные металлы, хлорит),

упругими минералы считаются в том случае, если после снятия нагрузки минерал возвращается в первоначальное состояние (мусковит, биотит).

СПАЙНОСТЬ МИНЕРАЛОВ

Под спайностью минералов понимают способность образовывать выколки (по трещинам), ограниченные ровными плоскостями (см. табл. 1), при механическом воздействии (удар, давление, растяжение). Поверхности спайности расположены параллельно возможным граням кристалла. Возникшие таким образом геометрически правильные тела называют спайными выколками. Спайность связывают с атомным строением — расположением атомов в кристаллической решетке. Существуют минералы с совершенной (очень хорошей), превосходной, менее отчетливой (хорошей) и плохой спайностью¹. Все минералы, в названия которых входит слово «шпат», обнаруживают более или менее хорошую спайность, как, например, полевой шпат, исландский шпат, бурый шпат, тяжелый шпат и др. Слюды и слюдистые минералы обладают весьма совершенной спайностью, перпендикулярной главной оси (оси *c*); около 50% рудных минералов имеют спайность по кубу, октаэдру или ромбодекаэдру (табл. 3).

¹ В отечественной литературе принято различать весьма совершенную, совершенную, среднюю и несовершенную спайность. — *Прим. перев.*

БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

СВЕТОПРЕЛОМЛЕНИЕ

Преломление света в минералах изучают с помощью поляризационного микроскопа. Встречаются минералы с высоким показателем преломления (алмаз) и минералы, слабо преломляющие свет (кварц). Большинство минералов обладают способностью разлагать луч света на два луча, в результате чего возникает раздвоенное изображение, т. е. большинство минералов обладают свойством двупреломления. Особенно четко этот эффект проявляется у водяно-прозрачного исландского шпата. Поляризационный микроскоп, который позволяет определять двупреломление, был сконструирован специально для исследования минералов и горных пород.

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

У некоторых минералов более или менее резко проявлены магнитные свойства. В случае когда такие минералы обладают полярным магнетизмом, их называют ферромагнитными. Важнейшими их представителями являются магнетит, титаномагнетит и пирротин. Во многих породах магнетит и титаномагнетит присутствуют в качестве распространенных акцессорных минералов¹.

¹ Большинство других железосодержащих минералов обладают более слабым магнетизмом — их называют парамагнитными (например, пироксены, ильменит и др.); многие минералы проявляют магнитные свойства лишь под воздействием электрического поля (например, пирит, халькопирит и др.). — *Прим. перев.*

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Ряд минералов, главным образом легкорастворимые соли, можно различить на вкус, например каменная соль (соленая), карналлит (жгуче соленый), горькая соль (горькая). Другие минералы (и минеральные вещества) различаются по их специфическому запаху, например нефть, асфальт, сера. Некоторые минералы издают запах при раскалывании, например арсенопирит, который при ударе издает чесночный запах. Вонючий шпат из-за своего неприятного запаха полностью оправдывает свое название. Если подышать на глинистые породы, возникает характерный запах влажной земли. Существенна также степень шероховатости минералов, т. е. ощущение, возникающее при прикосновении к минералу. Выделяются главным образом жирные или гладкие и шершавые минералы.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Простые химические и физико-химические исследования, с помощью которых устанавливается качественный и количественный химический состав минералов, весьма многообразны. Уже такое свойство, как растворимость, позволяет разделить мир минералов на трудно- и легкорастворимые минералы. При определении минералов по внешним признакам часто применяются простые химические испытания кислотами. Минеральное вещество, превращенное в порошок, растворяется или разлагается в кислотах. Раствор может быть бесцветным, окрашенным или мутным. Очень часто в сосуде остается нерастворимый осадок. Под действием реагента нередко выпадает хлопьевидный осадок. При этом наблюдается характерное окрашивание, особенно типичное в тех случаях, когда мы имеем дело с металлическими соединениями. Таким простым способом можно обнаружить соединения железа, никеля, меди, кобальта и др. Известен ряд качественных и полуколичественных реакций, в том числе окрашивание пламени (бунзеновской горелки), поведение минерального вещества при прокаливании в горячей части пламени, в закрытой или открытой стеклянной трубочке. Так, если в минерале присутствует кристаллизационная вода, как, например, в гипсе, влага в виде капель собирается в холодной части сосуда. Некоторые минералы, особенно сульфиды, при обжиге выделяют вонючие пары двуокиси серы. Мышьяксодержащие минералы (лёллингит, арсениопирит) образуют в стеклянной трубочке металлическое зеркало. Аналогично ведут себя сульфиды, содержащие сурьму. Однозначно определяются также капельки ртути на стенках стеклянной трубочки, когда этим способом исследуются минералы, содержащие ртуть.



Рис. 12.

Дальнейшие диагностические возможности предоставляют реакции плавления с помощью паяльной трубки на древесном угле с добавкой буры, соды и др. Прежде всего таким путем определяют рудные минералы, которые при плавлении оставляют специфический металлический королёк или образуют некоторые химические соединения. При испытании других рудных минералов на угле в качестве продукта реакции возникает белый или цветной (обычно пылеватый) налет.

Контроль реакции плавления производится обычно следующим образом. Если поместить паяльную трубку в пламя и вдуть воздух, то возникает острое длинное синее несветящееся окислительное пламя. Если паяльную трубку держат возле пламени, так что пламя при дутье отклоняется в сторону, то пламя остается светящимся желтым — это восстановительное пламя. Раскаленный свободный углерод восстанавливает пробу минерала, когда она охвачена светящейся частью пламени.

К числу методов реакций плавления относится также сплавление минеральных веществ в стекловатые перлы с применением буры или соды, благоприятствующих процессу плавления. Такой способ особенно эффективен в случае тугоплавких минералов. К этим методам относится применяемый на протяжении нескольких столетий анализ с помощью паяльной трубки. Здесь не упоминаются современные детальные химико-аналитические методы, применяемые в научных лабораториях, где производится полный химический анализ минералов и определение элементов-примесей.

ОБРАЗОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Минеральные образования и состоящие из них массы горных пород, включая минеральные полезные ископаемые, являются продуктами развития Земли, т. е. таких геодинамических процессов, как магнетизм, вулканизм, горообразование, физическое и химическое разрушение пород под действием льда, воды и ветра. В ходе развития Земли многократно происходило преобразование всей ее верхней оболочки и как следствие переотложение многих минералов и минеральных масс на структурных этажах земной коры.

МАГМАТИЗМ

В земной коре образуются наиболее широко распространенные минералы. Они возникают в основном тремя путями: при магматических процессах, в качестве контактовых образований и в связи со складкообразованием (рис. 13). При кристаллизации магмы — огненно-жидкого, обычно насыщенного газами силикатного расплава — формируются в соответствии с ее химическим составом различные изверженные породы, в том числе граниты, диориты, габбро и промежуточные типы пород, которые в виде геологических тел (плутонов, штоков, лакколитов, жил) прорывают земную кору.

Процесс кристаллизации в недрах Земли начинается с раннего выделения минералов в еще жидком расплаве. При дальнейшем охлаждении протекает главный этап кристаллизации труднолетучих компонентов (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O). Вслед за главной стадией кристаллизации наступает стадия позднемагматической кристаллизации под воздействием

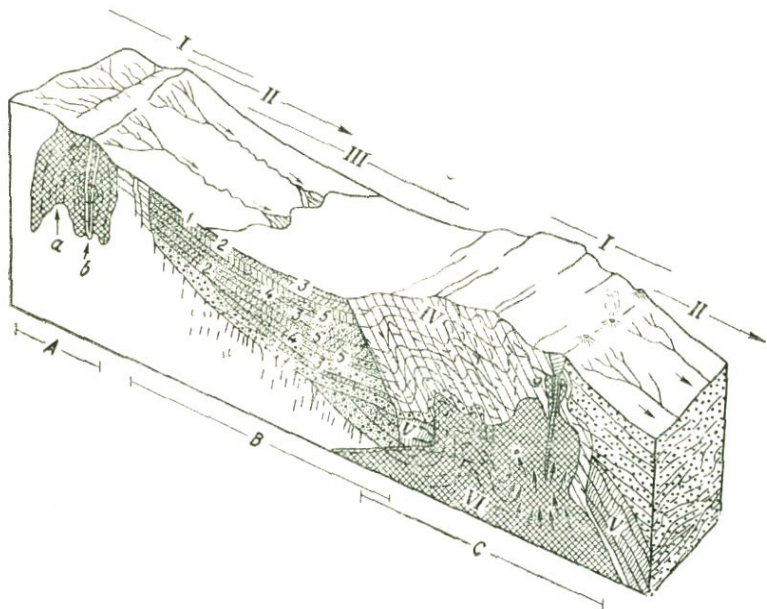


Рис. 13. Блок-диаграмма, иллюстрирующая круговорот веществ в земной коре (непрерывно и бесконечно протекающий в направлении слева направо) (по Г. Клоосу).

Процессы и области их развития:

- I. Выветривание и денудация
- II. Перенос (транспортировка) реками
- III. Отложение и цементация продуктов выветривания (осадочные породы)
- IV. Преобразование под воздействием горообразовательных процессов, складчатости и воздымания масс горных пород (динамометаморфизм или дислокационный метаморфизм)
- V. Более интенсивное преобразование под влиянием повышенного давления и повышенной температуры (региональный метаморфизм)
- VI. Повторное плавление горных пород (гранитизация)
- A. Магматические породы
 - a. плутониты (глубинные породы)
 - b. вулканиты (излившиеся породы)
- B. Осадки и осадочные породы (седиментационные породы)
 1. Гравий и галька, конгломерат, щебень, брекчия
 2. Песок, песчанник
 3. Глина, сланцеватая глина, механические (или обломочные) отложения, обычно морского происхождения
 4. Мергель (смесь известняка и глинистого сланца), смешанные хомогенные и механические осадки
 5. Известняк и доломит
 6. Соли, хомогенные (морские) отложения
- C. Метаморфические породы (метаморфиты), образовавшиеся за счет осадочных пород

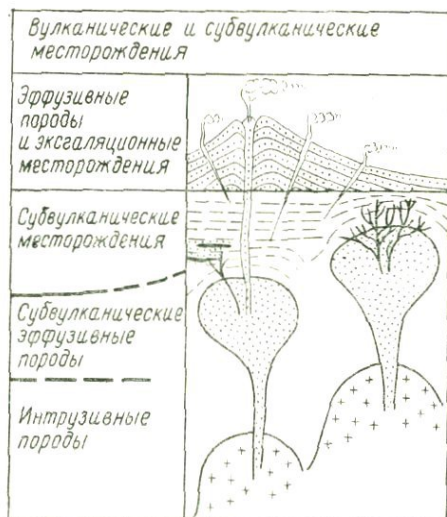


Рис. 14. Геологические этажи
магматических месторождений
(Strunz, 1966).

так называемых минерализаторов, или летучих компонентов, к которым относятся вода, соединения фтора, хлора, бора и др. Если расплав при своем подъеме теми или иными путями достигает поверхности Земли, то развиваются процессы вулканизма: магма, претерпев дегазацию, застывает в виде лавы. Минералы, образующиеся при вулканических процессах, менее многочисленны, чем минералы, возникающие при плутонических процессах и сопровождающих их явлениях позднемагматической кристаллизации. Наоборот, при субвулканических процессах как промежуточной стадии иногда появляются продукты разных стадий развития остаточной магматической кристаллизации (рис. 14).

Особенно богаты минеральными видами продукты поздней, или остаточной, стадии кристаллизации. При дальнейшем охлаждении возникают минеральные и рудные месторождения в закономерной последовательности. Группы минералов (или минеральные ассоциации), связанные с определенной стадией кристаллизации, называются минеральными парагенезисами (см. приложение 1Б). Они связаны общностью происхождения, и их обра-

зование зависит от физико-химических параметров (температуры и давления) магматических расплавов. Установлено, что в области температур, характеризующих гидротермальное минералообразование, рудные и минеральные формации представлены преимущественно рудами и жилами, содержащими медь, и такими ассоциациями, как свинец — серебро — цинк, олово — серебро — вольфрам — висмут, сурьма — ртуть — мышьяк — селен.

Минеральные парагенезисы — важнейшая основа поисков минералов. Многие практические указания можно получить при изучении минеральных и рудных провинций с присущей им закономерной региональной зональностью. Примером могут служить металлогенические провинции саксонских Рудных гор (рис. 16) с их характерными минералами и рудными парагенезисами, возникшими на протяжении нескольких геологических периодов. В Гарце вокруг гранитных массивов Броккен и Рамберг необычайно четко проявлена зональность минеральных и рудных выделений (рис. 17).

Рис. 15. Плутонические месторождения.

Греч. «ано» — аномальный; «апо» — более удаленный; «акро» — вершина; «батос» — глубина; «генезис» — происхождение; «гипо» — совсем внизу; «като» — вниз; «крипто» — скрытый; «литос» — камень; «мезо» — поблизости, возле; «пери» — вокруг; «теле» — далеко; «эм» — в; «эндос» — внутри; «эпи» — после, на, над. Лат. Вулкан — бог огня; «интра» — внутри; Плутон — повелитель подземного царства; «пневма» — дыхание; «суб» — под.

Этажи месторождения в зависимости от их положения относительно батолита (плутона)	Типы месторождений в зависимости от их расстояния от очага магматической массы	Глубина образования		Группы месторождений	
		Средняя глубина, м	Интервал, м		
	Телемагматические		0...300	Анотермальная	Гидротермальная
	Криптомагматические	1000	300...1300	Эпitherмальная	
	Аномагматические	2000	1000...4000	Мезотермальная	
	Перимагматические	3000	1000...4000	Ката термальная	
	Интрамагматические	4000	1000...10000	Пнезматолитовая	Пегматитовая
			1000...10000	Жидкомагматическая	
		5000	1000...	Граниты и другие интрузивные породы	
		6000	10000		

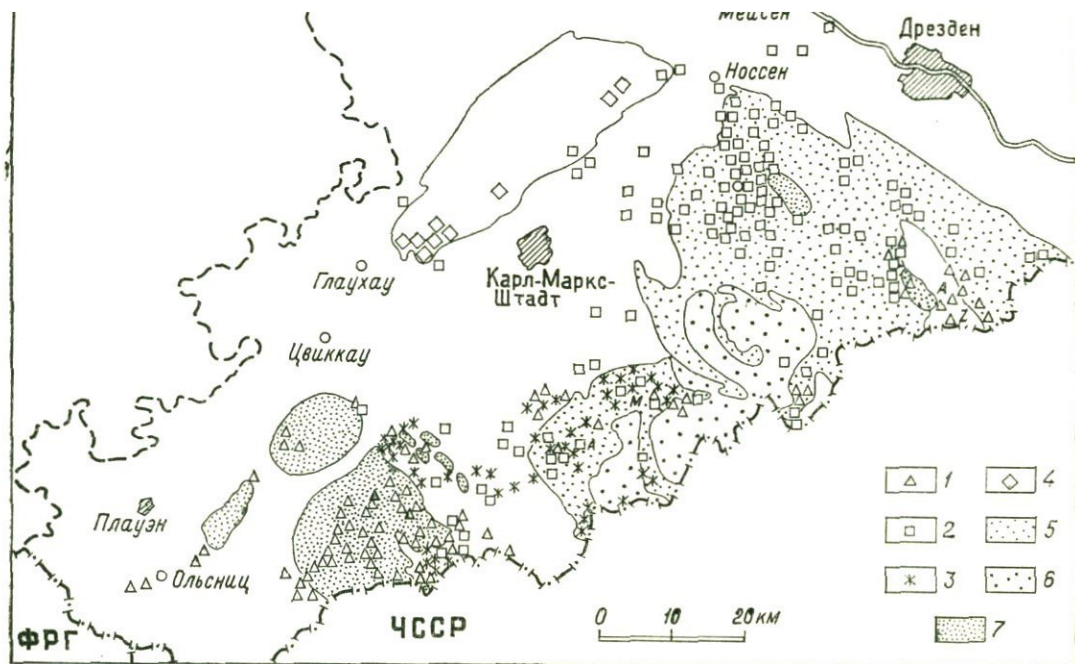


Рис. 16. Металлогеническая карта Рудных гор (по К. Питцшу, с дополнениями Р. Юбельта).
Металлогенические провинции: 1 — оловянные и вольфрамовые месторождения; 2 — свинцово-цинково-серебряные месторождения; 3 — висмут-кобальт-никель-уран-серебряные месторождения; 4 — силикатно-никелевые месторождения; 5 — серый гнейс; 6 — красный гнейс; 7 — гранит.

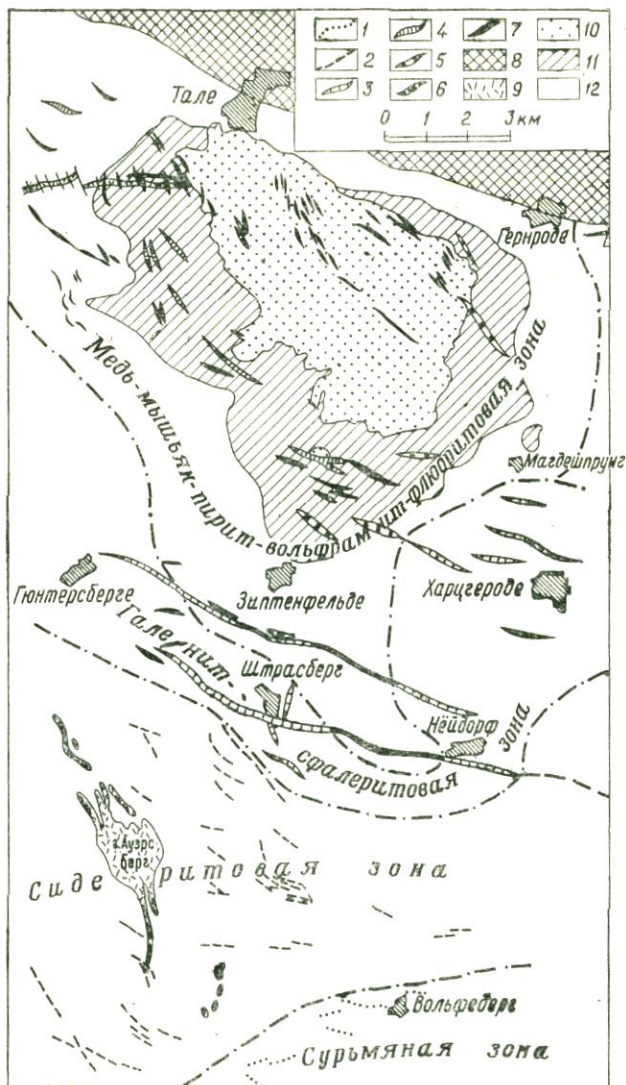


Рис. 17. Рудная зональность вокруг гранитного плутона Рамберг, южнее Тале, Нижний Гарц (по А. Циссарцу, Л. Бауманну, К-Д. Вернеру).

1 — антимонит; 2 — сидерит; 3 — галенит — сфалерит;
 4 — пирит — халькопирит — флюорит; 5 — флюорит;
 6 — вольфрамит — пирит — кварц; 7 — арсенопирит — пирит — кварц;
 8 — форланд Гарца; 9 — порфир; 10 — гранит; 11 — контактовый ореол; 12 — граувакки, глинистые сланцы.





Фото 3. Кальцит.
Нидеррабенштейн, Саксония (ГДР).

Фото 4. Флюорит.
Бейхилфе, Хальсбрюкке (ГДР).

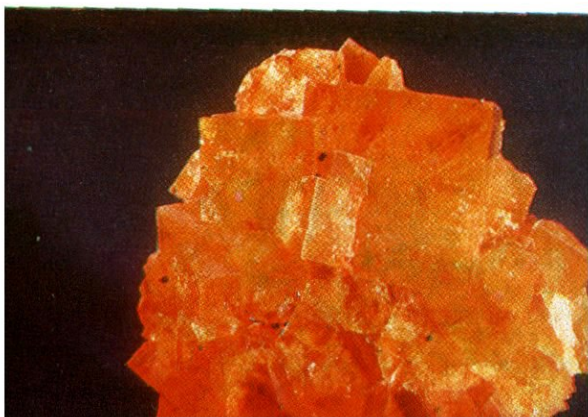




Фото 5. Кианит (дистен).
Сен-Готард (Швейцария).

Фото 6. Малахит.
Медногорск, Урал (СССР).



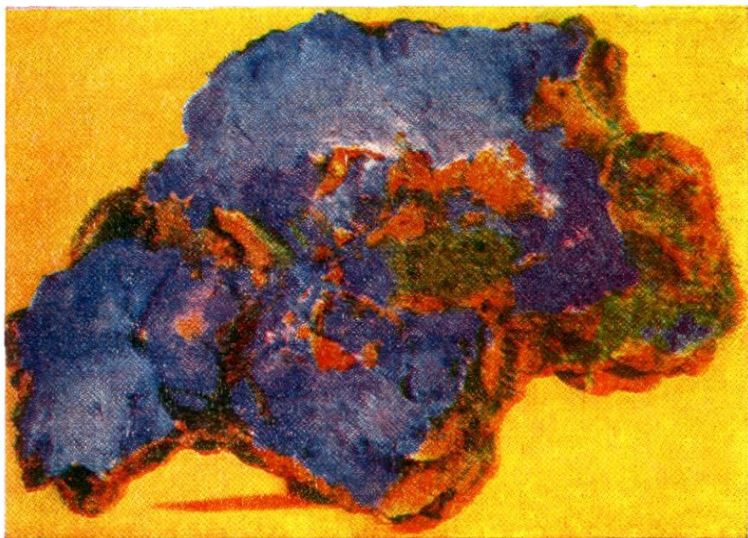


Фото 7. Азурит.

Камсдорф, близ Заальфельда, Тюрингия (ГДР).

Фото 8. Рутил в кварце.

Бразилия.





Фото 9. Аурипигмент.
Бурса (Турция).

Фото 10. Галенит.
Нейдорф, Гарц (ГДР).





Фото 11. Коралловый агат.
Хальсбах, близ Фрейберга (ГДР).

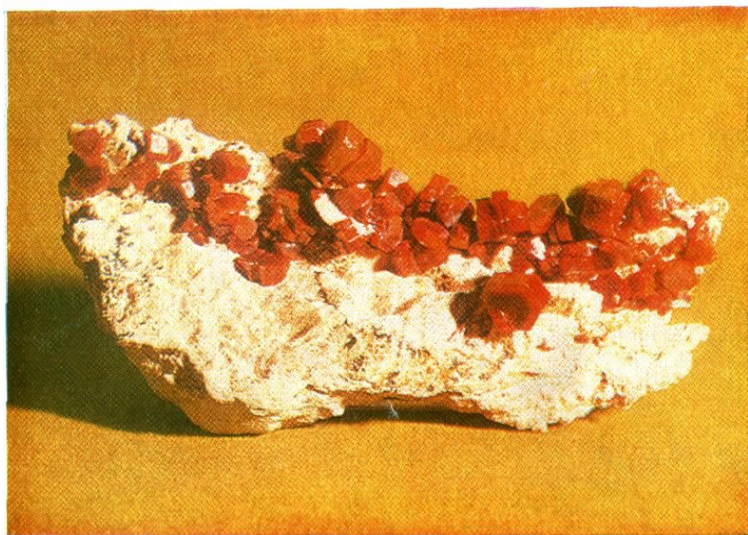
Фото 12. Апатит.
Минас-де-Панаскуэйра (Португалия).





Фото 13. Пирит.
Фессалоники (Греция).

Фото 14. Ванадинит.
Мибладен (Марокко).



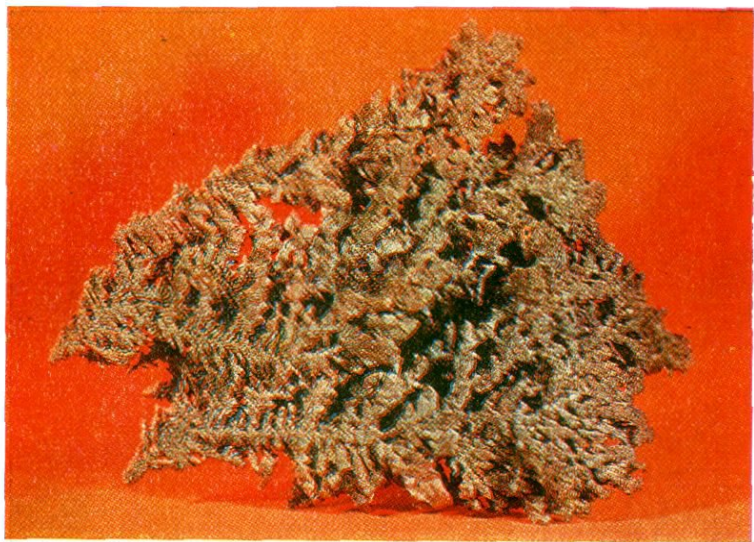


Фото 15. Самородная медь.
Брокен-Хилл (Австралия).

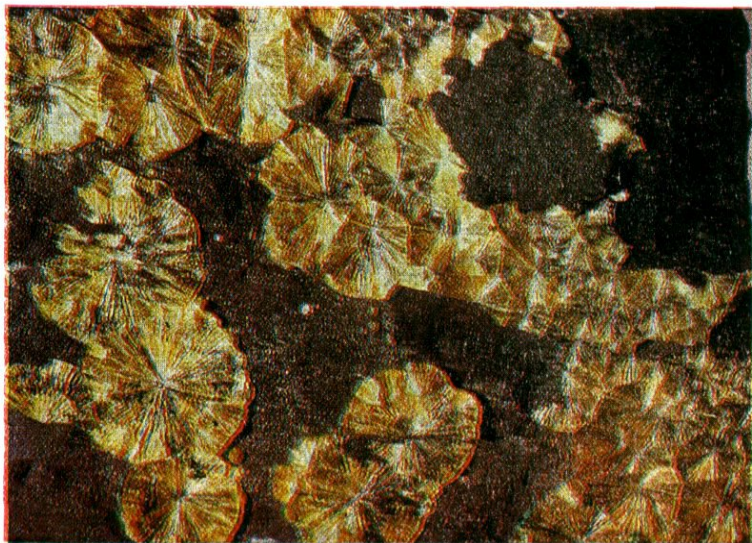
Фото. 16. Родохрозит.
Зиген, Вестфалия (ФРГ).





Фото 17. Турмалин в кварце.
Минас-Жерайс (Бразилия).

Фото 18. Вавеллит.
Роннебург, Тюрингия (ГДР).



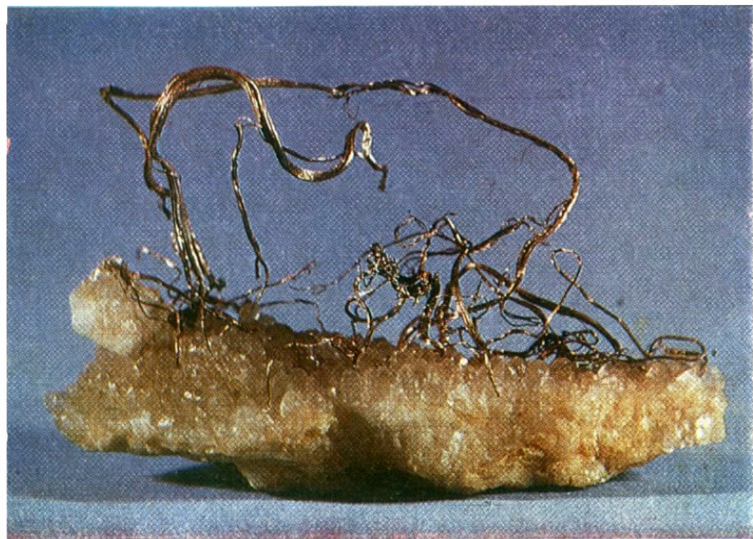


Фото 19. Самородное серебро.
Фрейберг, Саксония (ГДР).

Фото 20. Диоптаз.
Браззавиль (Конго).



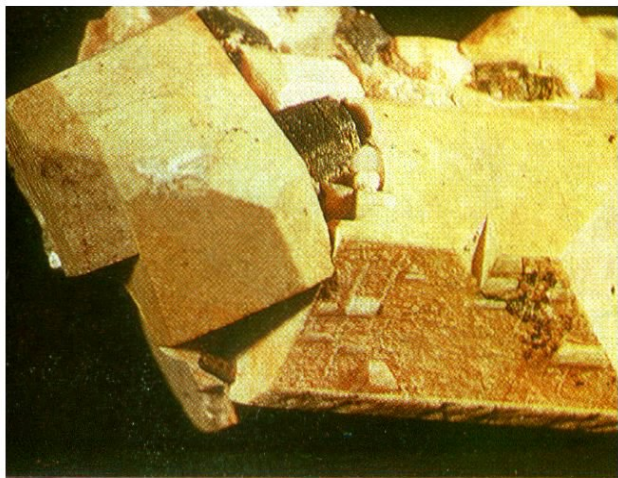


Фото 21. Ортоклаз.
Вица, Силезия (Польша).

Фото 22. Гипс.
Эйслебен (ГДР).





Фото 23. Аметист.

Гейер, Рудные горы (ГДР).

Фото 24. Барит.

Фризингтон, Камберленд (Англия).

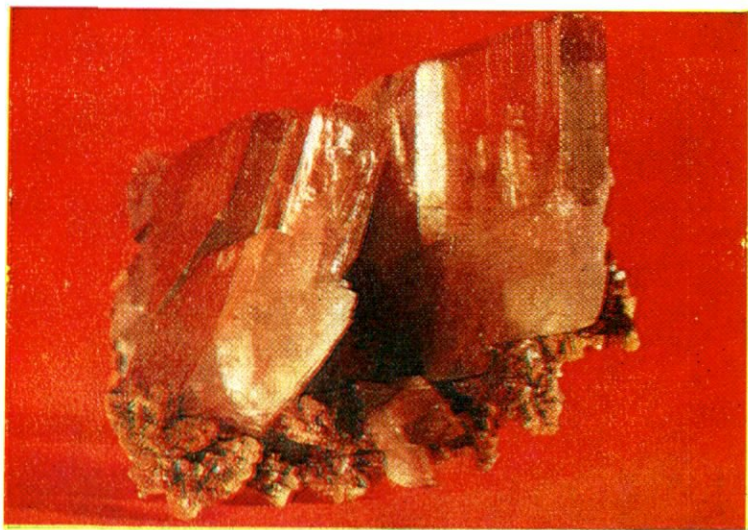




Фото 25. Сера.

Агридженто, Сицилия (Италия).

Фото 26. Десмин (стильбит).

Скукамчук-Дам, шт. Вашингтон (США).



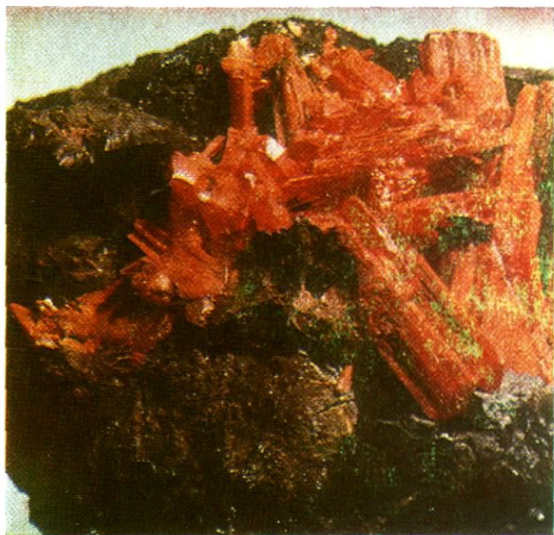
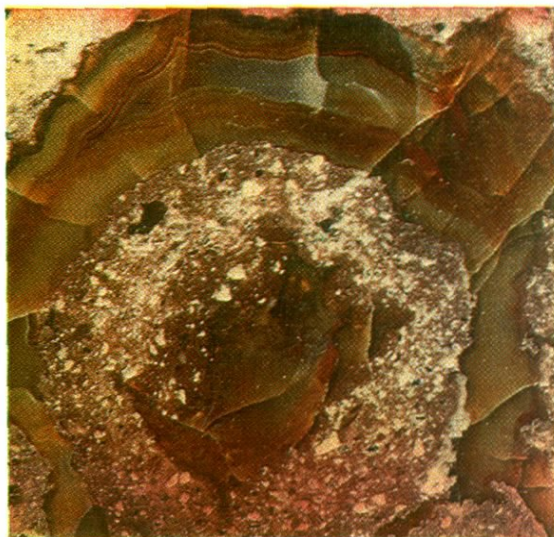


Фото 27. Крокоит (красная свинцовая руда) на лимоните.
Маунт-Дундас (Тасмания).

Фото 28. Агатовая миндалина в кварцевом порфире.
Сан-Эгиден, близ Глаухау (ГДР).



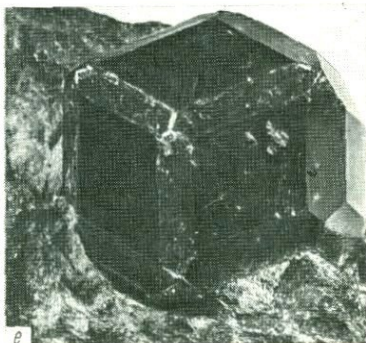
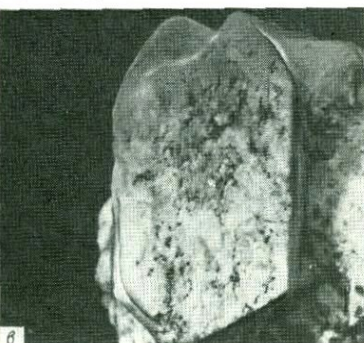
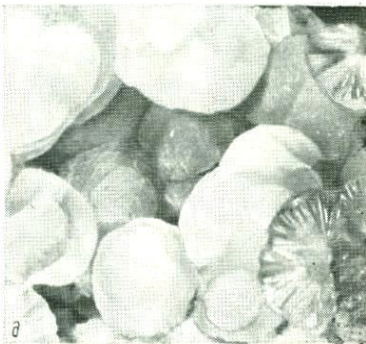
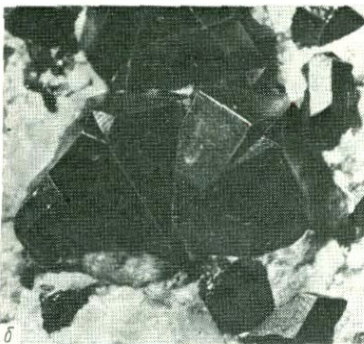


Фото 29.

- а. Доломит.
Фрейберг, Рудные горы (ГДР).
- б. Касситерит (оловянный камень),
двойник на кварце.
Эренфридерсдорф, Рудные горы (ГДР).
- в. Ортоклаз (карлсбадский двойник);
топазизированный шнекенштейн.
Близ Готтесберга, Фогтланд (ГДР).
- г. Кальцит (группа скаленоздров).
Камберленд (Англия).
- д. Натролит.
Теплице (ЧССР).
- е. Гранат (альмандин) в слюдяном
сланце.
Аляска (США).

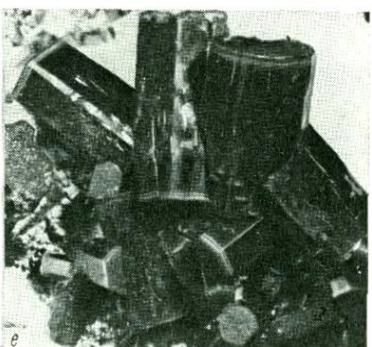
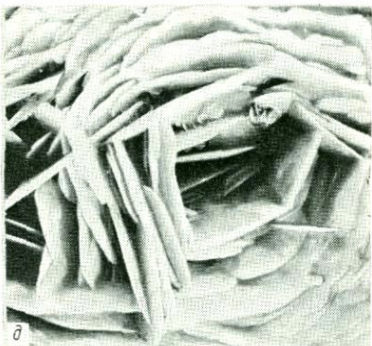
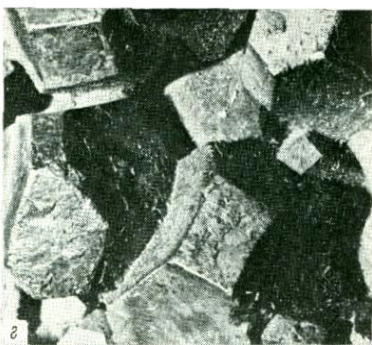
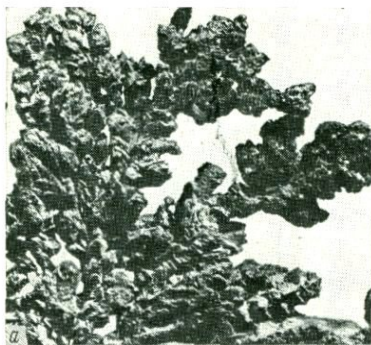


Фото 30.

- а. Самородная медь.
Богословск, Урал (СССР).
- б. Дымчатый кварц с рутилом.
Минас-Жерайс (Бразилия).
- в. Пирролюзит.
Гора Гера, близ Ильменау,
Тюрингия (ГДР).

- г. Галенит на пирите.
Битов, Силезия (Польша).
- д. Кальцит (листоватый шпат).
Шнеберг, Рудные горы (ГДР).
- е. Пироморфит на кварце,
Эмс (ФРГ).

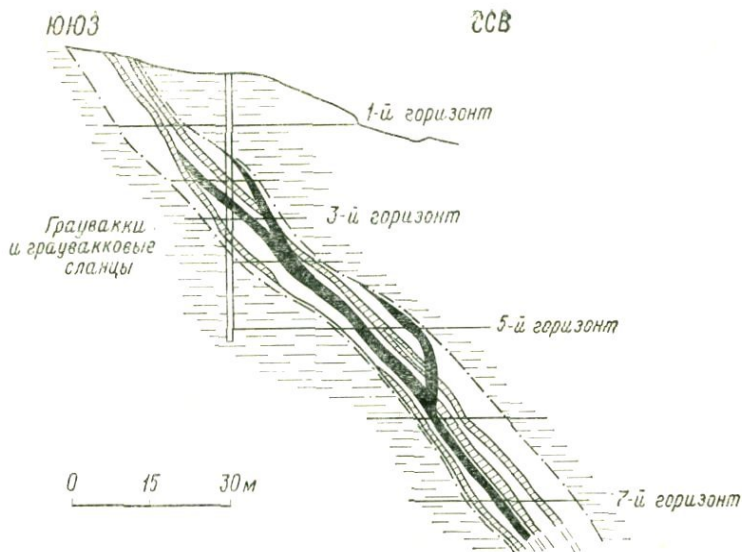


Рис. 18. Поперечный разрез главной жилы (Штрасберг-Нёйдорфская система жил) в районе шахты Глазехбах (Oelsner, Kraft, Schützel, 1958).

В пределах зон минерализации различными путями формируются специфические минеральные образования и скопления минералов; они обнаруживают зависимость от условий температуры и давления внутри геологических объемов, где локализуются процессы минералообразования. С внедрением магматических масс связаны геологические движения, особенно тектонического характера, приводящие к образованию разрывов во вмещающих породах и в самих магматических телах. Возникающие трещины в дальнейшем заполняются пегматитовыми расплавами, пегматит-пневматолитовыми до гидротермальных растворами, находящимися под высоким давлением.

Трещины в течение того или иного геологического отрезка времени или в ходе истории развития Земли, охватывающей сотни миллионов лет, могли неоднократно приоткрываться. При каждом повторном приоткрывании трещины в них вновь проникали минералообразующие растворы, большей частью отличающиеся от пред-

ществовавших (рис. 3, 19). Одной из задач минералогического изучения является упорядочение всего многообразия минералов по составу и времени образования. При этом особый интерес представляют разнообразие габитуса кристаллов, кристаллические сростки и особенности огранки (см. табл. 3 и приложение 1А) минералов.

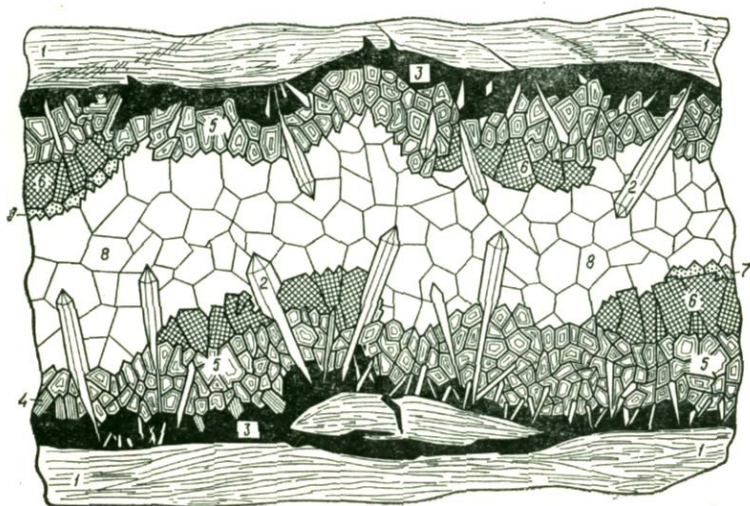
Результаты комплексного исследования минералов и установленные минералогические закономерности служат предпосылкой успешных поисков месторождений. Многочисленные минеральные парагенезисы группируются в серии, различающиеся по последовательности образования (см. приложения).

Некоторые минералы, например кварц и пирит, представляют собой так называемые сквозные минералы. Они начинают кристаллизоваться уже в пневматолитовую фазу и еще ранее и сопровождают минеральные выделения вплоть до гидротермальной серии. Для других

Рис. 19. Гидротермальное выполнение трещины.

Парагенезис серебросодержащей сфалерит-арсенопирит-халькопирит-галенит-родохрозитовой дайки в гнейсах Бранд близ Фрейберга в Рудных горах (по В. Маухеру).

1 — биотитовые гнейсы; 2 — столбчатый кварц; 3 — сфалерит (серебросодержащая цинковая обманка); 4 — арсенопирит;
5 — родохрозит (марганцовый шпат); 6 — галенит (свинцовый блеск);
7 — халькопирит (медный колчедан); 8 — кальцит (известковый шпат).



минеральных фаз устанавливается различная интенсивность выделения в пределах разных температурных интервалов.

КОНТАКТОВЫЙ МЕТАМОРФИЗМ И КОНТАКТОВЫЙ МЕТАСОМАТОЗ

В контактовых породах, особенно вокруг гранитных массивов, встречаются разнообразные минеральные ассоциации. В контактовых зонах на вмещающих породах сказывается влияние температуры, давления и прежде всего летучих компонентов магматического расплава. Минеральные образования (минеральные парагенезисы) в области контакта зависят от состава преобразуемых горных пород.

Если, например, контактовому метаморфизму подвергаются глинистые породы (богатые алюминием), то возникают, в частности, андалузит-кордиеритовые роговики с биотитом и кварцем. Если метаморфизм испытывают известняки, доломиты, известковые, доломитовые или известково-доломитовые мергели, то формируются известково-силикатные роговики с весьма разнообразными минералами, в том числе диопсидом, везувияном, гроссуляром, андрадитом. Они иногда сильно обогащены магнетитом (магнетитовые скарны) или рудами цветных металлов, содержащими халькопирит, пирротин, сфалерит, арсенопирит (полиметаллические скарны).

ДИНАМОМЕТАМОРФИЗМ

С горообразующими процессами связано появление большого числа специфических минеральных парагенезисов. При этом возникают такие породы, как гнейсы, гнейсо-сланцы, слюдяные сланцы, филлиты, амфиболиты, гранатовые породы, эклогиты, серпентиниты и др.

ХАРАКТЕРНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ

Мусковит, альмандин, кварц — мусковит-гранат-слюдяные сланцы

Мусковит, кварц, дистен, альмандин — дистен-гранат-слюдяные сланцы

Мусковит, кварц, дистен, ставролит — ставролит-слюдяные сланцы

Мусковит, биотит, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, кварц — слюдяные гнейсо-сланцы или парагнейсы

Амфибол, плагиоклаз, гранат, рутил — плагиоклазовые амфиболиты и т. д.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ ХЕМОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ПОРОД, МИНЕРАЛЬНЫХ И РУДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

В экзогенной зоне земной коры минеральные образования исключительно разнообразны прежде всего благодаря химическим процессам разложения и осаждения (химическое выветривание) под влиянием кислорода атмосферы, углекислоты и воды. Процессы разрушения минералов происходят весьма различно. Они зависят от устойчивости минералов и от характера самого процесса (химическое разложение, медленное или быстрое механическое разрушение).

Приведем несколько примеров:

твердые минералы (кварц, алмаз, касситерит, хромит и др.) с трудом разрушаются механическим и химическим путем;

мусковит легко разрушается механическим, но трудно разлагается химическим путем;

оливин, биотит, сульфиды (пирит, халькопирит, пирротин и др.) подвержены быстрому разложению. Легко разрушающийся оливин, представленный сплошными массами (перидотит), разлагается с образованием землистых окислов железа (лимонит, гидрогематит) и отчасти гидросиликатов никеля (гарниерит, никелевый хлорит);

породообразующие минералы — полевые шпаты, фельдшпатоиды, пироксены, амфиболы, гранаты и др. — разрушаются медленнее или быстрее в зависимости от характера выветривания. Продуктом выветривания полевых шпатов обычно является каолинит — главная минеральная составная часть большинства почв.

Над месторождениями сульфидов меди, золотоносного пирита, свинцово-цинковых руд под действием грунтовых вод формируются так называемые «шляпы» (зоны окисления). В результате химического разложения образуются следующие минеральные парагенезисы:

лимонит в месторождениях пирита;

куприт, азурит, малахит в сульфидно-медных месторождениях;

гемиморфит (каламин, галмей), церуссит, кальцит, доломит и др. в свинцово-цинковых месторождениях.

Ниже уровня грунтовых вод происходит образование сульфидных рудных минералов или самородных метал-

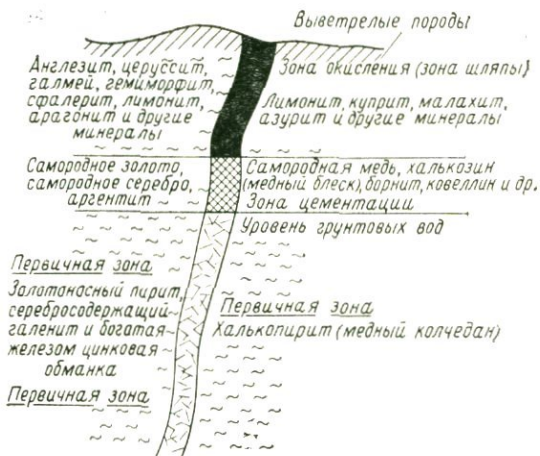


Рис. 20. Рудные жилы в гнейсах или других породах.

лов, таких, как медь, серебро, золото. Сульфидные руды, прежде всего медные, слагают вторично обогащенные металлом зоны (зоны цементации) с ковеллином, борнитом, халькозином и др. Процессы их формирования в химическом отношении очень сложны. Разнообразие минералов в этих хемогенно-осадочных парагенезисах чрезвычайно велико. Осаждение минералов и возникновение минеральных скоплений может происходить благодаря деятельности организмов, ассимиляции минерального вещества растениями и усвоению его скелетами животных. Образуются такие карбонатные соединения, как кальцит, арагонит, доломит, сидерит и иногда пирит, фосфаты (например, вивианит или фосфорит).

При процессах испарения соленосных участков морских бассейнов в осадок выпадают такие минералы солей, как галит (каменная соль), сильвин, карналлит, а также ряд минералов — ангидрит, гипс, кальцит, доломит. Все эти минералообразующие процессы часто находят свое выражение в возникновении соответствующих парагенезисов.

К книге приложены три диагностические таблицы для определения минералов по различным свойствам (см. приложения 2А и 2Б).

МИНЕРАЛЫ ОТ А ДО Я

1. АВГИТ



Греч. «ауге» — блеск (кристаллы авгита часто имеют блестящие грани)
Минерал группы пироксенов



Химический состав. Изменчив; окись кальция (CaO) 16—20%, окись магния (MgO) 11,5—17,5%, закись железа (FeO) 5—10%, окись железа (Fe_2O_3) 1,5—8%, окись алюминия (Al_2O_3) 4,5—7,8%, окись титана (TiO_2) 0,2—1,25%, двуокись кремния (SiO_2) 46—50,5%.

Цвет. Черный с буроватым оттенком, зеленовато-черный, темно-зеленый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6.

Плотность. 3,3—3,5.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Короткостолбчатые, игольчатые, толстотаблитчатые.



Кристаллическая структура. Простые цепочки ионов.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $1,1 : 1 : 0,6$; $\beta \sim 105^\circ$.

Спайность. Средняя по призме; угол между плоскостями спайности 87 и 89° (см. рисунок — базальное сечение с трещинами спайности).

Агрегаты. Сплошные, зернистые, плотные, игольчатые.

П. тр. Плавится в черное стекло.

Поведение в кислотах. Лишь титанавгит полностью растворяется в кипящей соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Плагноклазы, биотит, магнетит, пирит, халькопирит и др.

Сходные минералы. Роговая обманка (амфибол).

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Чаще всего породообразующий минерал различных магматических пород; встречается прежде всего в основных эффузивных породах, в том числе в базальтах, отчасти в андезитах, фонолитах и вулканических пеплах. Распространен повсеместно.

2. АЗУРИТ

$\text{Cu}_3[\text{OH}(\text{CO}_3)_2]_2$, или $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Франц. «азур» — лазурно-синий, небесно-голубой

Синоним: медная лазурь (водосодержащий карбонат меди)



Химический состав. Окись меди (CuO) 69,2% (Cu 55,3%), двуокись углерода (CO_2) 25,6%, вода (H_2O) 5,2%.

Цвет. Лазурно-синий, темно-синий, также зеленовато-фиолетовый (фото 7).

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Кобальтово-синяя, бледно-синяя, небесно-голубая.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 3,5—4.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Часто встречаются красивые многогранные кристаллы, образующие мелкие друзы; короткие, длиннопризматические, толстотаблитчатые кристаллы.

Класс симметрии. Призматический — 2/т.

Отношение осей. 0,851 : 1 : 1,762; $\beta = 92^\circ 24'$.

Спайность. Совершенная по (100).

Агрегаты. Плотные зернистые массы, радиально-лучистые агрегаты, землистые скопления.

П. тр. Плавится, в восстановительном пламени дает корок медн.

Поведение в кислотах. Растворяется в соляной кислоте (с шипением).

Сопутствующие минералы. Малахит, халькопирит, куприт, блеклая руда, халькозин, карбонаты.

Сходные минералы. Вивинанит, лазурит.

Практическое значение. Иногда используется как медная руда.

Происхождение. Азурит почти всегда встречается совместно с малахитом, при этом медная лазурь замещается малахитом. Типичный минерал зон окисления сульфидно-медных месторождений.

Месторождения. Шесси близ Лиона (Франция); Колывань и Нижний Тагил (СССР); Цумеб (Намибия); Копьяпо (Чили); в ГДР в районе Тюрингенского краевого разлома у Заальфельда, Камсдорфа и в других местах.

3. АКСИНИТ



Греч. «аксине» — топор



Химический состав. Кальциевый боросиликат сложного состава. Содержание кальция остается более или менее постоянным, а содержания марганца, железа и магния сильно меняются; примечательно участие летучих компонентов (вода и окисные соединения бора).

Цвет. Фиолетовый с зеленоватым оттенком, серый, гвоздично-коричневый.

Блеск. Стекланный; минерал просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6,5—7.

Плотность. 3,3.

Излом. Раковистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Многогранные, клиновидные.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,779:1:0,978; $\alpha=88^{\circ}04'$, $\beta=81^{\circ}36'$, $\gamma=77^{\circ}42'$.

Спайность. Средняя до несовершенной.

Агрегаты. Зернистые, плотные, в виде включений.

П. тр. Плавится со вспучиванием в зеленое стекло.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl после предварительного прокаливании, причем выпадает гель кремнекислоты.

Сопутствующие минералы. Полевые шпаты, кварц, эпидот, хлорит; на рудных месторождениях — магнетит, медный колчедан, сфалерит, арсенопирит и др.

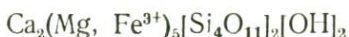
Сходные минералы. Титанит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется в пневматолитово-гидротермальных условиях, встречается в трещинах в известково-силикатных роговиках и в скарновых рудах.

Месторождения. В ГДР в магнетитовых скарнах Шварценберга, близ Теллерхейзера в западных Рудных горах, в Гарце (массив Броккен) недалеко от Ширке, в трещинах в диабазе у Трезебурга; крупные проявления на Урале, в Средней Азии (СССР); в Дофине (Франция); в гнейсах в Швеции и в других районах.

4. АКТИНОЛИТ



Греч. «актис» — луч, «литос» — камень

Минерал группы амфиболов

Синоним: лучистый камень

Химический состав. Сильно изменчив; подобен тремолиту, но обогащен железом (6—13% Fe). Разновидности: нефрит (греч. «нефрос» — почка) — зеленый, очень плотный (под микроскопом) агрегат минералов; *амиант* (греч. «амиантос» — незапятнанный, чистый) — амфиболовый асбест, актинолитовый асбест (см. асбест).

Цвет. Бутылочно-зеленый, светло-зеленый до темно-зеленого (зависит от содержания железа).

Блеск. Стекланный, шелковистый (асбест).

Прозрачность. Непрозрачный; тонкие кристаллы и осколки просвечивают.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6.

Плотность. 3,1—3,2.

Излом. Оскольчатый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Призматические, шестоватые.

Кристаллическая структура. Двойные цепочки (пояса) тетраэдров.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,544 : 1 : 0,295$; $\beta = 105^{\circ}00'$.

Спайность. По призме (110).

Агрегаты. Радиально-шестоватые, волокнистые, сплошные, грубозернистые.

П. тр. Сплавляется с трудом (см. роговая обманка).

Поведение в кислотах. Трудно растворим.

Сопутствующие минералы. Тальк, хлорит, серпентин, магнетит, рутил, гранат и др.

Сходные минералы. Эпидот, турмалин, жадеит, эгирин.

Практическое значение. Нефрит (редок) — ценный поделочный камень, необычайно вязкий; из него изготавливали каменные топоры, наконечники стрел и пр.

Происхождение. Актинолит — минерал контактового и регионального метаморфизма; распространен в толщах гнейсов, хлоритовых и слюдяных сланцев.

Месторождения. Рудные горы, саксонские Гранулитовые горы, Тюрингенский Лес (ГДР); распространен повсеместно.

5. АЛМАЗ

С

Греч. «адамас» — непреодолимый

Самый твердый из естественных драгоценных камней; шлифуется лишь алмазным порошком; в чистом виде бесцветный, водяно-прозрачный, с сильной игрой цветов

Химический состав. Бесцветные разности представляют собой чистый углерод. Окрашенные и непрозрачные алмазы содержат примеси двуокиси кремния (SiO_2), окиси магния (MgO), окиси кальция (CaO), закиси железа (FeO), окиси железа (Fe_2O_3), окиси алюминия (Al_2O_3), окиси титана (TiO_2); в виде включений встречаются графит и другие минералы.

Цвет. Белый, серый, желтый, синий, черный.

Блеск. Алмазный.

Прозрачность. Прозрачный, мутный.

Черта. Не имеет: царапает пробную пластинку.

Твердость. 10 (самый твердый минерал); абсолютная твердость в 1000 раз превышает твердость кварца и в 150 раз — твердость корунда.

Плотность. 3,5—3,52.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Октаэдры, додекаэдры (тетраэдры); встречаются двойники срастания; кристаллы иногда характеризуются фигурами травления, штриховкой, искривлением граней, наблюдаются неправильные, искаженные кристаллы.

Кристаллическая структура. Гранецентрированная решетка куба; каждый атом окружен четырьмя другими, расположенными по тетраэдру.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — *m3m*.

Спайность. Совершенная по октаэдру (111), хрупкий.

П. тр. В порошке сгорает на платиновой проволочке с образованием двуокиси углерода (CO_2); при прекращении доступа воздуха и температуре 1500°C превращается в графит.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сходные минералы. Отсутствуют.

Свойства обеих модификаций углерода (алмаз и графит) представлены в нижеследующей таблице:

Свойства	Алмаз	Графит
Цвет	Бесцветный	Серо-черный
Твердость	Самое твердое вещество ($H=10$)	Очень мягкий ($H=1$)
Кристаллы	Зернистый	Чешуйчатый
Сингония	Кубическая	Гексагональная
Кристаллическая решетка	Кубическая	Гексагональная слоистая
Плотность, г/см^3	3,50—3,52	2,09—2,23
Электропроводность	Отсутствует	Проводник
Поведение при нагревании	При 1500°C переходит в графит	При температуре выше 2800°C происходит сублимация

Сопутствующие минералы. Оливин, хромшпинелиды, пироп, магнетит, ильменит, гематит, графит, кальцит.

Практическое значение. Совершенно прозрачные алмазы используются как драгоценные камни (бриллианты). Нечистые алмазы имеют важное значение для технических целей, например при глубоком бурении для армирования буровых коронок, для изготовления шлифующих и режущих инструментов, шлифующего материала.

Происхождение. Алмазы образуются в вулканических трубках взрыва (алмазные трубки) при очень высоких давлениях. Вмещающими алмазы породами являются кимберлиты (перидотиты с пиропом), которые состоят в основном из оливина, пироба, ильменита и других минералов. Такие трубки образуют первичные месторождения алмазов. Кроме того, алмазы добываются из значительно более широко распространенных и обычно более богатых россыпных месторождений, представленных морскими и речными песками и галечниками, в которых алмазы накапливаются благодаря механическому разрушению первичных вмещающих их пород.

Месторождения. Претория: первые разработки кимберлитов и окружающих россыпей (Южная Африка); многочисленные россыпи в Центральной Африке; Мирный в Якутии: многочисленные трубки и россыпи; крупные россыпные месторождения в западном Предуралье (СССР).

6. АЛЬБИТ

$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Лат. «альбус» — белый

Минерал группы полевых шпатов

Химический состав. См. рис. 23.

Цвет. Бесцветный, белый, красный.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, мутный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,62.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, игольчатые, таблитчатые, двойникованные кристаллы, полисинтетические двойники.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка с непрерывным трехмерным каркасом.

Класс симметрии. Пинакондальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,636 : 1 : 0,559; $\alpha = 94^\circ 19'$, $\beta = 116^\circ 34'$, $\gamma = 87^\circ 39'$.

Спайность. Совершенная по базису (P), средняя по боковым конечным граням (M) и граням призмы (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Плотные, зернистые, лучистые.

П. тр. Плавится с трудом, дает желтое натриевое пламя.

Поведение в кислотах. Слабо растворим.

Сопутствующие минералы. Хлорит, адуляр, горный хрусталь, дымчатый кварц, рутил, ильменит, титанит, эпидот, апатит, кальцит.

Сходные минералы. Барит, олигоклаз, андезин, ортоклаз и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Часто породообразующий минерал гранитов, сиенитов, кератофинов, гнейсов, хлоритовых сланцев. Встречается в трещинах как минерал гидротермального происхождения, иногда в друзах с многочисленными сопутствующими минералами. Альбит повсеместно распространен в породах складчатого фундамента. Особенно красивые друзы встречаются в альпийских жилах.

7. АМБЛИГОНИТ



Химический состав. Окись лития (Li_2O) 6,86%, окись натрия (Na_2O) 3,29%, глинозем (Al_2O_3) 36,88%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 47,58%, фтор (F) 8,11%.

Цвет. Белый с зеленоватым, синеватым или желтоватым оттенком.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Полупрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6.

Плотность. 2,98—3,15.

Сингония. Триклинная.

Класс симметрии. Пинакоидаальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. $0,729 : 1 : 0,708$; $\alpha = 102^\circ 03'$, $\beta = 97^\circ 50'$, $\gamma = 68^\circ 08'$.

Спайность. Совершенная.

Агрегаты. Сплошные, крупнозернистые, плотные.

П. тр. Легко плавится и вспучивается.

Сопутствующие минералы. Апатит, сподумен, литиевая слюда, турмалин, топаз, вавеллит, альбит.

Сходные минералы. Полевые шпаты, кальцит, барит, пеллит, сподумен.

Практическое значение. Важная литиевая руда.

Происхождение. Пегматитово-пневматолитовые жилы в граните.

Месторождения. Испания; шт. Мэн (США); северная Швеция; близ Герсдорфа и у Арнсдорфа близ Пенига (саксонские Гранулитовые горы, ГДР); Хаген (Баварский Лес, ФРГ)

8. АМФИБОЛЫ

Группа амфиболов (см. также пироксены)

Греч. — «двузначные», так как их легко спутать с шерлом (турмалином)



Амфиболы по сравнению с пироксенами имеют более сложный состав. Обе группы минералов обладают многими общими чертами. Амфиболы первично образуются из кислых, средних и основных расплавов. Они широко распространены в метаморфических породах. Их доля в составе земной коры достигает примерно 8%. В химическом составе амфиболов присутствуют кальций, магний, железо, натрий, алюминий (в виде окислов), двуокись кремния, а также кислород и водород (ОН, H₂O).

Важнейшими минералами этой группы являются следующие:

МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ

Тремолит, $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$

Актинолит, $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$

Роговая обманка, $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$

Глаукофан, $\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}, \text{F}]_2$

Арфведсонит, $\text{Na}_3(\text{Fe}, \text{Mg})_4(\text{Fe}, \text{Al})[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}, \text{F}]_2$

Крокидолит (асбест), $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_3\text{Mg}_4\text{Fe}_6^{2+}(\text{Fe}, \text{Al})_4[(\text{OH})/\text{Si}_{16}\text{O}_{44}]$

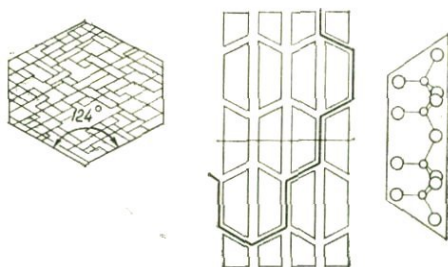
Карфолит, $\text{MnAl}_2[(\text{OH})_4/\text{Si}_2\text{O}_6]$

Нефрит (-актинолит) является криптокристаллической вязкой разновидностью, для которой характерна окраска различных зеленых оттенков

РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ

Антофиллит, $(\text{MgFe})_7[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$

Особым отличительным признаком минералов групп амфиболов и пироксенов является постоянство углов между плоскостями спайности, перпендикулярными базису: у амфиболов угол равен 124° , у пироксенов — около



85° (см. рисунки поперечных сечений кристаллов). Кристаллическая решетка характеризуется простыми лентами или двойными цепочками (см. рисунок: кристаллическая структура параллельна оси c).

9. АНАЛЬЦИМ

$\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$, или
 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Греч. «аналькис» — бессильный. Получил название в связи с тем, что при трении минерал обнаруживает лишь слабые электрические свойства

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 14,07%, окись алюминия (Al_2O_3) 23,29%, двуокись кремния (SiO_2) 54,47%, вода (H_2O) 8,17%.

Цвет. Бесцветный, серый, белый с желтоватым оттенком, мясо-красный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный до мутного.

Черта. Белая.

Твердость. 5—5,5, хрупкий.

Плотность. 2,2—2,3.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Тетрагон-триоктаэдры (лейцит-эдры).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Сплошные, зернистые, плотные, землистые.

П. тр. Легко сплавляется.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Магнетит, хлорит.

Сходные минералы. Лейцит, содалит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Возникает гидротермальным путем в базальтовых и фолитовых породах и в трещинах; иногда на месторождениях галенита вместе с другими цеолитами; образуется также как скарновый минерал вместе с магнетитом.

Местонахождения. В базальтах Кавказа (СССР); в вулканических туфах на Циклоповых островах близ Катании (Италия); распространен в Чешских Средних горах и в других местах.

10. АНАТАЗ



Греч. «анатазис» — удлинение

Синоним: октаэдрит (кристаллы вытянуты по призме, но также ограничены бипирамидой, по облику приближающейся к октаэдру)



Химический состав. Титан (Ti) 60%, кислород (O) 40%.

Цвет. Медово-желтый, серо-бурый, коричневый, черный.

Блеск. Алмазный, жирный, металлоидный.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 3,8—3,9.

Сингония. Тетрагональная (рутил — тетрагональный, брукит — ромбический).

Форма кристаллических выделений. Только кристаллы (большей частью мелкие), рассеянные в пустотах (трещинах).

Кристаллическая структура. Характеризуется плотнейшей кубической упаковкой ионов кислорода. Координационные числа такие же, как у рутила.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/ттт.

Отношение осей. $c/a = 1,7771$.

Спайность. Совершенная по базису (перпендикулярно оси c) и граням октаэдра (111), (001).

Агрегаты. Только кристаллы.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Рутил, брукит, титанит, ильменит, альбит, адуляр, горный хрусталь, хлорит, эпидот.

Сходные минералы. Ксенотим.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Гидротермальные выделения в трещинах, в диабазах Гарца и Тюрингенского Леса; в альпийских жилах Сен-Готарда (Швейцария); на северном Урале; в Бразилии и других местах.

Апатит как тяжелый минерал часто образует концентрации в россыпных месторождениях.

11. АНГИДРИТ



Греч. «гидр», «гидратос» — вода (безводный минерал)



Химический состав. Окись кальция (CaO) 41,2%, трехокись серы (SO_3) 58,8%, в качестве примеси часто встречается стронций.

Цвет. Серый, белый, бледно-синий, кобальтово-синий, фиолетовый, бледно-красный.

Блеск. Стекланный, жирный, перламутровый на плоскостях спайности.

Прозрачность. Прозрачный, водяно-прозрачный, мутный.
Черта. Белая.
Твердость. 3—4.
Плотность, 2,9—3.
Излом. Хрупкий.
Сингония. Ромбическая.
Форма кристаллических выделений. Толстотаблитчатые, кубические, короткостолбчатые кристаллы; большей частью ангидрит образует сплошные массы.
Кристаллическая структура. Ионы серы (S^{6+}) располагаются в центре тетраэдрических групп кислорода (O^{2-}), а каждый ион кальция (Ca^{2+}) находится в восьмерном окружении ионов кислорода.
Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.
Отношение осей. 0,892 : 1 : 0,999.
Спайность. Совершенная по (001), (010), (100).
Агрегаты. Плотные, зернистые, иногда шпатовидные, волокнистые.
П. тр. Не плавится.
Поведение в кислотах. В порошке растворяется в H_2SO_4 .
Сопутствующие минералы. Гипс, каменная соль, сильвин, карналлит.
Сходные минералы. Криолит, гипс, барит, кальцит.
Практическое значение. Ангидрит (как и гипс) применяется как сырье для получения серной кислоты (завод Косвиг на Эльбе в ГДР) и как строительный материал (вяжущее вещество).
Происхождение. Является преимущественно хемогенным осадочным минералом и встречается в соляных месторождениях с гипсом, каменной солью, карналлитом; реже ангидрит образуется гидротермальным путем. Иногда встречается как эксгальационный минерал в лавовых пустотах.
Месторождения. Прежде всего в районах соляных месторождений цехштейна, в Южном Гарце, в районе р. Верра, близ Штасфурта (ГДР); в Гессене близ Ганновера и в других районах (ФРГ); в Предуралье (СССР) и т. д.

12. АНГЛЕЗИТ



Назван по месту находки (Англи,
Уэльс)



Химический состав. Окись свинца (PbO) 73,6% (свинец 68,3%), трехокись серы (SO_3) 26,4%.

Цвет. Бесцветный, белый, редко окрашенный, с черноватым оттенком.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Водяно-прозрачный до просвечивающего.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5—3, очень хрупкий.

Плотность. 6,1—6,4.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Таблитчатые, короткостолбчатые, часто встречаются мелкие красивые кристаллы с богатыми комбинациями граней.

Отношение осей. 1,571 : 1 : 1,288.

Кристаллическая структура. Анионный комплекс $[\text{SO}_4]^{3-}$ сходен с аналогичным комплексом барита.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Спайность. По граням базиса и призмы (110), (001).

Агрегаты. Чаще встречаются в виде мелкокристаллических корочек на галените, в пустотах (друзы) и в виде твердых, зернистых, землистых масс.

П. тр. Легко плавится, растрескивается; с содой на угле в восстановительном пламени дает королек свинца.

Поведение в кислотах. Растворяется в концентрированной серной кислоте лишь при нагревании, полностью растворяется в едком кали (KOH), чем отличается от целестина и барита, которые не растворяются.

Сопутствующие минералы. Галенит, церуссит, лимонит.

Сходные минералы. Церуссит, барит, шеелит.

Практическое значение. Небольшое; иногда используется как свинцовая руда.

Происхождение. Большей частью образуется в зоне окисления сульфидных свинцово-цинковых месторождений вместе с более распространенным карбонатом свинца церусситом (PbCO_3).

Месторождения. Фрейберг, Эренфридерсдорф, Берггисхюбель, Лангенштригис (Рудные горы), Танне в Гарце (ГДР) и другие месторождения.

13. АНДАЛУЗИТ



Назван по Андалузии — исторической области в Испании; ср. силлиманит, дистен

Химический состав. Окись алюминия (Al_2O_3) 63,1%, двуокись кремния (SiO_2) 36,9%, часто в небольшом количестве присутствует окись железа (Fe_2O_3).

Цвет. Серый, желтый, бурый, розовый, красный, темно-зеленый, редко бесцветный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Обычно непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 7—7,5.

Плотность. 3,1—3,2.

Излом. Неровный, оскольчатый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Столбчатые с квадратным сечением, сжатые, удлиненные призматические. Кристаллы андалузита во время роста могут захватывать углистый или глинистый материал. Его концентрация происходит в определенных кристаллографических направлениях, в результате чего возникает характерная фигура креста; такая разновидность называется *хиастолитом* (греч. «хиастос» — скрещенный, «литос» — камень).

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,982 : 1 : 0,703.

Спайность. Параллельна оси *c*, совершенная.

Агрегаты. Сплошные, лучистые («снопы»), шестоватые, волокнистые, зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Кордиерит, биотит, турмалин, кварц, рутил, корунд, ставролит, гранат, золото и др.

Сходные минералы. Красный турмалин.

Практическое значение. Находит применение как ценное огнеупорное сырье для футеровки печей (высокая огнеупорность).

Происхождение. Типичный минерал контактового метаморфизма глинистых пород (роговики); в виде мелких кристаллов встречается повсеместно.

Месторождения. В ГДР андалузит-кордиеритовые роговики распространены вокруг гранитных массивов в западной части Рудных гор (кирхбергские, эйбенштокские, бергенские граниты с их классическими контактовыми ореолами).

14. АНДЕЗИН

Альбит (70—50%) + анортит (30—50%)

Назван по Андам; встречается там в лавах (андезиты)
Минерал группы полевых шпатов

Химический состав. См. рис. 23.

Цвет. Белый, бесцветный, с зеленоватым, красноватым оттенком.

Блеск. Стекланный, мерцающий (солнечный камень, или авантюрин) благодаря включениям мельчайших чешуек гематита, иногда с золотистым отливом (полудрагоценный камень).

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,66.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, толстотаблитчатые.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка с непрерывным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,635 : 1 : 0,552; $\alpha = 93^\circ 24'$, $\beta = 116^\circ 10'$, $\gamma = 90^\circ 24'$.

Спайность. Совершенная по базису (001), средняя по конечной грани и по граням призмы (010).

Агрегаты. Зернистые, плотные.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Трудно растворим.

Сопутствующие минералы. Роговая обманка, авгит, биотит.

Сходные минералы. Полевые шпаты.

Практическое значение. Разновидность «солнечный камень» используется как полудрагоценный камень.

Происхождение. Андезин является породообразующим минералом диоритов, андезитов (кератофиров), спилитов; широко распространен в вулканических областях Южной Америки, в Юго-Восточной Азии, на Кавказе, в Венгрии и в других местах.

15. АНКЕРИТ

$\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$, или $\text{CaCO}_3 \cdot \text{FeCO}_3$

Химический состав. Двойная соль (см. также доломит). Бедная железом разновидность называется бурым шпатом. Анкерит постоянно содержит магний и марганец. Отношение железа и марганца меняется в широких пределах.

Цвет. Серый, белый, с желтоватым, буроватым оттенком.

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 2,9—3,8.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Ромбоэдры; грани кристаллов часто искривлены, как у доломита.

Кристаллическая структура. Решетка кальцита (см. табл. 1).

Класс симметрии. Ромбоэдрический — $\bar{3}$.

Спайность. По ромбоэдру (10 $\bar{1}$ 0).

Агрегаты. Сплошные, зернистые.

П. тр. При окислении становится бурым и растрескивается.

Поведение в кислотах. Ведет себя, как доломит; лишь при нагревании выделяется CO_2 с образованием пузырьков.

Сопутствующие минералы. Сидерит, доломит, галенит, сфалерит, аргентит.

Сходные минералы. Сидерит, доломит, магнезит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Часто встречается в гидротермальных жильных месторождениях фрейбергского типа (особенно в виде марганецсодержащего бурого шпата).

16. АНОРТИТ

$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, или $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Греч. «анортос» — косой

Синоним: калиевый полевой шпат

Минерал группы полевых шпатов, подгруппы плагиоклазов

Химический состав. См. рис. 23.

Цвет. Бесцветный, белый, серый, красный.

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, мутный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность, 2,76.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Большей частью мелкие кристаллы с многочисленными гранями; короткоигольчатые, толстотаблитчатые.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка с непрерывным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Пинакондальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. $0,635 : 1 : 1,100$; $\alpha = 93^\circ 10'$, $\beta = 115^\circ 51'$, $\gamma = 91^\circ 13'$.

Спайность. Совершенная по базису (P), средняя по боковым граням (M) и граням призмы (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Сплошные, зернистые, плотные.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Кальцит, доломит, магнетит, халькопирит, пирротин, породообразующие минералы анортозитов и пород группы габбро.

Сходные минералы. Полевые шпаты.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Анортит образуется в основном в контактово-метаморфизованных известняках и доломитах (известково-силикатные роговики), иногда в магнетит-полиметаллических скарнах; нередко встречается как составная часть основных магматических пород (габбро, анортозитов), особенно в вулканических выбросах, где описаны кристаллы с многочисленными гранями.

Местонахождения. Вулканические провинции Италии, Венгрии, Румынии, Исландии.

17. АНОРТОКЛАЗ

(Na, K) $[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Греч. «анортотлаз» — не ортоклаз, поскольку лишь внешне минерал похож на ортоклаз

Химический состав. Щелочной полевой шпат с преобладанием окиси натрия (Na_2O) над окисью калия (K_2O). Анортотлаз сходен с микроклином (см. рис. 23).

Цвет. Белый, желто-бурый, с синеватым оттенком.

Блеск. Стекланный, перламутровый, иногда с адуляризацией (лабрадоризирующий).

Прозрачность. Просвечивающий, прозрачный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,56—2,60.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Таблитчатые несовершенные кристаллы.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка с бесконечным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Вероятно, пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. Не установлено.

Спайность. Совершенная по базису (P), средняя по боковым граням (M) и граням призмы (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Сплошные, зернистые, шпатовидные.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Трудно растворим.

Сопутствующие минералы. Бурая роговая обманка, биотит, ильменит, титаномagnetит.

Сходные минералы. Полевые шпаты, в том числе лабрадор, иногда ошибочно называемый лабрадоритом.

Практическое значение. Облицовка стен, материал для памятников.

Происхождение. Присутствует в светлых трахитовых лавах; особенно красив как пороодообразующий полевой шпат в сиенитах (ларвикитах) Лангезунд-фьорда, Ларвика (район Осло).

18. АНТИМОНИТ



Лат. «антимониум» — сурьма

Синонимы: сурьмяный блеск, стибнит



Химический состав. Сурьма (Sb) 71,4%, сера (S) 28,6%, в виде примесей иногда присутствуют мышьяк, серебро, золото.

Цвет. Свинцово-серый, часто с пестрой побежалостью.

Блеск. Металлический, с сильной побежалостью.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая, черная, темная свинцово-серая.

Твердость. 2, хрупкий.

Плотность. 4,6—4,7.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Призматические, столбчатые, игольчатые, с вертикальной штриховкой, часто искривленные.

Кристаллическая структура. Сложная, одномерные непрерывные двойные цепочки, параллельные оси *c*.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,933 : 1 : 0,340.

Спайность. Параллельная оси *c* (001); на плоскостях спайности наблюдается грубая поперечная штриховка.

Агрегаты. Зернистые, плотные, сплошные.

П. тр. На угле легко плавится (плавится уже на спичке), выделяя белый налет.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Пирит, реальгар, самородное золото, барит, сидерит, кварц.

Сходные минералы. Бисмутинит, пиролюзит, галенит и др.

Практическое значение. Важное сырье для получения сурьмы.

Происхождение. Образуется при весьма низких температурах (эпитермальный).

Месторождения. Крупнейшее месторождение находится в провинции Хунань (Китай); Алжир; Мексика; Боливия; Югославия; в ГДР небольшие залежи у Вольфсберга в Нижнем Гарце, Брёйнсдорф близ Фрейберга в Рудных горах.

19. АПАТИТ

(Фторапатит и хлорапатит)

$\text{Ca}_5[\text{F}/(\text{PO}_4)_3]$ —фторапатит

$\text{Ca}_5[\text{Cl}/(\text{PO}_4)_3]$ —хлорапатит



Греч. «апато» — обманываю; часто его принимают за берилл, диопсид, турмалин

Химический состав. Фторапатит: окись кальция (CaO) 55,5%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 41,0%, фтор (F) до 3,8%; хлорапатит: CaO 53,8%, P_2O_5 41,0%; хлор (Cl) 6,8%; более распространен фторапатит.

Цвет. Белый, зеленый, сине-зеленый, фиолетовый, кирпично-красный (фото 12).

Блеск. Стеклянный, на изломе жирный, прозрачный, мутный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5.

Плотность. 3,2.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллов. Шестигранные призмы с головкой из многих граней; тонкие и игольчатые высокотемпературные кристаллы, толстые и короткопризматические при кристаллизации в условиях более низких температур.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Гексагонально-бипирамидальный — 6/m.

Отношение осей. $c/a=0,734$.

Спайность. Средняя параллельно граням призмы (0001), (1010).

Агрегаты. Сплошные, почковидные, распушенные, желваковые, шаровидные, оолитовые, плотные, лучистые, зернистые.

П. тр. Плавится с трудом даже в мелких осколках.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 , H_2SO_4 , HCl ; в азотнокислом растворе с молибденовоокислым аммонием дает яично-желтый осадок.

Сопутствующие минералы. Зависят от происхождения: например, при магматическом происхождении (нефелиновые сиениты) — нефелин, эгирин; при пегматитовом — пневматолитовом — гидротермальном — касситерит, вольфрамит, магнетит, топаз, полевой шпат, горный хрусталь, аксинит, титанит, рутил, гематит и др.

Сходные минералы. Берилл, кварц, нефелин, кордиерит, ортоклаз, смитсонит, галмей.

Практическое значение. Минералы фосфора имеют огромное значение для производства фосфатных удобрений.

Происхождение. Как акцессорный минерал встречается во многих магматических породах в виде игольчатых выделений. Иногда образует сплошные зернистые массы (например, кольский апатит), встречается в пегматитах (апатитовые пегматиты) с другими минералами. Особенно красивые кристаллы апатита встречаются на пневматолитово-гидротермальных оловянных месторождениях.

Месторождения. Зауберг близ Эренфридерсдорфа, медные шахты Садисдорф, Нидерпёбель, Побершау в Рудных горах, в пегматитах у Карл-Маркс-Штадта, Хартмансдорф, Хурсдорф, Рохсбург (ГДР) и др.

20. АРАГОНИТ

CaCO_3

Назван по проявлению близ Молина в исторической области Арагон (Испания), где он был впервые обнаружен

Химический состав. Такой же, как у кальцита: окись кальция (CaO) 56,0%, двуокись углерода (CO_2) 44,0%; арагонит часто содержит примеси стронция (до 5,6%), магния, железа и цинка.

Цвет. Белый, серый, бледно-желтый, с красноватым оттенком, зеленый, синий, фиолетовый, черный.

Блеск. Стеклообразный, шелковистый.

Прозрачность. Водяно-прозрачный, мутный, просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 2,95.

Сингония. Ромбическая (псевдогексагональная).

Форма кристаллических выделений. Призматическая, ветвистая (железные цветы), корочки, сферолиты (гороховый камень); две последние разновидности относятся к шпрудельштейнам.

Кристаллическая структура. Структура арагонита плотнее, чем структура кальцита. Как и в решетке кальцита, в решетке арагонита каждый ион CO_3 окружен шестью ионами кальция.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,622 : 1 : 0,720.

Спайность. Несовершенная по (010).

Агрегаты. Волокнистые, скорлуповатые, плотные, оолитовые.

П. тр. Растрескивается с выделением CO_2 .

Поведение в кислотах. Легко растворим в HCl (с активным вскипанием).

Сопутствующие минералы. Сидерит (железный шпат), лимонит, медный колчедан, гипс, сера.

Сходные минералы. Кальцит, стронцианит, целестин, барит, натролит, топаз.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется в трещинах и в миндалинах базальтов, трахифонолитов; в гидротермальных месторождениях сидерита; иногда включения в гипсоносных и глинистых отложениях; в отложениях термальных источников (известковая накипь шпрудельштейн, гороховый камень); в термальных источниках Карлови-Вари (ЧССР); распространен повсеместно.

21. АРГЕНТИТ

Ag_2S

Лат. «аргентум» — серебро
Синоним: серебряный блеск



Химический состав. Серебро (Ag) 87,1%, сера (S) 12,9%; примеси: медь, свинец, железо, сурьма и другие элементы или соединения.

Цвет. Железно-черный, черновато-серый.

Блеск. На свежем изломе — металлический, матовая побежалость.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Темно-серая (блестящая).

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 7,2—7,4.

Излом. Раковистый; ковкий, как свинец.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Кубооктаэдрические кристаллы; сплошные массы, пластинчатые и сетчатые выделения.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Несовершенная по (100).

Агрегаты. Пластинчатые и сетчатые сростки.

П. тр. Плавится на угле с образованием серебряного королька.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 с выделением серы.

Сопутствующие минералы. Пираргирит, прустит, самородное серебро, стефанит, пирит, марказит, галенит, сфалерит, барит, флюорит, кальцит, сидерит, родохрозит и др.

Сходные минералы. Халькозин.

Практическое значение. Важная серебряная руда.

Происхождение. Аргентит образуется гидротермальным путем, часто вместе с самородным серебром. Встречается также в зоне цементации месторождений серебросодержащих сульфидов и арсенидов (рис. 20). Крупные скопления аргентита редки. Часто присутствует в галените (серебросодержащем) в виде микроскопических включений.

Месторождения. Одной из крупнейших серебряных про-

винций в Европе были саксонские Рудные горы с их всемирно известными горными участками Фрейберг, Мариенберг, Аннаберг, Шнеберг, Иоганнгеоргенштадт; Яхимов (ЧССР); месторождения Венгрии и др. Богаты месторождениями серебряного блеска Мексика, Перу, Боливия; Канада; шт. Невада, Юта (США).

22. АРСЕНОПИРИТ

FeAsS

Синонимы: мышьяковый колчедан, миспикель

Химический состав. Железо (Fe) 34,3%, мышьяк (As) 46,0%, сера (S) 19,7%. В примесях часто встречается кобальт. Нередко арсенопирит встречается в ассоциации с самородным золотом.

Цвет. Оловянно-белый, светло-серый, желтый, с пестрой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, серо-черная.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 5,9—6,2.

Излом. Неровный, хрупкий.

Сингония. Ромбическая (морфологически).

Форма кристаллов. Хорошо образованные кристаллы в друзах; обычно ромбические, короткостолбчатые, шестоватые; характерна штриховка на гранях, параллельная оси c .

Класс симметрии. большей частью призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,675 : 1 : 0,594$; $\beta \sim 90^\circ$.

Спайность. Несовершенная, иногда средняя по (101), (010).

Агрегаты. Сплошные, шестоватые.

П. тр. Плавится в восстановительном пламени, издавая чесночный запах; в закрытой трубке образуется мышьяковое зеркало.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 с выпадением серы и окиси мышьяка.

Сопутствующие минералы. Галенит, халькопирит, пирит, сидерит.

Сходные минералы. Лёллингит, хлоантит, смальтин, пирит, марказит, пирротин.

Практическое значение. В случае золотоносности — важная руда на золото; мышьяк используется для химических целей.

Происхождение. Образуется пневматолитовым и высокотемпературным гидротермальным путем, является минералом — спутником различных месторождений олова, вольфрама, висмута, меди, свинца и цинка.

Месторождения. Крупнейшее месторождение арсенопирита (золотоносного) — Болиден в северной Швеции; в Рудных горах, Фрейберг, Берггисхюбель, Альтенберг, Мунциг близ Мейсена, Хоэнштейн-Эрнсталь (ГДР) и др.; распространен повсеместно.

23. АСБЕСТ

Греч. «асбестос» — нетленный, неразрушимый

Среди разновидностей асбеста выделяют серпентин-асбесты — хризотил-асбест и антигорит-асбест (баститовый асбест) и амфибол-асбесты (тремолит-асбест, актинолит-асбест, крокидолит-асбест, амозит-асбест).

Химический состав. Весьма изменчивый; например, амфибол-асбест: окись магния (MgO) 6—7%, окись и закись железа (FeO , Fe_2O_3) 34—44%, окись алюминия (Al_2O_3) 5—10%, двуокись кремния (SiO_2) 49—53%; хризотил-асбест: окись магния (MgO) 38—41%, окись алюминия (Al_2O_3) 1—1,5%, окись и закись железа (FeO , Fe_2O_3) 0,3—4%, двуокись кремния (SiO_2) 41—43%, вода (H_2O) 13—14%.

Цвет. Белый, серый, темный, серо-синий (хризотил-асбест желтый, бронзовый).

Блеск. Шелковистый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 2.

Плотность. 2,5—3,3.

Излом. Хрупкий, расщепляющийся.

Сингония. В основном моноклиная.

Форма кристаллических выделений. Волокнистая.

Спайность. Весьма совершенная параллельно оси c (направление волокнистости).

Агрегаты. Волокнистые.

РАЗНОВИДНОСТИ АСБЕСТА (OELSNER, KRUGER, 1957)

Минералогическая группа	Разновидность	Химический состав	Свойства	Основные месторождения
Амфиболовая (роговообманковая)	Ромбическая: филлит	анто-Силикат магния и железа	Ломкие волокна, малоценный	Северная Америка (Массачусетс)
	Тремолит	Силикат магния и кальция	Шелковистый, хрупкий, слабо жаростойкий, кислотоустойчивый	Италия, Африка, Балканы, Америка
	Актинолит (лучистый камень, циллерит)	Силикат магния, кальция и железа	См. тремолит	Северная Америка
	Крокидолит	Силикат железа и натрия	Синий асбест, гибкий, кислотоустойчивый, слабо жаростойкий	Капская провинция (Южная Африка)
	Амозит	Высокое содержание железа, кроме того, Al, Mg, Ca	Вязкий, прочные волокна, высокая кислотоупорность, пригоден для изготовления пряжи	Трансвааль (Южная Африка)
Серпентиновая (оливиновая)	Хризотил	Водосодержащий силикат магния	Весьма гибкий и жаростойкий, слабо кислотоупорный	Канада, Юж. Родезия, Урал, Сибирь
	Антигорит (баститовый асбест)	Водосодержащий силикат магния	Небольшое промышленное значение, длиноволокнистый, ломкий	Повсеместно, особенно в Канаде, нежелательный спутник асбеста

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Трудно растворим или нерастворим.

Сопутствующие минералы. Серпентин, оливин, тремолит, магнетит, лёллингит, сфалерит, арсенопирит.

Практическое значение. Важное сырье для изготовления огнестойкой, жарозащитной и кислотозащитной одежды, огнеупорных строительных материалов, теплоизоляционного материала и т. д. Качества и физические свойства, например эластичность или хрупкость, определяют сферу применения минерала.

Происхождение. Гидротермальное, в условиях тектонических подвижек.

Месторождения. Урал, Сибирь (СССР); Канада; Трансвааль (Южная Африка) и др. (см. таблицу на стр. 96). Проявления повсеместны в областях развития серпентинитов, например Цеблиц в Рудных горах, Кушнапель, Хоэнштейн-Эрнсталь, Вальдгейм и др. (ГДР).

24. АТАКАМИТ



Гидроксихлорид меди (класс оксигалогенидов) с 59% меди; назван по пустыне Атакама в Чили и Перу

Цвет. Травяно-зеленый, черновато-зеленый.

Блеск. Стекланный, алмазный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. От светло-зеленой до яблочно-зеленой.

Твердость. 3,5.

Плотность. 3,76.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *три.*

Форма кристаллических выделений. Сплошные, плотные, зернистые, листоватые агрегаты.

Отношение осей. 0,658 : 1 : 0,749.

Спайность. Совершенная по (010), средняя по (101).

П. тр. Плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим; слабо растворяется в воде.

Сопутствующие минералы. Лимонит, гематит, оливинит.

Сходные минералы. Малахит, диоптаз.

Практическое значение. Медная руда.

Происхождение. В зонах окисления медных месторождений в аридном климате.

Месторождения. Пустыня Атакама.

25. АУРИПИГМЕНТ



Лат. «аурум» — золото, «пигментум» — краска



Химический состав. Мышьяк (As) 61%, сера (S) 39% (ср. реальгар).

Цвет. Лимонно-желтый, часто с буроватым, красноватым оттенком; цвет меняется в зависимости от кристаллографического направления (фото 9).

Блеск. Стекланный, алмазный, жирный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Светло-желтая, желтая.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 3,4—3,5.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, короткопризматические, очень хорошо образованные.

Кристаллическая структура. Слоистая молекулярная решетка, слои которой располагаются параллельно оси *c*.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. 1,198 : 1 : 0,443; $\beta = 90^\circ 27'$.

Спайность. Совершенная по боковым граням призмы (010).

Агрегаты. Зернистые, плитчатые, линзовидные, широкошестоватые, радиально-лучистые.

П. тр. Легко плавится на угле, давая белый налет; в стеклянной трубке образует мышьяковое зеркало.

Поведение в кислотах. Растворим в азотной кислоте и царской водке; выделяющаяся при этом сера всплывает; в едком кали растворим без остатка.

Сопутствующие минералы. Реальгар, антимонит, сфалерит, пирит, барит, кальцит в рудных жилах, сольфатах, отложениях термальных источников; иногда содержится в глинах, доломитовых известняках, мергелях.

Сходные минералы. Реальгар.

Практическое значение. Аурипигмент был известен уже древним римлянам (Плиний) и издавна использовался как краска.

Происхождение. Образуется гидротермальным путем.

Месторождения. Салоники (Греция); Эльбрус (Кавказ, СССР); Тукл-Каунти, Юта (США); р. Капник (Румыния); Санкт-Андреасберг в Гарце (ФРГ).

26. БАРИТ



Греч. «барис» — тяжелый

Легко отличается от сходных по внешнему облику минералов (кальцит, доломит) благодаря высокой плотности



Химический состав. Окись бария (BaO) 65,7%, окись серы (SO_3) 34,3%.

Цвет. Белый, серый, красный, желтый, бурый, светло-бурый (фото 24).

Блеск. Стеклоанный, перламутровый.

Прозрачность. В тонких сколах просвечивающий, прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 3.

Плотность. 4,3—4,7.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Нередко встречаются красивые многогранные кристаллы; большей частью таблитчатые, реже призматические кристаллы.

Кристаллическая структура. Анионный комплекс $[\text{SO}_4]^{2-}$ с Ba.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 1,627 : 1 : 1,310.

Спайность. Совершенная (от спайности кальцита отличается прямым углом между плоскостями); минерал образует спайные выколки по ромбической призме.

Агрегаты. Зернистые, лучистые, плотные, почковидные, плитчатые, сплошные.

П. тр. Растрескивается и плавится лишь по краям тонких осколков, окрашивая пламя в желто-зеленый цвет (характерный для бария).

Поведение в кислотах. В порошкообразном виде медленно растворяется в концентрированной серной кислоте; от прибавления воды раствор мутнеет из-за выпадения BaSO_4 .

Сопутствующие минералы. Кальцит, флюорит, сидерит, пирит, галенит и др.

Сходные минералы. Целестин, арагонит, кальцит, полевые шпаты, ангидрит.

Практическое значение. Прежде всего используется как утяжелитель для буровых глинистых растворов, как защита от облучения в рентгеновской технике, для получения белой краски и в иных целях.

Происхождение. Отлагается большей частью гидротермальным путем в трещинах вместе с флюоритом, кальцитом, сидеритом и др.; иногда имеет осадочно-хемогенное происхождение.

Месторождения. Вместе с лимонитом и пиролюзитом в Рудных горах, Штольберг, Кифхейзер (Гарц), Шмалькальден, Ильменау (Тюрингенский Лес) и другие районы (ГДР); Мегген на р. Ленне, где он приурочен к мощным залежам пирита (ФРГ); многочисленные залежи встречаются повсеместно.

27. БЕРИЛЛ



Греч. «бериллос» — берилл; название драгоценных камней, которые древние римляне шлифовали для получения зрительных стекол; отсюда немецкое название очков (Brille)



Химический состав. Окись бериллия (BeO) 14,1%, окись алюминия (Al_2O_3) 19,0%, окись кремния (SiO_2) 66,9%; примеси: натрий, калий, литий, рубидий, цезий, гелий, иногда в небольших количествах хром.

Цвет. Зеленовато-белый, желтый, желтовато-зеленый, синий, густо-зеленый, розовый, бесцветный; также непрозрачный. В зависимости от цвета различают *изумруд* или *смарагд* (греч. «смарагдос» — зеленый драгоценный камень) — зеленый, изумрудно-зеленый берилл, цвет которого обусловлен незначительным содержанием

хрома; *аквамарин* (греч. «аква» — вода, «маре» — море) — прозрачный синевато-голубой берилл; *воробьевит* — розовый берилл, цезийсодержащая разность, названная по имени русского минералога В. И. Воробьева; *гелиодор* (греч. «дорон» — подарок) — берилл, окрашенный незначительным количеством окиси железа в желтый цвет.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 7,5—8, хрупкий.

Плотность. 2,63—2,91.

Излом. Неровный, часто раковистый.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллов. Столбчатые, шестигранные призмы с многочисленными дополнительными гранями (один из минералов с наибольшим числом граней).

Кристаллическая структура. Островная структура: каждые шесть тетраэдров SiO_4 образуют самостоятельные шестерные кольца.

Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный — $6/mmm$.

Отношение осей. $c/a=0,4989$.

Спайность. Средняя различной степени по призме и базису (пинакоид) (001), (110), несовершенная по (010).

Агрегаты. Плотные, вкрапленность.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Полевой шпат, биотит, мусковит, кварц, топаз, турмалин, касситерит и др.

Сходные минералы. Апатит, топаз, турмалин, кварц, хризоберилл, пренит, флюорит.

Практическое значение. Руда одного из наиболее легких металлов — бериллия, который существенно легче алюминия ($\rho_{\text{Be}}=1,85$, $\rho_{\text{Al}}=2,70$); находит разностороннее применение в качестве легирующего металла (бериллиевые стали, материал для космических кораблей). Прозрачные цветные разности, изумрудно-зеленые и розовые, используются в качестве драгоценных камней. *Происхождение.* Чаще всего встречается в гранитных пегматитах, в друзах в гранитах; в касситеритовых жилах в ассоциации с пневматолитовыми минералами, в слюдяных сланцах, гнейсах, хлоритовых сланцах, гли-

нистых сланцах, образуясь большей частью гидротермальным путем.

Месторождения. Ильменские горы (Урал), Забайкалье и другие районы СССР; крупные месторождения с бериллом в Спитскопе (Южно-Африканская Республика); Колумбия; Бразилия; горы Блэк-Хилс (США); Австралия; Мадагаскар; Португалия; в ГДР в Рудных горах: в крупнозернистых гранитах близ Гейера, Эренфридерсдорфа, Альтенберга, Шеллерхау, Иоганнгеоргенштадта; спорадические проявления в сиенитах близ Дрездена.

28. БЁМИТ

γ -AlOОН

Назван по фамилии первооткрывателя — Бёма, обнаружившего этот минерал при рентгенометрическом изучении бокситов

Химический состав. Глинозем (Al_2O_3) 84,97%, вода (H_2O) 15,03%; примеси: окись железа (Fe_2O_3) и окись галлия (Ga_2O_3), а также механическая примесь опала.

Цвет. Бесцветный, белый, с желтоватым оттенком.

Черта. Белая, серая.

Твердость. 3,5.

Плотность. 3,01—3,06.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо- бипирамидальный — *ттт*.

Отношение осей. 0,300 : 1 : 0,234.

Агрегаты. Криптокристаллические (плотные) массы в бокситах.

П. тр. Выделяет воду.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

(Вследствие криптокристаллического строения (мельчайшие кристаллики) бёмит может быть выделен лишь рентгенографически.)

Сопутствующие минералы. Гидраргиллит, диаспор, каолинит и др.

Практическое значение. Руда Al.

Происхождение. Образуется обычно при разложении и гидролизе силикатов алюминия (особенно при выветривании полевых шпатов) в условиях тропического кли-

мата. Бёмит является составной частью алюминиевой руды — бокситов, встречаясь, как правило, вместе с гидраргиллитом, диаспором и др.

Месторождения. Бокситы в Южной Франции, Югославии, Венгрии, на Урале и др.

29. БИОТИТ

$K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}][OH, F]_2$, или
 $K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$

Назван по фамилии французского физика Био (1774—1862).

Представляет собой калий-алюминий-магний-железосодержащую слюду. Широко распространен и составляет 2,5—3% земной коры

Химический состав. Весьма изменчив; окись калия (K_2O) 4,5—8,5%, окись магния (MgO) 0,3—28%, закись железа (FeO) 2,8—27,5%, окись железа (Fe_2O_3) 0,3—20,5%, окись алюминия (Al_2O_3) 9,5—31,5%, окись кремния (SiO_2) 33—45%, вода (H_2O) 6—11,5%; примеси: окисные соединения титана, натрия, лития, марганца, бария, стронция, цезия. В химическом отношении биотит «всеяден»: в нем встречаются многочисленные химические элементы. Разновидности: *мероксен* (греч. «мерокс» — чуждый) — нормальный, бедный железом биотит; *лепидомелан* (греч. «лепидос» — чешуя, «мелас» — черный); *сидерофиллит* (греч. «сидер» — железо, «филлос» — лист) — весьма богатый железом и почти не содержащий магния биотит.

Цвет. Черный, темно-бурый, темно-зеленый (в зависимости от содержания железа); осветленный биотит (бронзового цвета) иногда называют кошачьим золотом (бауэрит).

Блеск. Стекланный, металлоидный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5—3.

Плотность. 3,02—3,12.

Излом. Минерал эластичный, гибкий, раскалывается на листочки.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, псевдогексагональные, таблитчатые.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,575 : 1 : 1,103$; $\beta = 99^\circ 18'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (плоскость спайности) (001), несовершенная по боковым граням и граням призмы.

Агрегаты. Плотные, листоватые, чешуйчатые.

П. тр. С трудом плавится в серое или черное стекло (в зависимости от содержания железа).

Поведение в кислотах. В концентрированной серной кислоте полностью разлагается.

Сопутствующие минералы. Кварц, полевые шпаты, мусковит, авгит, роговая обманка и др.

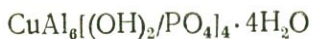
Сходные минералы. Гидробиотит, темный вермикулит.

Практическое значение. Не имеет; иногда находит применение в качестве блесков для игрушек, театральных декораций.

Происхождение. Биотит является важным породообразующим минералом гранитов, гранодиоритов, трахитов. Реже встречается в более основных и очень редко — в основных породах (базальты). Широко распространен в пегматитах. Во многих метаморфических породах (контактные роговики, слюдяные сланцы, парагнейсы, ортогнейсы) встречается в виде мелкочешуйчатых, иногда плотных шлировых выделений. Распространен повсеместно.

Месторождения. В ГДР в гранитах Броккен (Гарц), гранитах и гранодиоритах Лаузица, в гранит-сиенитовом массиве Мейсен, в гранитах, гнейсах и контактовых роговиках Рудных гор. Идиоморфные кристаллы биотита встречаются в базальтах Обервизенталя. В саксонских Гранулитовых горах развиты биотитовые пегматиты. Биотит является также заметной составной частью кордиеритовых гнейсов в окрестностях Бургштедта и гранитов, пегматитов и кристаллических сланцев Тюрингенского Леса.

30. БИРЮЗА



Синоним: каллаит (у Плиния Callais)

Химический состав. Окись меди (CuO) 9,78%, окись алюминия (Al_2O_3) 37,6%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 34,9%, вода (H_2O) 17,7%.

Цвет. Голубой, зеленовато-голубой, небесно-голубой.

Блеск. Восковой.

Прозрачность. Непрозрачная.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6, довольно хрупкая.

Плотность. 2,6—2,9.

Излом. Раковистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллических выделений (криптокристаллических). Почковидные образования, корочки, прожилки.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,752 : 1 : 0,773; $\alpha = 111^\circ 39'$, $\beta = 115^\circ 23'$, $\gamma = 69^\circ 26'$.

П. тр. Не плавится, в закрытой стеклянной трубочке выделяет много воды.

Поведение в кислотах. Растворима.

Сопутствующие минералы. Лимонит, халцедон.

Сходные минералы. Лазурит.

Практическое значение. Ювелирно-поделочный камень.

Происхождение. Образуется при выветривании богатых фосфором алюминийсодержащих пород, выполняет трещины в кремнистых и глинистых сланцах и песчаниках.

Месторождения. Маден (Турция); Синайский п-ов; Каратюбе близ Самарканда (СССР); Эльсниц, Вейксдорф (ГДР); Лос-Серрильос в шт. Нью-Мексико (США) и другие месторождения.

31. БИТОВНИТ

Альбит (30—10%) + анортит (70—90%)

Назван по городу Битаун; очень похож на лабрадор

Минерал группы полевых шпатов

Химический состав. См. рис. 23.

Цвет. Белый, серый, бурый, синий.

Блеск. Стекланный, перламутровый, жирный; иногда битовнит обнаруживает синее, красноватое, зеленое мерцание (лабрадоризация); ср. анортотлаз, лабрадор.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,75.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, толстотаблитчатые; изредка кристаллы встречаются в базальтовых вулканических пеплах.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка с непрерывным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. $0,635 : 1 : 1,102$; $\alpha = 93^\circ 22'$, $\beta = 115^\circ 58'$, $\gamma = 90^\circ 31'$.

Спайность. Совершенная по базису (P) (001), средняя по боковым граням (M) и граням призмы (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Разлагается.

Сопутствующие минералы. Оливин, пироксены, ильменит, хромит, пирротин, пентландит, халькопирит и др.

Практическое значение. Иризирующие разности используются как поделочный камень, для облицовки стен, для изготовления памятников.

Происхождение. Породообразующий минерал пород группы габбро (троктолит, норит, переходные породы перидотит-габбрового состава), в оливиновых базальтах, вулканических пеплах. Скопления относительно редки.

Местонахождения. Этна (Италия); в областях развития габбро и перидотитов на Балканском п-ове (Албания и Югославия) и др.

32. БОРАЦИТ

$\text{Mg}_3[\text{Cl}/\text{B}_7\text{O}_{13}]$

Химический состав. Окись бора (B_2O_3) 62,1%, окись магния (MgO) 30,7%, хлор (Cl) 8,1%.

Цвет. Бесцветный, серый, с зеленоватым, синеватым оттенком, желтый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 7.

Плотность. 3,7—3,8.

Сингония. Псевдокубическая, ромбическая, псевдотетрагональная.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $mm2$.

Форма кристаллических выделений. Плотные, узловатые (борацит), волокнистые, землистые (стассфуртит).

Отношение осей. 1,000 : 1 : 1,413.

Спайность. Отсутствует; излом раковистый.

П. тр. Легко плавится.

Поведение в кислотах. Медленно растворяется в соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Ангидрит, гипс, карналлит, каменная соль, сильвин.

Сходные минералы. Сенармонтит (гораздо менее твердый).

Практическое значение. Возможная руда бора.

Происхождение. Образуется в залежах каменной и калийной солей.

Месторождения. Штасфурт, Вестрегельн, Бернбург (ГДР); Люнебург (ФРГ).

33. БОРНИТ

$Cu_2S \cdot (Fe, Cu)S$

Назван по фамилии австрийского металлурга И. фон Борна

Синоним: пестрая медная руда (сульфид меди)

Химический состав. Медь (Cu) 55—69%, железо (Fe) 11,2%, сера (S) 25%; в виде примеси часто встречается серебро.

Цвет. Медно-красный, бронзово-желтый с красноватым оттенком, фиолетовый с синей побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серовато-черная.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 4,9—5,1.

Излом. Раковистый.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллических выделений. Грубо ограненные кубики; кристаллы редки.

Кристаллическая структура. Сложная кубическая решетка.

Класс симметрии. Тетрагонально-скаленоэдрический — $4\bar{2}m$.

Отношение осей. $a/c=2,000$.

Спайность. Редко проявляется несовершенная спайность по (100).

Агрегаты. Плотные, мелкозернистые.

П. тр. Сплавляется в магнитный шарик, на угле с содой дает королек меди.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Халькопирит, халькозин, сфалерит, пирит, галенит, магнетит и др.

Сходные минералы. Ковеллин, если борнит окислен и имеет интенсивную побежалость.

Практическое значение. Иногда используется как медная руда. Поскольку борнит содержит гораздо больше меди, чем халькопирит (медный колчедан), вкрапленные борнитовые руды при больших запасах могут даже использоваться для промышленной разработки.

Происхождение. Образуется «пегматитовым», пневматолитово-гидротермальным путем вместе с халькозином и энаргитом, вторичный в зонах вторичного сульфидного обогащения с малахитом, азуритом, реже купритом.

Месторождения. С серным колчеданом на Урале, в медистых песчаниках Центрального Казахстана и в других районах (СССР); Бьютт в Монтане (США); Цумеб (Намибия); в медистых сланцах Мансфельда, Эйслебена, Зангерхаузена (ГДР); Люблин (Польша) и др.

34. БРАУНИТ



Назван по фамилии естествоиспытателя К. Брауна

Химический состав. Закись марганца (MnO) 44,8%, окись марганца (MnO_2) 55,2%; часто содержит до 8% окиси кремния и до 10% железа.

Цвет. Черный, железно-черный.

Блеск. Полуметаллический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, с буроватым оттенком.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 4,7—5,0.

Излом. Характерного излома не имеет.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллических выделений. Псевдооктаэдрические кристаллы; большей частью встречается в плотных зернистых массах.

Класс симметрии. Тетрагонально-скаленоэдрический — $\overline{4}2m$.

Отношение осей. $c/a = 1,962$.

Спайность. Заметная по октаэдру (111).

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. С трудом растворяется в HCl, в HNO₃ разлагается на MnO и MnO₂ (в осадке).

Сопутствующие минералы. Гаусманит, пиролюзит, псиломелан, барит, кальцит, кварц и др.

Сходные минералы. Магнетит, гаусманит.

Практическое значение. Браунитовые руды используются для получения ферромарганца.

Происхождение. Браунит является важной марганцевой рудой. Наряду с иными способами он образуется контактово-метасоматическим и гидротермальным путем.

Месторождения. Крупные месторождения находятся в Центральном Казахстане, на Урале (СССР); Ситабар (Индия); шт. Минас-Жерайс (Бразилия); Постмасбург (Южная Африка). В ГДР трещины, выполненные марганцевыми рудами, встречаются в порфирах близ Ильфельда в Гарце, у Эльгерсбурга и Эренштока в Тюрингенском Лесу.

35. БРОНЗИТ

$(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$

Минерал назван так из-за своего бронзового отлива

Химический состав. Бронзит представляет собой богатую железом разность энстатита, в которой содержится до 14% окиси железа (25% FeSiO₃).

Цвет. Бурый, бронзово-бурый, зеленый.

Блеск. Полуметаллический, шелковистый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6.

Плотность. 3,2—3,5.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Плотные, крупно-зернистые агрегаты.

Кристаллическая структура. Простые цепочки ионов (см. пироксены).

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный.

Отношение осей. 2,062 : 1 : 0,588.

Спайность. Средняя по призме (100), штриховка на плоскостях спайности.

Агрегаты. Плотные, сливные.

П. тр. Почти не плавится.

Поведение в кислотах. Почти не растворяется.

Сопутствующие минералы. Оливин, энстатит, диопсид, серпентин, хромит, магнетит и др.

Сходные минералы. Энстатит, гиперстен.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Бронзит кристаллизуется из ультраосновных — основных расплавов и характерен для перидотитов, норитов, габбро; кроме того, является основным компонентом бронзититов, к которым иногда приурочены месторождения хромита и платины.

Месторождения. Хоэнштейн-Эрнсталь (так называемые бронзитовые серпентиниты) (ГДР); Урал (СССР); Краубат (Альпы) (Австрия); Балканский п-ов; Южная Африка.

36. БУЛАНЖЕРИТ

$Pb_5Sb_4S_{11}$, или $5PbS \cdot 2Sb_2S_3$

Назван по фамилии французского геолога Буланже

Химический состав. Свинец (Pb) 55,4%, сурьма (Sb) 25,7%, сера (S) 18,9%.

Цвет. Свинцово-серый до железно-черного.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, бурая, буро-серая.

Твердость. 2,5—3, хрупкий.

Плотность. 6,23.

Излом. Характерного излома не имеет.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Мелкозернистые, спутанно-волокнистые, волосовидные агрегаты.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 0,917 : 1 : 0,344; $\beta = 100^\circ 48'$.

Спайность. Средняя.

Агрегаты. Мелковолокнистые.

П. тр. Легко плавится, на угле дает свинцовый корольек и белый налет трехоксида сурьмы (Sb_2O_3).

Поведение в кислотах. Растворяется в горячей HNO_3 и HCl .

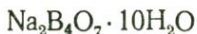
Сопутствующие минералы. Галенит, сфалерит, пирит, арсенопирит.

Сходные минералы. Антимонит, джемсонит, свинчак (см. галенит).

Практическое значение. В крупных скоплениях важен как руда Рb. Встречается довольно часто, иногда в значительных количествах.

Происхождение. Встречается в гидротермальных месторождениях свинцово-цинковых руд в ассоциации с сульфoантимонидами свинца и меди, галенитом (свинцовый блеск), сфалеритом (цинковая обманка), пиритом, арсенопиритом и др. Часто представляет собой позднее образование. В зоне окисления легко разрушается с образованием церуссита и гидрооксида сурьмы. В ГДР встречается близ Вольфсберга, Нейдорф в Гарце, в ФРГ у Оберлара, Хорхаузена (Северный Рейн — Вестфалия); Пршибрам (ЧССР); Трепча (Югославия).

37. БУРА



Синоним: тинкал

Водная окись натрия — бора, содержит 36,7% окиси бора (B_2O_3).

Цвет. Бесцветная, белая, серая, с желтоватым, синеватым, зеленоватым оттенком.

Блеск. Стекланный и жирный.

Прозрачность. Просвечивающая.

Черта. Белая, серая.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 1,69—1,8.

Сингония. Моноклинная.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Форма кристаллических выделений. Волокнистые и землистые агрегаты.

Отношение осей. 1,114 : 1 : 1,159; $\beta = 106^\circ 35'$.

Спайность. Средняя по (100), (110).

П. тр. Легко вспучивается, плавляется.

Поведение в воде. Растворяется, образуя слабощелочной сладковатый на вкус раствор.

Сходные минералы. Сассолин, кернит.

Практическое значение. Служит для извлечения бора.

Происхождение. Образуется в прибрежных илах борных озер, в жерлах вулканов.

Месторождения. Кашмир; Тибет; Калифорния; пустыня Невада и др.

38. БУРНОНИТ

CuPbSbS_3

Назван по фамилии французского кристаллографа Бурнона

Синонимы: бертонит, колесная руда

Химический состав. Медь (Cu) 13,0%, свинец (Pb) 42,4%, сурьма (Sb) 24,9%, сера (S) 19,7% (сульфид меди, свинца, сурьмы).

Цвет. Стально-серый, темно-серый, с томпаково-бурой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая.

Твердость. 3.

Плотность. 5,7—5,9.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Хорошо образованные кристаллы; псевдотетрагональные, короткопризматические или толстотаблитчатые кристаллы; встречаются двойники, часто полисинтетические, в виде креста или колеса.

Кристаллическая структура. Еще не изучена.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — *mm*2.

Отношение осей. 0,923 : 1 : 0,873.

Спайность. Отчетливая параллельно оси c (010)¹.

Агрегаты. Неправильные зерна, сплошные массы.

П. тр. Легко плавится на угле с образованием свинцово-медного шарика.

Поведение в кислотах. Растворим в HNO_3 с выпадением серы и окиси сурьмы (Sb_2O_3).

Сопутствующие минералы. Тетраэдрит, таленит.

Сходные минералы. Буланжерит, блеклая руда.

Практическое значение. Иногда используется как руда на медь, свинец и сурьму.

Происхождение. Гидротермальное (эпитермальное). Образуется мелкие выделения. Редко встречается в свинцово-медных месторождениях. Последний тип известен в Украинской ССР. В ассоциации с золотом бурнонит встречается в Забайкалье (СССР).

Месторождения. Брёйнсдорф у Фрейберга и Ленгенфельд в Рудных горах, Вольфсберг, Нейдорф в Гарце (ГДР); Андреасберг, Клаусталь (Гарц), Оберлар, Хорхаузен (Северный Рейн — Вестфалия) (ФРГ); Пршибрам (ЧССР); Бая-Спринг, р. Капник (Румыния); Англия; Боливия; Перу; Мексика; Чили; США; Канада; Австралия; распространен повсеместно.

39. ВАВЕЛЛИТ



Назван по фамилии первооткрывателя д-ра Вавелла фон Бабингтона (1805)

Химический состав. Окись алюминия (Al_2O_3) 36,6%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 34,06%, вода (H_2O) 27,4%.

Цвет. Белый, серый, желтоватый, зеленоватый, синий (фото 18).

Блеск. Стекланный, шелковистый.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 2,3—2,4.

¹ Чаще у бурнонита наблюдается несовершенная спайность по (010). — Прим. перев.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Игольчатые.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,555 : 1 : 0,403.

Спайность. Хорошая по (010).

Агрегаты. Почковидные и шаровидные конкреции радиально-лучистого строения.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Гематит, лимонит, пиролюзит.

Сходные минералы. Натролит, гидраргиллит, пренит.

Практическое значение. Иногда залежи вавеллита разрабатываются на фосфор.

Происхождение. Образуется гидротермальным путем в трещинах и в полостях отслаивания фосфоритовых пород, в качестве хемогенного осадка в сланцах, содержащих фосфорную кислоту, в кремнистых, глинистых, песчанистых сланцах и в кварцитах.

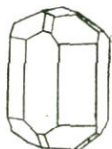
Месторождения. Франкенберг, Лангенштригис, Америка близ Рохсбурга, Иоганнгеоргенштадт, Эбеншток, Ребесгрюн (ГДР); Амберг, Лан-Дилль (ФРГ); Сент-Аостелл в Корнуэлле, Бернстейлл, Девоншир (Англия); шт. Арканзас (США); Оуро-Прето (Бразилия); Ллаллагуа (Боливия) и другие месторождения.

40. ВЕЗУВИАН



Назван по месту находки — вулкану Везувий

Синоним: вилюит (вилуит) (назван по р. Вилую в Якутии)



Химический состав. Сложный, варьирующий. Окись кальция (CaO) 33—37%, окись алюминия (Al₂O₃) 13—16%, двуокись кремния (SiO₂) 35—39%, вода (H₂O) 2—3%, фтор (F) до 2%. Кроме того, в состав минерала входят калий, натрий, литий, магний, железо, марганец, стронций, хром, титан, бериллий.

Цвет. Серый, желтый, бурый, зеленый, черный, редко голубой, розовый, красный.

Блеск. Стекланный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6,5, хрупкий.

Плотность. 3,34—3,44.

Излом. Шероховатый, занозистый, неровный.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Призматические.

Структура решетки. Имеет много общего со структурой граната.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/mmm.

Отношение осей. $c/a=0,757$.

Спайность. Несовершенная, несколько лучше по призме (110).

Агрегаты. Плотные, мелкозернистые, лучистые, покрытые штриховкой (эгеран).

П. тр. Легко плавится, вспучивается благодаря удалению летучих компонентов, особенно воды.

Поведение в кислотах. Не растворяется или частично растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Гранаты, диопсид, амфибол, волластонит, кальцит, хлорит, магнетит, пирит, пирротин и др.

Сходные минералы. Гроссуляр, касситерит, турмалин, рутил, скаполит.

По цвету среди везувианов выделяют следующие разновидности (в том числе и драгоценные камни): оливково-зеленый *идокраз*, темно-зеленый *калифорнит*, желто-зеленый *эгеран*, синий *циприн*.

Практическое значение. Почти не имеет (иногда красивые разновидности могут быть использованы в качестве драгоценных камней).

Происхождение. Образуется при контактовом метаморфизме и метасоматозе известняков, доломитов, мергелей сингенетично с образованием известково-силикатных пород. Везувианом обогащены вулканические выбросы Монте-Соммы (Везувий); в качестве сплошных масс (известково-силикатные скарны с рудными и другими минералами) встречается близ Шварценберга (Брейтенбрунн) в Рудных горах (ГДР) и в области развития гнейсов близ Чёпа (ЧССР). Повсеместно приурочен к известково-силикатным породам.

41. ВЕРМИКУЛИТ



Лат. «вермикулус» — червячок; название дано в связи с тем, что при нагревании минерал благодаря потере большого количества кристаллизационной воды вспучивается, сильно разбухает и образует червеобразные агрегаты. Минерал группы гидрослюд.

Химический состав. Окись магния (MgO) 14—23%, окись железа (FeO) 1—3%, окись железа (Fe_2O_3) 5—17%, окись алюминия (Al_2O_3) 10—13%, двуокись кремния (SiO_2) 37—42%, вода (H_2O) 8—18%.

Цвет. Бурый, желтовато-бурый, золотисто-желтый, бронзово-желтый, зеленоватый до черноватого.

Блеск. Жирный, стеклянный (на плоскостях спайности перламутровый).

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая, желтоватая, блестящая.

Твердость. 1—1,5.

Плотность. 2,4—2,7.

Излом. Минерал расщепляется на тонкие листочки.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Плохо проявлена, иногда это маленькие «пакеты слюды», но чаще встречаются листоватые агрегаты; характерны также псевдоморфозы по биотиту и флогопиту.

Кристаллическая структура. Слоистая.

Класс симметрии. Вероятно, призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,6 : 1 : \sim 3,2$; $\beta = 97^\circ$.

Спайность. Хорошая по базису (001).

П. тр. Очень сильно вспучивается.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl .

Сопутствующие минералы. Биотит, флогопит, минералы группы серпентина: хризотил, антигорит, хлорит, магнезит.

Сходные минералы. Биотит, флогопит, конечный продукт выветривания биотита (бауэрит), хлорит.

Практическое значение. Обожженный, прошедший стадию вспучивания вермикулит находит применение в качестве легкого строительного материала, а также в ка-

честве звуко- и теплоизолятора, в самолетостроении и в других отраслях промышленности.

Происхождение. Образуется гидротермальным путем, преимущественно в интрузивных массивах основного состава.

Месторождения. Мало распространен. Урал и другие регионы (СССР); Либби в шт. Монтана (США); серпентиниты саксонских Рудных гор и Гранулитовых гор (Зёблиц, Аншпрунг, Кушнаппель, Хознштейн-Эрнсталь, Бёрген, Вальдгейм и др.) (ГДР).

42. ВИВИАНИТ



Фосфат железа, содержащий кристаллизационную воду

Химический состав. Закись железа (FeO) 43,0%, пятиокись фосфора (P₂O₅) 28,3%, вода (H₂O) 28,7%.

Цвет. Светлый, серый, зеленый.

Блеск. Стеклоанный, на плоскостях спайности перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Бесцветная.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 2,65.

Сингония. Моноклиная.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Форма кристаллических выделений. Лучистые, игольчатые, столбчатые кристаллы, звездчатые сростки, землистые или плотные массы.

Отношение осей. 0,751 : 1 : 0,350; $\beta = 104^\circ 30'$.

Спайность. Хорошая по (010).

П. тр. Краснеет, сплавляется в серый магнитный королек.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в соляной и азотной кислотах.

Практическое значение. Дешевая синяя краска.

Происхождение. Широко распространен в осадочных железорудных месторождениях, содержится в ископаемых костях, в залежах торфа; фосфорная кислота образуется из органических остатков (главным образом костей).

Месторождения. Вивианит распространен в месторождениях бурого угля Керченского п-ова и п-ова Тамань (СССР); хорошие кристаллы известны в Вальдзасене в Баварии (ФРГ); встречается в бурых углях Мекленбурга, в силурийских кварцевых сланцах Тюрингии (ГДР) и в других районах.

43. ВИСМУТ

Bi

Химический состав. Обычно в самородном висмуте присутствуют лишь следы железа, серы, мышьяка и сурьмы.

Цвет. Красноватый, серебряно-белый, обычно с пестрой, зеленой или красной побелалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Светло-серая, серебряно-белая, блестящая.

Твердость. 2.

Плотность. 9,7—9,8.

Излом. Минерал шершавый на ощупь.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Кубические. Дендриты (скелетные кристаллы). Кристаллы редки.

Спайность. Хорошая по (0001), (02 $\bar{2}$ 1), ковкий.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится очень легко, испаряясь, образует налет на угле, сначала белый, после остывания — лимонно-желтый.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Висмутовый блеск, арсенопирит, вольфрамит, топаз и др.

Сходные минералы. Никелин.

Практическое значение. Важная руда висмута.

Происхождение. Пневматолитово-гидротермальное, часто генетически связан с олово-вольфрамовыми месторождениями, с арсенопиритом, висмутовым блеском, топазом, бериллом, турмалином; в гидротермальных месторождениях самородный висмут ассоциирует с минералами никеля, кобальта, урана.

Месторождения. Многочисленные рудные жилы западных Рудных гор: Шнеберг, Аннаберг, Яхимов и др.; в существенных количествах вместе с висмутином встречается в Боливии, Австралии и в других местах.

44. ВИСМУТИН

Bi_2S_3

Предположительно назван по руднику Визенматт, где производилась его добыча

Синонимы: бисмутинит, висмутовый блеск

Химический состав. Висмут (Bi) 81,2%, сера (S) 18,8%, большей частью с незначительными примесями свинца, меди, железа, мышьяка, сурьмы, теллура.

Цвет. Оловянно-белый до свинцово-серого.

Блеск. Сильный металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Темно-серая, черная.

Твердость. 2,5.

Плотность. 6,8—7,2.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Столбчатые кристаллы; грани кристаллов обычно покрыты тонкой вертикальной штриховкой.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре антимонита.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,993 : 1 : 0,340.

Спайность. Совершенная по призме (010).

Агрегаты. Лучистые образования, сплошные зернистые массивные скопления.

П. тр. Легко плавится на угле, оставляя лимонно-желтый налет окиси висмута, в восстановительном пламени плавится в висмутовый королек.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в азотной кислоте.

Сопутствующие минералы. Смальтит, герсдорфит, халькопирит, сидерит, кварц, самородный висмут, вольфрамит, магнетит, амфиболы, пироксены, гранат, кальцит.

Сходные минералы. Антимонит.

Практическое значение. Висмутин — важная руда висмута, используется в легкоплавких сплавах, и в первую

очередь в стекольной промышленности, медицине, косметике.

Происхождение. Образуется гидротермальным путем в жильных и контактово-метасоматических месторождениях, переходных между гидротермальными и пневматолитовыми.

Месторождения. Разнообразные жильные месторождения близ Иоганнсгеоргенштадта, Зоза, Эренфридерсдорф, Ауэ, Шнеберг, Шварценберг, медные рудники Садисдорфа, оловянные рудники Альтенберга и другие месторождения Рудных гор (ГДР); вулканический пояс внутренней Карпатской дуги (Румыния); близ Ташкента (СССР); месторождения в Андах (в Боливии и Перу).

45. ВИТЕРИТ



Назван по фамилии английского ученого-естествоиспытателя Витеринга (1741—1799)



Химический состав. Окись бария (BaO) 77,7%, окись углерода (CO_2) 22,3%.

Цвет. Бесцветный, белый, серый, желтоватый.

Блеск. Стекланный, матовый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 3—3,5, хрупкий.

Плотность. 4,2—4,3.

Излом. Неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Кристаллы почти всегда сдвойникованы и имеют облик гексагональных бипирамид (по форме аналогичны кристаллам кварца).

Кристаллическая структура. Аналогична структуре арагонита.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,594 : 1 : 0,740.

Спайность. Отчетливая по боковым граням (010).

Агрегаты. Плотные, гроздьевидные, почковидные, волокнистые.

П. тр. Легко плавится, окрашивая пламя в зеленый цвет.

Поведение в кислотах. Растворяется (с шипением) в разбавленных кислотах.

Сопутствующие минералы. Галенит, кальцит, барит.

Сходные минералы. Церуссит, кварц (от последнего отличается низкой твердостью).

Практическое значение. Применяется для тех же целей, что и барит.

Происхождение. Образуется в гидротермальных месторождениях в ассоциации с кальцитом, доломитом, сульфидами свинца, цинка и железа.

Месторождения. Месторождения витерита редки. В качестве примера можно привести Нортамберленд, Калифорния (США); Зальцбург и Штейермарк (Австрия).

46. ВОЛЛАСТОНИТ

$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$, или CaSiO_3

Назван в честь английского химика В. Волластона (1766—1828)

Синоним: дощатый шпат

Химический состав. Окись кальция (CaO) 48,3%, двуокись кремния (SiO_2) 51,7%; иногда в состав входит до 9% закиси железа.

Цвет. Белый, серый, со временем наблюдается слабое покраснение.

Блеск. Стеклоянный, по спайным плоскостям иногда перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 4,5—5.

Плотность. 2,78—2,91.

Сингония. Триклинная.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Форма кристаллов. Таблитчатые, игольчатые, столбчатые, сноповидные, листоватые, иногда плотные массы.

Отношение осей. 1,084 : 1 : 0,966; $\alpha = 90^\circ 02'$, $\beta = 95^\circ 22'$, $\gamma = 103^\circ 26'$.

Спайность. Хорошая по (100), (001).

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. В соляной кислоте разлагается с образованием геля кремнезема.

Сопутствующие минералы. Гранаты, диопсид, везувиан.

Сходные минералы. Тремолит.

Практическое значение. Используется для получения белой горной шерсти.

Происхождение. Образуется главным образом в мраморах на контакте с гранитами.

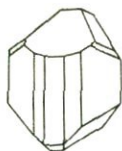
Месторождения. Берггисхюбель (ГДР); Санта-Фе (Мексика); Монте-Сомма (выбросы) (Везувий, близ Неаполя); Турьинские рудники (Северный Урал) и другие месторождения.

47. ВОЛЬФРАМИТ

$(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{WO}_4]$

Нем. «вольфриг» (от «вольф» — волк) — прожорливый

Старинное название минерала, данное немецкими горняками: этот минерал, встречающийся вместе с касситеритом, неблагоприятно влияет на выплавку олова («пожирает олово, как волк овцу»). К вольфрамиту относятся и конечные члены ряда — гюбнерит (MnWO_4) и ферберит (FeWO_4), но большей частью вольфрамит представляет собой смешанные кристаллы гюбнерита и ферберита. Все три разновидности вольфрамита несколько различаются по ряду внешних признаков



Химический состав. До 75% WO_3 (окисел шестивалентного вольфрама). Гюбнерит обогащен магнием, а ферберит — железом. Отмечаются примеси окисия магния (MgO), окиси кальция (CaO), окиси тантала (Ta_2O_5) и ниобия (Nb_2O_5) и окиси олова (SnO_2).

Цвет. Черный, темно-коричневый.

Блеск. Металлический, жирный, на плоскостях спайности металлоидный алмазный блеск.

Прозрачность. Гюбнерит в тонких сколах просвечивает красно-бурым.

Черта. Черная, буро-черная, у ферберита — темно-коричневая, черная, у гюбнерита — желтая, желто-бурая.

Твердость. 5—5,5, хрупкий.

Плотность. 7,1—7,5 (ферберит как богатая железом разновидность отличается большей плотностью).

Излом. Неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые, призматические, игольчатые; часты двойники.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 0,834 : 1 : 0,869; $\beta = 90^\circ 26'$.

Спайность. Совершенная по боковым граням (010).

Агрегаты. Плотные массы, лучистые сростки.

П. тр. Сплавляется в магнитный королек.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Практическое значение. Вольфрамит — важная руда вольфрама, который используется в производстве сталей и для получения термостойких материалов, находящих применение в космонавтике и других специальных отраслях промышленности.

Происхождение. Гюбнерит встречается главным образом в оловорудных пегматитово-пневматолитовых месторождениях. Широко распространены также гидротермальные руды, для которых в большей мере характерен ферберит.

Месторождения. В ГДР вольфрамит особенно широко распространен в рудных горах, например в Циннвальде, Садисдорфе, Альтенбурге, Чортау, Пехтельгрюне, Тирперсдорфе; в Гарце вокруг гранитного массива Рамберг. Другие месторождения мира: провинция Юньнань, Квантун (Китай); Корея; Забайкалье (СССР), бассейн р. Колорадо, шт. Южная Дакота, Невада (США); Боливия; Овернь (Франция); Португалия; Испания и др.

48. ВЮРТЦИТ

β -ZnS

Назван в честь французского химика А. Вюртца

Синонимы: лучистая обманка, скорлуповатая обманка

Химический состав. Цинк (Zn) 67,1%, сера (S) 32,9%; по химическому составу аналогичен сфалериту; обычно характеризуется повышенным содержанием кадмия (важная руда цинка и кадмия).

Цвет. Бурый, черный.
Блеск. Стеклоанный, полуметаллический.
Прозрачность. Непрозрачный.
Черта. Светло-бурая.
Твердость. 3,5—4.
Плотность. 4.
Излом. Занозистый, гладкий.
Сингония. Гексагональная.
Форма кристаллов. Пирамидальные, короткостолбчатые, таблитчатые, скорлуповатые выделения.
Кристаллическая структура. Близка структуре сфалерита.
Класс симметрии. Дигексагонально-пирамидальный — 6 *mm*.
Отношение осей. $c/a = 1,634$.
Спайность. Хорошая по (10 $\bar{1}$ 0), (0001).
Агрегаты. Большей частью плотные, волокнистые, лучистые.
П. тр. Растрескивается, плавится с трудом, на угле в окислительном пламени дает белые возгоны окиси цинка.
Поведение в кислотах. В концентрированной азотной кислоте разлагается с выпадением серы; по этому признаку сходен со сфалеритом.
Сопутствующие минералы. Сфалерит, галенит, сидерит, кварц и др.
Сходные минералы. Сфалерит (цинковая обманка).
Практическое значение. Важная цинковая руда; встречается в гидротермальных жилах в большинстве случаев в сростках со сфалеритом.
Месторождения. Пршибрам (ЧССР); Штольберг (ФРГ); Бьютт, шт. Монтана (США); Урал, Киргизская ССР (СССР).

49. ГАЛЕНИТ

PbS

Лат. «галена» — свинцовая руда

Синоним: свинцовый блеск

Химический состав. Свинец (Pb) 86,6%, сера (S) 13,4%. Наиболее распространенные примеси: серебро от 0,1 до более чем 1% (в последнем случае важная серебряная

руда), медь, цинк, селен, висмут, железо, мышьяк, сурьма, молибден, уран. Большей частью эти элементы присутствуют в виде включений, например тонкие выделения серебряного блеска вдоль волосяных трещинок спайности или мельчайшая вкрапленность в свинцовом блеске.

Цвет. Синевато-серый с красноватым отливом, иногда с матовой побежалостью.

Блеск. Сильный металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая, черноватая.

Твердость. 2,5—3, хрупкий.

Плотность. 7,2—7,6.

Излом. Шпатоподобный, плоскораковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Гексаэдры, октаэдры, комбинации куба с октаэдром, сплошные массы (фото 10).

Кристаллическая структура. Кубическая гранецентрированная решетка типа решетки галита (см. галит).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — *m3m*.

Спайность. Совершенная по кубу (100).

Агрегаты. Зернистые, плотные. В результате механических напряжений (тектонического давления) возникают весьма плотные массы, называемые «свинчак».

П. тр. Легко плавится, точка плавления 1110°C. С содой дает свинцовый королек.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в азотной кислоте с образованием белого осадка сульфата свинца ($PbSO_4$).

Сопутствующие минералы. Сфалерит (цинковая обманка), халькопирит (медный колчедан), тетраэдрит, бурнонит, пирит, марказит, пираргирит, киноварь, барит, флюорит, сидерит, пироморфит, англезит, доломит, анкерит, родохрозит, кварц, кальцит и др.

Сходные минералы. Антимонит, бурнонит, буланжерит, джемсонит и др.

Практическое значение. Важнейшая руда свинца. Наряду со свинцом из галенита в существенных количествах может извлекаться серебро, иногда висмут, медь, цинк и другие металлы.

Происхождение и типы месторождений. Галенит образуется гидротермальным путем; это один из распрост-

раненных минералов гидротермальной стадии минералообразования. Он встречается, как уже упоминалось, в ассоциации с многочисленными рудными минералами. В рудах обычно представлен тонкозернистыми массами, а также плотными сливными массами (свинчак). Часты срастания со сфалеритом, пиритом, марказитом и аргентитом.

Районы распространения и месторождения. Кавказ, Алтай, Забайкалье (СССР); Пришибрам (ЧССР); Трепка (Югославия); шт. Миссури, Колорадо (США); Новый Южный Уэльс (Австралия); саксонские Рудные горы с выработанными месторождениями Фрейберг, Аннаберг, Мариенберг, в Гарце вокруг гранитного массива Рамберг, Гернроде, Нейдорф, Штрасберг, гранитный массив Броккен близ Хассероде и др. (ГДР); Браунлаге, Санкт-Андреасберг, Лаутенберг, Клаусталь; другие важные месторождения: Альтенберг, Хольцаппель (ФРГ); осадочные желваковые руды Мехерниха (Эйфель) и другие месторождения мира.

50. ГАЛИТ

NaCl

Греч. «гальс» — соль

Синоним: каменная соль

Химический состав. Натрий (Na) 39,4%, хлор (Cl) 60,6%.

Цвет. Бесцветный, красный, желтый, синий.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5.

Плотность. 2,2—2,3.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая (см. табл. 1).

Форма кристаллов. Кубические кристаллы, часто зернистые или шлатоподобные агрегаты (каменная соль).

Кристаллическая структура. Типичная ионная постройка. Гранецентрированная кубическая решетка: ионы натрия (Na^+) и ионы хлора (Cl^-), чередуясь в кристаллической решетке, располагаются по углам малых кубов (см. табл. 1).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — *m3m*.

Спайность. Весьма совершенная по кубу; минерал раскалывается в трех направлениях; отличается текучестью.

Агрегаты. Зернистые или плотные массы (каменная соль).

П. тр. Плавится, окрашивая пламя в желтый цвет. В воде легко растворяется, имеет приятный соленый вкус, чем отличается от очень похожего сильвина, также легко растворяющегося в воде, но имеющего едкий вкус.

Сопутствующие минералы. Гипс, ангидрит, доломит, сильвин, полигалит, карналлит, каинит (горный воск, нефть).

Сходные минералы. Сильвин.

Практическое значение. Пищевая соль, сырье для изготовления соды, важный минерал для химической индустрии, применяется также для получения металлического натрия и легированных натрием (например, антифрикционных) сплавов.

Происхождение и типы месторождений. Образуется главным образом при высыхании соляных озер в сухом жарком климате и при осаждении в соляных бассейнах вдоль морских побережий. Древние залежи каменной соли, возникшие в минувшие геологические эпохи, были приурочены к пачкам осадочных пород, откуда в ходе геологической истории соль выжималась в процессе складкообразования, образуя соляные столбы, или диapiры. В тех случаях, когда каменная соль по тектоническим трещинам достигала поверхности земли, она растекалась, образуя характерные «соляные глетчеры» (Иран). Повышенная текучесть каменной соли обусловлена весьма совершенной спайностью (способностью к трансляции) каменной соли. Подавляющая масса всех залежей каменной соли сформировалась в пермскую геологическую эпоху, но во многих районах мира имеются и более молодые месторождения соли. Иногда каменная соль образуется в кратерах вулканов (фумаролы, сольфатары).

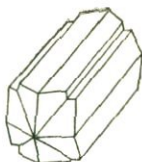
Месторождения. Самые крупные соляные залежи расположены в северном полушарии: СССР, Польша, ГДР, ФРГ, США, Канада и другие страны.

51. ГАРМОТОМ



Греч. «гармос» — трещина, шов,
«томос» — выемка

Минерал группы цеолитов



Химический состав. Окись калия (K_2O) 0,5—2,5%, окись бария (BaO) 19—21%, окись алюминия (Al_2O_3) 15—19%, вода (H_2O) 13—15%.

Цвет. Бесцветный, белый, мутно-белый, с легкими цветными оттенками.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 4,5.

Плотность. 2,44—2,50.

Излом. Неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые и пирамидальные кристаллы и двойники, для которых характерно крестообразное сечение.

Класс симметрии. Моноклинно-сфеноидальный — 2.

Отношение осей. 0,695 : 1 : 0,614; $\beta = 124^\circ 50'$.

Спайность. Хорошая по (010).

Агрегаты. Нередки друзы.

П. тр. Плавится с трудом, белеет и крошится.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl .

Сопутствующие минералы. Галенит, сфалерит, кальцит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и типы месторождений. Происхождение гидротермальное, встречается в рудных жилах и образует друзы в пустотах эффузивных пород.

Месторождения. Конгсберг (Норвегия); Оберштейн-на-Наэ, Санкт-Андреасберг (Гарц) (ФРГ); Усти (ЧССР); окрестности Строншиана (Шотландия).

52. ГАРНИЕРИТ



Назван в честь французского минералога Гарнье

Синоним: нумеит (по названию местности на о. Новая Каледония)

Химический состав. Изменчивый. Приблизительный состав: окись никеля (NiO) 30—38%, кремнезем (SiO_2) 44,1%, вода (H_2O) 12,9—17%; фактически представляет собой никелевый серпентин.

Цвет. Изумрудно-зеленый, яблочно-зеленый, зеленый, сине-зеленый.

Блеск. Жирный.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Светло-зеленая.

Твердость. 2—4.

Плотность. 2,2—2,7.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Микроволокнистые, микролистоватые, плотные массы.

Класс симметрии. Вероятно, призматический — 2/*m*.

Отношение осей. $\sim 0,61 : 1 : \sim 0,9$; $\beta \sim 91^\circ$.

Агрегаты. Натечные гроздьевидные, почковидные формы, корочки, плотные агрегаты.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Разлагается в теплой концентрированной соляной кислоте. Реакция на никель: нейтрализовать аммиаком, после добавки диметилглиоксима появляется характерное розовое окрашивание.

Сопутствующие минералы. Никелевые хлориты (шухардит), вермикулит, опал, халцедон, кварц, серпентин (хризотил, антигорит), лимонит и др.

Сходные минералы. Пимелит (никельсапонит), бириюза.

Практическое значение. Важная никелевая руда.

Происхождение и типы месторождений. Образуется в процессе химической переработки никельсодержащих перидотитов, серпентинитов и аналогичных пород.

Районы распространения и месторождения. Новая Каледония; Урал (СССР); в ГДР близ Хоэнштейн-Эрнст-таля; другие месторождения в различных районах мира.

53. ГАУСМАНИТ

MnMn_2O_4 , или Mn_3O_4

Назван в честь минералога Гаусманна

Химический состав. Окись марганца (MnO) 62,0%, дву-
окись марганца (MnO_2) 38%, (Mn 72%); важная ру-
да Mn .

Цвет. Железно-черный с бурым оттенком.

Блеск. Алмазный, полуметаллический.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Буровато-красная.

Твердость. 5,5, хрупкий.

Плотность. 4,7—4,9.

Излом. Неровный.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Псевдооктаэдрические.

Кристаллическая структура. Слегка деформированная
шпинелевая решетка, поэтому минерал не кубический,
как шпинель, а тетрагональный.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный —
4/*mmm*.

Отношение осей. $c/a = 1,639$.

Спайность. Параллельная оси c (001).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl .

Сопутствующие минералы. Пиролюзит, псиломелан,
браунит, барит, доломит.

Сходные минералы. Магнетит, браунит, псиломелан, пи-
ролюзит.

Практическое значение. Руда марганца.

Происхождение и типы месторождений. Контактво-ме-
тасоматическое, контактово-пневматолитовое, гидротер-
мальное. (Парагенезис: тефроит (Mn_2SiO_4), манганозит
(MnO), родохрозит (MnCO_3), марганецсодержащие
гранаты и другие минералы.) Месторождения: Урал,
Центральный Казахстан (СССР); Нордмарк, Лонгбан
(Швеция); жильные месторождения близ Ильфельда
(Южный Гарц), Эльгерсбург и Ореншток в Тюринген-
ском Лесу (ГДР).

54. ГАЮИН



Назван в честь французского минералога Р. Гаюи
(1743—1822)

Фельдшпатоид

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) около 15%, окись кальция (CaO) 10%, окись алюминия (Al_2O_3) 28%, кремнезем (SiO_2) 33%, окись четырехвалентной серы 12%, окись калия (K_2O) 2%, вода (H_2O) 1% (ср. с содалитом и нозеаном).

Цвет. Синий, зеленовато-желтый, реже красный или желтый.

Блеск. Стекланный, жирный, на плоскостях спайности — перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5.

Плотность. 2,4—2,5.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Ромбододекаэдры, октаэдры (кристаллы редки).

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\bar{4}3$.

Спайность. Хорошая по (110).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится с растрескиванием и образует зеленовато-синее стекло.

Поведение в кислотах. Растворяется.

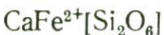
Сопутствующие минералы. Санидин, нефелин, авгит, везувиан и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Породообразующий минерал изверженных пород, бедных кремнеземом.

Месторождения. Обнаружен в лавах Монте-Соммы (Везувий, Италия); в вулканических выбросах близ Лаахерского озера и в зернистых лавах в Нидермендиге близ Эйфеля (ФРГ); Рудные горы в районе Нейдорфа, округ Карл-Маркс-Штадт (в гаюиновых базальтах) (ГДР); южное Прибайкалье (СССР) и другие места.

55. ГЕДЕНБЕРГИТ



Назван в честь шведского химика Геденберга
Минерал группы пироксенов

Химический состав. Окись кальция (CaO) 22,2%, закись железа (FeO) 29,4%, кремнезем (SiO_2) 48,4%.

Цвет. Оливково-зеленый, темно-зеленый, луково-зеленый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Светло-зеленая, светло-серая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 3,5—3,6.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Шестоватые, радиально-лучистые.

Кристаллическая структура. Простые ионные цепочки.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 1,092 : 1 : 0,583; $\beta = 104^\circ 20'$.

Спайность. Хорошая по (110), по призме под углом 87° .

Агрегаты. Зернистые.

П. тр. Сплавляется в черное магнитное стекло.

Поведение в кислотах. Разлагается с трудом.

Сопутствующие минералы. Магнетит, халькопирит, пирротин, гранат и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и месторождения. Образуется в процессе контактового метасоматоза (в известково-силикатных породах и скарнах). Шварценберг, в Рудных горах (ГДР); Казахстан и др. (СССР).

56. ГЕЙЛАНДИТ



Синонимы: стильбит¹, листоватый цеолит

Минерал группы цеолитов

Химический состав. Окись кальция (CaO) 9,2%, окись алюминия (Al₂O₃) 16,8%, вода (H₂O) 14,8%.

Цвет. Бесцветный, белый, желтый, кирпично-красный.

Блеск. Перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, мутно-просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 2,18—2,22.

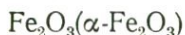
Сингония. Моноклинная.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

¹ В настоящее время термин «стильбит» не используют в качестве синонима термина «гейландит». — *Прим. перев.*

Форма кристаллов. Таблитчатые, пластинчатые.
Кристаллическая структура. Слоистая решетка.
Отношение осей. $0,993 : 1 : 0,418$; $\beta = 116^\circ 20'$.
Спайность. Хорошая параллельно оси c (010).
П. тр. Расслаивается, плавится, образуя белую эмаль.
Поведение в кислотах. Легко разлагается в HCl .
Сопутствующие минералы. Цеолиты: десмин, шабазит; кальцит, кварц и др.
Сходные материалы. Полевые шпаты, десмин.
Практическое значение. Фильтрующий материал в химической промышленности (при ионообменных реакциях).
Происхождение. Гидротермальное, в пустотах базальтовых лав, в жилах с рудами серебра.

57. ГЕМАТИТ



Греч. «гэματος» — кровь (минерал якобы останавливает кровь)

Синонимы: железный блеск, specularит, железная слюдка, красный железняк



Химический состав. Железо (Fe) 70%, кислород (O) 30%; в титаногематите присутствует примесь титана; в незначительных количествах в химический состав может входить также вода (гидрогематит).

Цвет. Грубокристаллические разности железно-черные до стально-серых, а плотные разности (красная стеклянная голова) стально-серые до ярко-красных.

Блеск. Металлический, полуметаллический, реже тусклый, землистый.

Прозрачность. В тонких пластинках просвечивает темно-красным.

Черта. Вишнево-красная, буро-красная.

Твердость. 6,5.

Плотность. 4,9—5,3.

Излом. Расслаивается на чешуйки.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Часто пластинчатые, ромбоэдрические и таблитчатые кристаллы.

Кристаллографическая структура. Аналогична структуре корунда.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический.

Отношение осей. $c/a = 1,366$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Листоватые, зернистые, чешуйчатые, плотные, скрытокристаллические, натечные, почковидные (красная стеклянная голова), землистые (гидрогематит), оолитовые (икряной камень, гороховая руда — железные оолиты).

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Медленно разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Кварц, пирит, магнетит, мартит, карбонаты, хлорит.

Сходные минералы. Ильменит, магнетит, хромиты, франклинит, китноварь.

Практическое значение. Гематитовые руды являются важнейшими рудами железа, мировые запасы которых исчисляются миллиардами тонн.

Происхождение. Разновидности гематита образуются в различных условиях: 1) пневматолитовым путем — чешуйчатый железный блеск, часто встречающийся в оловорудных месторождениях; 2) как продукт вулканических возгонов в кратерах вулканов и в лавах — в виде таблитчатых выделений; 3) пневматолитово-гидротермальным или контактово-метасоматическим путем — в виде друз или плотных масс; 4) гидротермальным путем — в виде друз; 5) при морских извержениях — в виде плотных сплошных масс красного железняка; 6) региональный метаморфизм приводит к образованию гематитовых кварцитов, магнетит-гематитовых кварцитов, гематитовых сланцев.

Месторождения. Эльбингероде, Браунезумпф и другие месторождения в Гарце, Шлейз и другие месторождения в Тюрингенском Лесу, многочисленные месторождения Рудных гор, землистые руды, сложенные красным железняком (комплексные руды), содержащие также минералы никеля и хрома возле Хоэнштейн-Эрнстала, Вальдгейма, Бёригена, и другие месторождения в саксонских Гранулитовых горах (ГДР). Всемирно известные месторождения о. Эльба; гематит-магнетитовые руды Кривого Рога, Курской магнитной аномалии и др. (СССР); оз. Верхнее (США, Канада); гематитовые

сланцы (итабириты) в шт. Минас-Жерайс (Бразилия); крупные месторождения, расположенные в различных районах Африки, и другие месторождения различных районов мира.

58. ГЕРСДОРФИТ

NiAsS

Назван по фамилии Герсдорф

Синоним: никелевый блеск

Химический состав. Никель (Ni) 26—40%, мышьяк (As) 37—56%, сера (S) 6—19%.

Цвет. Серебряно-белый, стально-серый, быстро покрывается темно-серой пленкой побежалости.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Темно-серая.

Твердость. 5.

Плотность. 5,6—6,2.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Октаэдры или кубы.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре пирита.

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — $m\bar{3}$.

Спайность. Совершенная по кубу (100).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится на угле в магнитный шарик.

Поведение в кислотах. В HNO_3 растворяется с выпадением серы и As_2O_3 . Раствор окрашивается никелем в зеленый цвет.

Сопутствующие минералы. Никелин, халькопирит, сидерит, кальцит и др.

Сходные минералы. Ульманит.

Практическое значение. Иногда используется в качестве руды Ni.

Происхождение и месторождения. В гидротермальных месторождениях серебряно-кобальтово-никелевых руд и в сидеритовых жилах. Швенда, Харцгероде, Танне (Гарц), Лобенштейн (Тюрингия), Эльсниц, Кульм (ГДР); Зигерланд и др. (ФРГ). Герсдорфит — редкий минерал.

59. ГЕТИТ

α -FeOОН

Назван в честь И. В. Гёте (1749—1832)

Синоним: игольчатая железная руда (ср. с лимонитом)

Химический состав. Окись железа (Fe_2O_3) 89,9%, вода (H_2O) 10,1%.

Цвет. Черно-бурый, светло-желтый.

Блеск. Алмазный, бархатный (бархатная обманка).

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Бурая, желто-бурая.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 4—4,4.

Излом. Шероховатый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Призматическая, игольчатая.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,464 : 1 : 0,303.

Спайность. Хорошая по (010).

Агрегаты. Плотные, зернистые, лучистые, волокнистые.

П. тр. Плавится, в закрытой стеклянной трубке при нагревании теряет кристаллизационную воду.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl .

Сопутствующие минералы. Лимонит, гематит, пирит, сидерит, галенит, кварц, агат, кальцит и др.

Сходные минералы. Манганит, лимонит, гематит.

Практическое значение. Железная руда.

Происхождение и месторождения. Особенно широко развит в зоне окисления сульфидных месторождений, может иметь гидротермальное происхождение.

ГИДРОСЛЮДЫ

В ряде слюдистых и хлоритовых минералов место некоторых катионов занимают молекулы воды (H_2O), которые легко улетучиваются при нагревании. Важнейшими представителями этих минералов являются следующие:

Гидромусковит, $\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Вермикулит, $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Глауконит, $\text{K}_{<1}(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Mg})_{2-3}[\text{Si}_3(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_{10}][\text{OH}]_2 \times n\text{H}_2\text{O}$

Селадонит, $(K, Ca, Na)_{<1}(Al, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg)_2$
 $[(OH)_2Al_{0,11}Si_{3,89}O_{10}]$

60. ГИДРОМУСКОВИТ

$K_{<1}Al_2[(Si, Al)_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$

Синонимы: иллит, монотермит

Химический состав. Окись калия (K_2O) 2—6%, глинозем (Al_2O_3) 25—33%, кремнезем (SiO_2) 50—55%, вода (H_2O) 8—9%.

Цвет. Белый.

Блеск. Стеклянный (у иллита).

Черта. Белая.

Твердость. 2.

Плотность. 2,4—2,6.

Сингония. Моноклинная, решетка слоистая.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Форма кристаллических выделений. Землистые, скорлуповатые массы.

Отношение осей. $0,577 : 1 : 2,230$; $\beta = 94^\circ 40'$.

Спайность. Хорошая по (001).

П. тр. При нагревании выделяет воду, плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Растворяется с трудом.

Сопутствующие минералы. Мусковит, каолинит и др.

Сходные минералы. Мусковит, каолинит, выцветший биотит и др.

Практическое значение. Важная составная часть керамических глин, важный почвообразующий минерал.

Происхождение и типы месторождений. Продукт выветривания слюдистых пород (мусковитсодержащих): глин, серицитовых и слюдистых сланцев и других пород аналогичного состава.

61. ГИПЕРСТЕН

$(Fe, Mn)_2[Si_2O_6]$

Греч. «гипер» — через, «стенос» — сила; название дано из-за большой твердости минерала (см. также энстатит, бронзит)

Минерал группы пироксенов

Химический состав. Окись магния (MgO) 20%, закись железа (FeO) 18,5%, окись кальция (CaO) 4,5%, окись железа (Fe_2O_3) 1,5%, окись алюминия (Al_2O_3) 3,2%, двуокись кремния (SiO_2) 51,0%.

Цвет. Черно-бурый, черный.

Блеск. Стекланный, полуметаллический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Твердость. 6.

Плотность. 3,4—3,5.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Столбчатые, таблитчатые.

Кристаллическая структура. Простые ионные цепи.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 2,054 : 1 : 0,587.

Спайность. Хорошая по призме. Плоскости спайности исштрихованы по (110).

Агрегаты. Большей частью плотные, зернистые, листоватые.

П. тр. Плавится в зеленовато-черное стекло.

Поведение в кислотах. Частично разлагается в HCl .

Сопутствующие минералы. Оливин, энстатит, бронзит, лабрадор, амфибол, кордиерит, пирротин и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Гиперстен является породообразующим минералом габбро, норитов, пироксенитов (гиперстени-тов), андезитов, кордиеритовых гнейсов и других пород.

Местонахождения. Юго-западное Прибайкалье (СССР), побережье п-ова Лабрадор (Канада); Боденмайс (ФРГ) и др.

62. ГИПС



Разновидности: *алебастр* — камень из Алабастра (город в Египте); *марьино стекло* (шпатовый гипс); *волокнистый гипс* (селенит); *сатиновый*, или *волокнистый*, *шпат*, *змеевидный алебастр*

Химический состав. Окись кальция (CaO) 32,6%, трехокись серы (SO_3) 46,5%, вода (H_2O) 20,9%.

Цвет. Белый, красноватый, монокристаллы часто бесцветные, прозрачные, водяно-прозрачные (марьино стекло).

Блеск. Стекланный, на плоскостях спайности перламутровый, шелковистый (у волокнистых разновидностей гипса).

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 2.

Плотность. 2,2—2,4.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, призматические, столбчатые, игольчатые; часты двойники прорастания по одному из двух законов: 1) двойники ласточкин хвост, пользующиеся наибольшим распространением — двойникование по граням призмы; 2) монмартрские (парижские. — *Ред.*) двойники — ребра призм расположены параллельно двойниковому шву.

Кристаллическая структура. Слоистая.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,374 : 1 : 0,414$; $\beta = 113^\circ 15'$.

Спайность. Совершенная, параллельная боковым граням (010); излом на гранях призмы тонко занозистый, а на базальных гранях — отчетливый раковистый.

Агрегаты. Плотные, зернистые (алебастр), волокнистые, чешуйчатые, землистые, конкреции.

П. тр. Разлагается с потерей кристаллизационной воды и плавится в белую эмаль. В закрытой трубочке теряет кристаллизационную воду, превращаясь в сульфат кальция («намертво обожженный гипс»).

Поведение в кислотах. Слабо растворяется.

Сопутствующие минералы. Ангидрит, пирит, известковый шпат, арагонит, малахит, кварц и др.

Сходные минералы. Ангидрит, тальк, каолинит, мусковит, флогопит.

Практическое значение. Применяется как модельный и формовочный материал в качестве добавки к портланд-цементу; алебастр служит для изготовления скульптур. Гипс является также важным сырьем для изготовления серной кислоты.

Происхождение и типы месторождений. Гипс вместе с ангидритом и каменной солью образуется путем химического осаждения при испарении в замкнутых морских бассейнах. Значительные массы гипса образуются при гидратации ангидрита: $\text{CaSO}_4(\text{ангидрит}) + 2\text{H}_2\text{O} =$

=CaSO₄·2H₂O(гипс). Процесс гидратации происходит за счет остаточной воды, сохранившейся при испарении бассейнов, или за счет просачивающихся атмосферных вод. В пустотах пород часто встречаются друзы гипса, в рыхлых осадочных породах (глина, глинистый мергель) кристаллизуются идиоморфные кристаллы гипса. В ангидритовых и гипсовых отложениях подобные кристаллы возникают позже, при перекристаллизации (марьино стекло); в трещинах пород осаждается тонковолокнистый гипс.

Месторождения. Южные отроги Гарца: Нидерсаксверфен, Кифхейзер, в кровле соляных месторождений Штасфурта, Магдебурга — Хальберштадта, Шпремберга, Рюдерсдорфа и др., в выполненных солями полостях в медистых сланцах Мансфельда — Эйслебена, в глинах близ Кведлинбурга, в глинисто-мергелистых осадках близ Арнштадта, Эрфурта, Готы, в цехштейне близ Заальфельда, р. Геры и др. (ГДР). Осадочные гипсовые месторождения распространены повсеместно.

63. ГЛАУКОНИТ



Греч. «глаукос» — синеватый

Синоним: зеленая земля

Химический состав. Очень изменчивый. Окись калия (K₂O) 4,4—9,4%, окись натрия (Na₂O) 0—3,5%, окись алюминия (Al₂O₃) 5,5—22,6%, окись железа (Fe₂O₃) 6,1—27,9%, закись железа (FeO) 0,8—8,6%, окись магния (MgO) 2,4—4,5%, двуокись кремния (SiO₂) 47,6—52,9%, вода (H₂O) 4,9—13,5%.

Цвет. Темный оливково-зеленый, синевато-зеленый, черно-зеленый, травяно-зеленый, желто-зеленый.

Блеск. Матовый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленоватая.

Твердость. 2—3, хрупкий.

Плотность. 2,2—2,8.

Излом. Зернистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Очень редко мелкие кристаллы.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,578 : 1 : 2,208$; $\beta = 95^\circ 00'$.

Спайность. Хорошая по (010).

Агрегаты. Листочки, мелкие сферолиты.

П. тр. Плавится с трудом с образованием черного стекла.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Фосфаты (фосфорит), кальцит.

Сходные минералы. Тюрингит, шамозит.

Практическое значение. Применяется в качестве калийного удобрения и как фильтрующий материал.

Происхождение. Химический осадок в прибрежной зоне морей и океанов; распространен в песчаниках, мергелях, песках, фосфоритах.

Месторождения. Украина, восточный склон Урала (СССР); широко распространен в мезозойских осадочных породах ГДР и в других районах.

64. ГРАНАТА ГРУППА

Группа минералов, к которой относятся следующие минералы: *пироп* (греч. «пиропос» — пламенеподобный) — розово-красный магниево-алюминиевый гранат; *альмандин* (по населенному пункту Алабанда в Малой Азии) — железо-алюминиевый гранат; *спессартин* (по местности Спессарт) — марганцово-алюминиевый гранат; *гроссуляр* (лат. «grassularia» — крыжовник) — кальциево-алюминиевый гранат; *андрадит* (в честь португальского минералога д'Андрада) — кальциево-железистый гранат; *уваровит* (по фамилии Уваров) — кальциево-хромовый гранат; *гессонит* — железосодержащий гроссуляр; *демантоид* — прозрачный зеленый андрадит; *аплом* — разновидность андрадита.



Минералы	MgO	FeO	MnO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	SiO ₂
Пироп, Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	29,8	—	—	—	25,4	—	—	44,8
Альмандин, Fe ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	—	43,3	—	—	20,5	—	—	36,2
Спессартин, Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	—	—	43,0	—	20,6	—	—	36,4
Гроссуляр, Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	—	—	—	37,3	22,7	—	—	40,0
Андрадит, Ca ₃ Fe ₂ [SiO ₄] ₃	—	—	—	33,0	—	31,5	—	36,5
Уваровит, Ca ₂ Cr ₃ [SiO ₄] ₃	—	—	—	33,5	—	—	30,6	35,9
MgO — окись магния			Al ₂ O ₃ — окись алюминия					
FeO — закись железа			Fe ₂ O ₃ — окись железа					
MnO — окись марганца			Cr ₂ O ₃ — окись хрома					
CaO — окись кальция			SiO ₂ — двуокись кремния					

Цвет. Пироп — розово-красный, темно-красный; альмандин — красный, буро-красный, черный; спессартин — темно-красный, оранжево-желтый, коричневый; гроссуляр — медово-желтый, блекло-зеленый, бурый, красный; андрадит — желтый, зеленоватый, буро-красный, черный; уваровит — изумрудно-зеленый; демантоид — оливково-зеленый.

Блеск. Жирный, стеклянный, изредка алмазный (у демантоида).

Прозрачность. Непрозрачные, просвечивающие.

Черта. Белая.

Твердость. 6,5—7,5.

Плотность. Пироп — 3,51; альмандин — 4,25; спессартин — 4,18; гроссуляр — 3,53; андрадит — 3,75; уваровит — 3,52.

Излом. Раковистый, занозистый, шероховатый.

Сингония. Кубическая (фото 29, е).

Форма кристаллов. Ромбододекаэдры, иногда в сочетании с икоситетраэдром (тетрагон-триоктаэдром) и другими более редкими формами.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — *m3m*.

Спайность. Плохая.

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Более или менее легко плавятся (за исключением уваровита).

Поведение в кислотах. В соляной кислоте не растворяются или растворяются с трудом.

Сопутствующие минералы. Пироп: оливин, серпентин, пироксен и др.; альмандин: мусковит, биотит, кварц, ортоклаз, олигоклаз; спессартин: слюда, полевые шпаты, кварц и др.; гроссуляр: везувиан, диопсид, кальцит и др.; андрадит: везувиан, пироксен, амфибол, магнетит, пирротин, халькопирит и др.; уваровит: хромит, серпентин, кальцит, доломит и др.

Сходные минералы. Везувиан, рубин, циркон, сфалерит (цинковая обманка).

Практическое значение. Пироп и другие гранаты с красивой окраской применяются в ювелирном деле (богемские гранаты). Большое значение гранаты имеют в производстве абразивов (гранатовая бумага), используемых при полировке древесины твердых пород, и для других целей.

Происхождение и типы месторождений. Гранаты образуются в различных генетических обстановках:

1. Региональный метаморфизм. Альмандин встречается в глинистых сланцах, гнейсах, гранулитах, эклогитах, гранатитах и других породах, пироп — в кимберлитах, гриквантах и серпентинитах. Пироп и альмандин образуются при высоких давлениях.

2. Контактный метаморфизм. Альмандин встречается в кордиерит-роговообманковых породах; спессартин, гроссуляр, андрадит — в известково-силикатных породах, скарнах и аналогичных им породах; уваровит также образуется при контактовом метаморфизме вблизи хромитовых месторождений.

Месторождения. Гранатовые породы в серпентинитах Грейсфендорфа близ Вальдгейма, пироповые серпентиниты близ Росвейна, Бёригена, Вальдгейма, ксенолиты в гранит-порфирах Бойха близ Лейпцига, слюдистые сланцы западных Рудных гор: Обервизенталь (район Фихтельберга), Кроттендорф, Нейдорф и др., скарны (андрадит, аблом) близ Брейтенбрунна и другие месторождения (ГДР). Многие магнетитовые месторождения (скарны) Урала, Забайкалья (СССР); богемские гранаты в ЧССР и другие месторождения.

65. ГРАФИТ

C

Греч. «графо» — пишу

Химический состав. Углерод (C), тонкочешуйчатый, кристаллический, нередко загрязненный (ср. с алмазом).

Цвет. Железно-черный, темный стально-серый.

Блеск. Металлический или матовый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, блестящая.

Твердость. 1—2.

Плотность. 2,1—2,3.

Излом. Минерал гибкий.

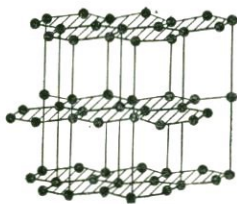
Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллических выделений. Листоватые, чешуйчатые, радиально-лучистые, землистые.

Кристаллическая структура. Ионы углерода сгруппированы в слои, состоящие из плоских гексагональных сеток (см. изображение слоистой решетки в табл. 1) в противоположность структуре алмаза, похожей на гранецентрированный куб.

Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный — $6/mmm$.

Отношение осей. $c/a = 2,727$.



Спайность. Весьма совершенная по базису (0001); обуславливает хорошие смазочные свойства (графитовые смазки).

Агрегаты. Плотные, тонкочешуйчатые до листоватых.

П. тр. Не плавится (сгорает при 3500 °C).

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Пирит, гранат, шпинель.

Сходные минералы. Молибденит.

Практическое значение. Используется для изготовления графитовых тиглей, электродов, в качестве смазочного материала находит применение в ядерных реакторах, используется в карандашном производстве и для других целей.

Происхождение и типы месторождений. Графит образуется в ходе восстановительных процессов, протекающих при высоких температурах. Исходным продуктом часто служат окружающие углеродсодержащие породы (например, известняки), а также каменные угли и битуминозные осадочные породы на контакте с магматическими породами. При этом скопления графита образуются в результате контактового метасоматоза. Такие месторождения известны на о. Шри Ланка, в шт. Сонора (Мексика), в Онтарио и Квебеке (Канада), в шт. Нью-Йорк (США).

Месторождения. К крупнейшим графитовым месторождениям относятся Тункинские Гольцы в Сибири, а также месторождения Украины и северного побережья Азовского моря (СССР); месторождения в Фихтельгебирге близ Пфаффенройта, Кропфмюле близ Пассау (ФРГ) и др.

66. ДАТОЛИТ



Химический состав. Окись кальция (CaO) 35%, окись бора (B_2O_3) 21,8%, двуокись кремния (SiO_2) 37,6%, вода (H_2O) 5,6%.

Цвет. Белый, бледно-зеленый, желтый, красный, фиолетовый, оливково-зеленый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 2,9—3,0.

Сингония. Моноклинная: кристаллы характеризуются обилием граней.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $1,264 : 1 : 0,632$; $\beta = 90^\circ 09'$.

Агрегаты. Зернистые.

Спайность. Отсутствует; излом раковистый.

П. тр. Легко сплавляется в прозрачное стекло.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Кальцит, пренит, цеолиты.

Сходные минералы. Цеолиты, данбурит, колеманит и др.

Практическое значение. Важная руда бора.

Происхождение. Встречается в рудных жилах и пустотах миндалекаменных лав.

Месторождения. Северный Урал, район Тетюхе (СССР); близ Кивино в шт. Мичиган (США); Арендаль (Норвегия) и в других местах.

67. ДЕКЛУАЗИТ

$Pb(Zn, Cu)[OH/VO_4]$

Назван по фамилии Деклазо, который впервые обнаружил этот минерал в горах Сьерра-де-Кордова (Аргентина)

Химический состав. Окись свинца (PbO) 56,48%, окись цинка (ZnO) 16,60%, пятиокись ванадия (V_2O_5) 22,74%, вода (H_2O) 2,34%; примеси: медь, железо, мышьяк.

Цвет. Бурый, буровато-зеленый, буровато-черный.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Матово просвечивающий (почти непрозрачный).

Черта. Оранжево-желтая, буро-желтая, светло-бурая, светло-зеленая.

Твердость. 3,5.

Плотность. 5,5—6,2.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-тетраэдрический — 222.

Форма кристаллических выделений. Гроздьевидная, радиально-лучистая.

Отношение осей. 0,644 : 1 : 0,805.

Спайность. Отсутствует; излом раковистый.

Сопутствующие минералы. Кварц, лимонит, пироморфит, ванадинит.

Практическое значение. Важная ванадиевая руда.

Происхождение. Минерал химического выветривания в зонах окисления свинцово-медно-цинковых месторождений.

Месторождения. Абенаб, Гротфонтейн, Цумеб, Гухаб в районе Отави (Намибия) и др.

68. ДЕСМИН



Греч. «десме» — связка

Синоним: стильбит

Минерал группы цеолитов



Химический состав. Изменчивый; приблизительный состав: окись кальция (CaO) 7—9%, окись алюминия (Al_2O_3) 16—18%, двуокись кремния (SiO_2) 55—61%, вода (H_2O) 16,5—19%.

Цвет. Бесцветный, белый, серый, желтый.

Блеск. Перламутровый, стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 2,1—2,2.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Сноповидные сростки.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. 0,750 : 1 : 0,622; $\beta = 129^\circ 10'$.

Спайность. Совершенная по (010).

Агрегаты. Шестоватые, лучистые, листоватые, сноповидные, сферолитовые.

П. тр. Сплавляется в белую эмаль.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl .

Сопутствующие минералы. Гейландит, шабазит, кальцит, дымчатый кварц, адуляр, хлорит, эпидот, флюорит, пирит, магнетит и др.

Сходные минералы. Пренит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется при гидротермальных процессах в пустотах базальтов, в трещинах кристаллических сланцев, в свинцово-серебряных рудных жилах, в залежах пирита и магнетита, в виде друз в гранитах.

Месторождения. Крым, Сибирь (СССР); Сен-Готард (Швейцария); Конгсберг (Швеция); горы Бёржень

(Венгрия); долина Фасса в Тироле; Беруфьордур (Исландия); Санкт-Андреасберг в Гарце (ФРГ) и др.

69. ДИОПСИД



Греч. «дис» — дважды, «опис» — появление
Минерал группы
пироксенов



Химический состав. Окись кальция (CaO) 25,9%, окись магния (MgO) 18,5%, двуокись кремния (SiO₂) 55,6%. В виде примесей присутствуют окисные соединения железа, марганца, алюминия, хрома, ванадия, титана (до нескольких процентов).

Цвет. Бесцветный, светло-зеленый, желтый, буро-черный.

Блеск. Стекланный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6 (до 7), хрупкий.

Плотность. 3,3—3,38.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, игольчатые, сросшиеся кристаллы с многочисленными гранями.

Кристаллическая структура. Простые цепочки анионов.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Отношение осей. 1,092 : 1 : 0,582; $\beta = 105^\circ 5'$.

Спайность. Средняя по призме (001), (110).

Агрегаты. Плотные, зернистые, шестоватые.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Почти не разлагается.

Сопутствующие минералы. Волластонит, гроссуляр, андрадит, магнетит, пирротин, халькопирит и др.

Сходные минералы. Авгит, гранат, гроссуляр, клинохлор.

Практическое значение. Не имеет; иногда используется как драгоценный камень.

Происхождение. Встречается в магматических породах: пироксенитах, перидотитах, габбро, базальтах, андезитах, трахитах; распространен повсеместно. Возникает

при контактово-метасоматических процессах в известково-силикатных роговиках и скарнах в различных минеральных парагенезисах с рудами.

Местонахождения. Шварценберг в Рудных горах (ГДР); магнетитовые залежи на Урале, в Средней Азии, в Сибири (СССР); Карпаты (Трансильванские Альпы) (Румыния); Айрон-Спрингс (США) и другие районы мира.

70. ДИОПТАЗ



Греч. «диоптево» — смотрю на-сквозь

Синоним: аширит



Химический состав. Окись меди (CuO) 50,5%, двуокись кремния (SiO_2) 38,1%, вода (H_2O) 11,4%.

Цвет. Изумрудно-зеленый.

Блеск. Стеклообразный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Голубовато-зеленая, зеленая.

Твердость. 5, хрупкий.

Плотность. 3,3.

Излом. Раковистый до неровного.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Ромбоэдры, мелкие призмы (фото 20).

Кристаллическая структура. Анионные комплексы, состоящие из шестичленных колец с формулой $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ и молекулами воды в каналах этих колец.

Класс симметрии. Ромбоэдрический.

Отношение осей. $c/a = 0,534$.

Спайность. Совершенная по ромбоэдру (1010).

Агрегаты. Большей частью отдельные кристаллы.

П. тр. Не плавится, с содой дает королек меди.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl и HNO_3 с выделением геля кремнезема.

Сопутствующие минералы. Хризоколл, малахит, доломит, кальцит.

Сходные минералы. Изумруд, малахит, атакамит.

Практическое значение. Иногда используется как мед-

ная руда; изредка минерал применяется как драгоценный камень.

Происхождение. Редкий минерал в зонах окисления меднорудных месторождений.

Местонахождения. Гора Алтын-Тюбе в казахстанских степях в кальцитовых жилах (СССР); в доломите близ Гухаба, Отави (Намибия); Катанга; пустыня Атакама; Копиапо (Чили); Перу; шт. Аризона (США).

71. ДИСКРАЗИТ

Ag_3Sb

Сурьмяно-серебряная руда с содержанием серебра до 74,4%.

Греч. «дискразис» — плохая смесь

Цвет. Серебряно-белый.

Блеск. Металлический блестящий.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая.

Твердость. 3,5.

Плотность. 9,44—9,85.

Сингония. Ромбическая, псевдогексагональная.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $mm2$.

Форма кристаллических выделений. Зернистые и листоватые агрегаты.

Отношение осей. 0,572 : 1 : 0,922.

Спайность. Средняя по (011), (001).

П. тр. Сплавляется в королек металлического серебра.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Галенит, самородный мышьяк, пираргирит, самородное серебро, смальтин, кальцит, барит.

Сходные минералы. Серебро, самородная сурьма, электрум.

Практическое значение. Важная серебряная руда, когда образует богатые скопления.

Происхождение. Гидротермальное в жильных серебряных месторождениях.

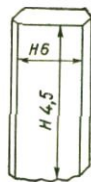
Месторождения. Санкт-Андреасберг в Гарце (ФРГ); Вольфах в Шварцвальде (ФРГ); Сент-Мари-о-Мин, Эльзас (Франция) и другие районы.

72. ДИСТЕН



Греч. «ди» — двойко, «стенос» — сопротивление (из-за различной твердости минерала по двум направлениям)

Синоним: кианит (греч. «кианос» — синий); ср. андалузит



Химический состав. Окись алюминия (Al_2O_3) 63,1%, двуокись кремния (SiO_2) 36,9%; в качестве примесей присутствуют 1—2% Fe_2O_3 , до 1,8% Cr_2O_3 , в незначительных количествах CaO , MgO , FeO , TiO_2 .

Цвет. Небесно-голубой, синий, зеленый, желтый, реже бесцветный.

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6 в поперечном и 4,5 в продольном направлении удлиненно-призматических кристаллов; хрупкий.

Плотность. 3,56—3,68.

Излом. Волокнистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллических выделений. Столбчатые, дощатые, кристаллы, волокнистые, лучистые, листоватые выделения (фото 5).

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,917 : 1 : 0,720; $\alpha = 90^\circ 05'$, $\beta = 101^\circ 02'$, $\gamma = 105^\circ 44'$.

Спайность. Средняя по базису (перпендикулярно оси c) (100), (010), (001).

Агрегаты. Радиально-лучистые, зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Ставролит, андалузит, мусковит, парагонит, биотит, гранат, корунд, рутил, цоизит, графит, кварц.

Сходные минералы. Силлиманит, дюмортьерит.

Практическое значение. В производстве огнеупорных изделий, для футеровки печей и др., иногда используется как драгоценный камень.

Происхождение. Типичный динамометаморфический минерал, весьма широко распространенный в докембрийских слюдяных сланцах; часто встречается вместе с альмандином и ставролитом. В ГДР распространен в слюдяных сланцах Рудных гор, а также в гранулитах саксонских Гранулитовых гор близ Митвейды, Росвейна, Лимбаха и в других местах.

73. ДОЛОМИТ



Назван в честь минералога Доломье (1750—1801)

Химический состав. Двойная соль $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$; окись кальция (CaO) 30,4%, окись магния (MgO) 21,7%, двуокись углерода (CO_2) 47,9%; изоморфные примеси: железо, марганец (до нескольких процентов).

Цвет. Серовато-белый с желтоватым, буроватым, реже зеленоватым оттенком.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Просвечивающий, прозрачный.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 2,8—2,95.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Ромбоэдрические; грани кристаллов часто искривлены.

Кристаллическая структура. Характеризуется тем, что ионы кальция (Ca) и магния (Mg) чередуются вдоль тройной оси (см. табл. 1).

Класс симметрии. Ромбоэдрический — $\bar{3}$.

Спайность. Совершенная по ромбоэдру ($10\bar{1}1$).

Агрегаты. Обычно зернистые, часто пористые, реже почковидные, ячеистые, шарообразные.

П. тр. Не плавится, а растрескивается.

Поведение в кислотах. В холодной HCl растворяется медленно, а в подогретой — быстрее (с сильным вскипанием); кальцит сильно вскипает уже в холодной HCl .

Сопутствующие минералы. Пирит, марказит, гематит, реальгар, тремолит и др.

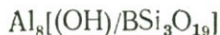
Сходные минералы. Кальцит (известковый шпат), магнезит, шабазит.

Практическое значение. Применяется в строительном деле, в качестве огнеупора, наполнителя, в химической промышленности, в сельском хозяйстве.

Происхождение. Доломит наряду с кальцитом является широко распространенным породообразующим минералом. Доломиты, часто ассоциирующие с известняками, слагающими крупные массивы, имеют в основном осадочное происхождение. Кроме того, известны гидротермальные жилы доломитов (Тилькероде, Гарц).

Месторождения. Распространены повсеместно. В Центральной Европе доломиты известны в цехштейне. Доломитовые каменоломни имеются, например, в Вюншендорфе, в Кашвице близ Геры, доломитовые мраморы известны у Кротендорфа, Хаммер-Унтервизенталя, Обершейбе, Рашау, Хермсдорфа и в других районах Рудных гор.

74. ДЮМОРТЬЕРИТ



Химический состав. Окись кальция (CaO) 0,68%, окись бора (B_2O_3) 5,54%, глинозем (Al_2O_3) 59,75%, окись железа (Fe_2O_3) 2,48%, окись титана (TiO_2) 0,95%, двуокись кремния (SiO_2) 28,51%, вода (H_2O) 2,12%.

Цвет. Интенсивный синий, сине-серый с буроватым оттенком, редко красный.

Блеск. Шелковистый.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 7.

Плотность. 3,3—3,4.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *ттт*.

Отношение осей. 0,583 : 1 : 0,233.

Агрегаты. Волокнистые, лучистые.

Спайность. Совершенная.

Сопутствующие минералы. Дистен, кордиерит.

Сходные минералы. Дистен.

Практическое значение. Керамическое сырье.

Происхождение. В пегматитах, гнейсах, гранулитах.
Местонахождения. Урал, Ташкент (СССР); Хартмансдорф близ Карл-Маркс-Штадта (ГДР) и др.

75. ЖАДЕИТ



Химический состав. Изменчивый. Окись натрия (Na_2O) 10—15%, окись алюминия (Al_2O_3) 17—26%, двуокись кремния (SiO_2) 55—59%; кроме того, закись железа (FeO) 0—5%, окись магния (MgO) 0,2—7%, окись кальция (CaO) 0,3—12%.

Цвет. Белый, зеленоватый, изумрудно-зеленый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 3,2—3,5.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Плотные криптокристаллические массы.

Кристаллическая структура. Простые ионные цепочки.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $1,103 : 1 : 0,609$; $\beta = 107^\circ 26'$.

Агрегаты. Плотные, волокнистые, войлокоподобные; образуют линзы в гнейсах.

П. тр. Плавится в полупрозрачное стекло (нефрит не плавится).

Поведение в кислотах. Растворяется после сплавления.

Сопутствующие минералы. Породообразующие минералы гнейсов.

Сходные минералы. Нефрит (амфибол).

Практическое значение. Полудрагоценный камень, используется в ювелирном деле. В доисторическое время применялся для изготовления различных предметов «жадеитовой культуры».

Происхождение и районы распространения. Жадеит образуется при метаморфизме (огнейсовании) пород, богатых щелочами (натрием), особенно в ходе горообразовательных процессов. Известные районы распространения: Мексика, Южная Америка, Китай, Индия и др. Сравнительно редок.

76. ЖЕЛЕЗО (САМОРОДНОЕ)

α -Fe

Синоним: феррит

В минералогии по условиям нахождения различают теллурическое, или земное, железо (лат. «теллус», «теллурикс» — земля) и метеоритное, или космическое, железо (греч. «метеор» — находящийся в воздухе). И метеоритное и теллурическое железо встречается редко

Химический состав. Теллурическое железо содержит примеси никеля (Ni) 0,6—2%, кобальта (Co) до 0,3%, меди (Cu) до 0,4%, платины (Pt) до 0,1%, углерода; в метеоритном железе никель составляет от 2 до 12%, кобальт — около 0,5%, имеются также примеси фосфора, серы, углерода.

Цвет. Стально-серый, на полированной поверхности белый.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачное.

Черта. Серо-черная.

Твердость. 4—5, ковкое.

Плотность. 7,3—7,87.

Излом. Крючковатый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Плотные зерна с неправильными извилистыми очертаниями.

Кристаллическая структура. Объемноцентрированная кубическая решетка (для низкотемпературной α -модификации)¹. Характеризуется сильными магнитными свойствами.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

П. тр. Точка плавления (чистого железа) 1528 °С.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Пирротин, оливин, бронзит, графит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Образуется сложным путем в основных (базальтовых) породах на ста-

¹ Высокотемпературная γ -модификация образует гранецентрированную кубическую решетку типа решетки самородной меди. — *Прим. перев.*

дии расплава. Известные местонахождения: западное побережье Гренландии; близ Касселя (ФРГ). Метеоритное железо встречается редко, но находки его известны во всех районах мира.

77. ЗОЛОТО

Au

Химический состав. Чистое золото встречается чрезвычайно редко. Большой частью золото содержит от 2 до 20% примесей серебра и (реже) палладия, родия, меди. *Цвет.* Светящийся золотисто-желтый до светло-желтого.

Блеск. Сильный, металлический.

Прозрачность. Минерал непрозрачный.

Черта. Золотисто-желтая до светло-желтой.

Твердость. 2,5.

Плотность. 19,3—19,5.

Излом. Зернистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Плотные массы, листочки, блестки, волосовидные выделения, реже октаэдры, гексаэдры, додекаэдры.

Кристаллическая структура. Гранецентрированные кубы.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

П. тр. Плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в царской водке, растворе цианистого калия или цианистого натрия.

Сопутствующие минералы. Кварц, пирит, сфалерит, арсенопирит, самородный висмут, клаусталит, сильванит, кальцит, лимонит, родохрозит.

Сходные минералы. Пирит, халькопирит (медный колчедан), выветрелый биотит. Эти минералы часто называют «кошачьим золотом»; отличаются они тем, что не обладают ковкостью.

Практическое значение. Важнейший драгоценный металл.

Происхождение и типы месторождений. Различают два основных типа месторождений золота:

1. Первичные месторождения золота — рудное золото. В первую очередь это золотосодержащие кварцевые жилы; рудообразующие растворы, из которых они кристаллизовались, генетически связаны с гранитной магмой. Месторождения золота приурочены и к вулканическим породам («молодые» золоторудные жилы, а также зоны вкрапленных руд), иногда к вулканическим лавам или туфам.

2. Вторичные месторождения золота — россыпное золото. Рыхлые отложения, образовавшиеся в процессе выветривания первичных золотосодержащих пород, механически и в меньшей степени химически обогащаются золотом и другими тяжелыми минералами.

Месторождения. Месторождения золота распространены по всему миру. Почти со всеми речными системами, берущими начало в крупных горных массивах, связаны проявления золота. В ГДР и ФРГ месторождения золота весьма незначительны. Знаменитые месторождения рудного золота находятся на Урале, в Средней Азии, в Забайкалье, на Дальнем Востоке (СССР); в Индии; США; Канаде; Африке; Австралии; в Европе (Австрия, Румыния, ЧССР). Крупные россыпные месторождения золота известны в Сибири, на Урале и в Средней Азии (СССР). Многочисленные россыпи золота находятся в Северной Америке, Африке и Австралии. Одно из самых больших месторождений расположено в Трансваале (Южная Африка) с центром золотодобывающей промышленности Йоганнесбургом. Здесь разрабатываются золотоносные конгломераты.

78. ИЛЬВАИТ



(От латинского названия острова Эльба)

Синоним: лиеврит



Химический состав. Колеблющийся; окись кальция (CaO) 13,7%, закись железа (FeO) 35,2%, окись железа (Fe₂O₃) 19,6%, двуокись кремния (SiO₂) 29,3%, вода (H₂O) 2,2%, окись марганца (MnO) до 9%.

Цвет. Черный, коричневатый.

Блеск. Стекланный (полуметаллический, жирный).

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серовато- или буровато-черная.

Твердость. 5,5—6, хрупкий.

Плотность. 3,8—4,1.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Призмы; на гранях кристаллов вертикальная штриховка.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 1,506 : 1 : 2,235.

Спайность. Хорошая по (010), (001) и (100).

Агрегаты. Лучистые, столбчатые, зернистые, плотные.

П. тр. Сплавляется в черный сильно магнитный королек.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Пироксены, амфиболы, гранат (андрадит), магнетит, сфалерит, халькопирит.

Сходные минералы. Турмалин (шерл), лучистый амфибол.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Контактво-пневматолитовый или контактово-метасоматический в магнетитовых скарнах. Встречается на о. Эльба; на Полярном Урале; в магнетитовом месторождении Брейтенбрунн близ Шварценберга в Рудных горах (ГДР); в Херборн-Зельбахе в Гессене (ФРГ) и других местах.

79. ИЛЬМЕНИТ

FeTiO_3 , или $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$

Назван по Ильменским горам (Южный Урал), где этот минерал был впервые найден

Синоним: титанистый железняк



Химический состав. Железо (Fe) 36,8%, титан (Ti) 31,6%, кислород 31,6%.

Цвет. Черный.

Блеск. Полуметаллический, жирный.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, иногда красно-бурая.

Твердость. 6.

Плотность. 4,5—5.

Излом. Скорлуповатое отслаивание.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые, пластинчатые.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре корунда.

Класс симметрии. Ромбоэдрический — $\bar{3}$.

Отношение осей. $c/a=2,764$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Плотные, сплошные, зернистые массы.

П. тр. Не плавится, в восстановительном пламени приобретает магнитные свойства.

Поведение в кислотах. В порошке с трудом растворяется в концентрированной соляной кислоте с выпадением окиси титана.

Сопутствующие минералы. Гематит, магнетит, апатит.

Сходные минералы. Магнетит, гематит, хромит.

Практическое значение. Руда титана. Используется для получения легированного сплава с железом (ферротитан), а также в форме двуокиси титана — белой краски с высокой кроющей способностью.

Происхождение и типы месторождений. Важный акцессорный минерал диабазов, габбро и других пород основного состава. Иногда ильменит образует микрокристаллические вроски в пироксенах. Выделения ильменита встречаются также в жилах альпийского типа в ассоциации с рутилом, сфеном, апатитом, полевыми шпатами, горным хрусталем.

Месторождения. Ильменские горы (СССР); Эккерзунд-Зоггендаль (Норвегия); Сен-Урбен (Канада); Айрон-Маунтин, шт. Вайоминг (США) и другие месторождения.

80. КАИНИТ

$\text{KMg}[\text{Cl}/\text{SO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, или $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Греч. «кайнос» — новый

Химический состав. Калий (K) 14—18%, окись магния (MgO) 15—17%, хлор (Cl) 14—19%, окись серы (SO_3) 28,34%, вода (H_2O) 18—21%.

Цвет. Серовато-белый, желтоватый, иногда красный, фиолетовый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5—3.

Плотность. 2,1.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Минерал изредка образует таблитчатые или призматические кристаллы.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 1,216 : 1 : 0,588; $\beta = 94^\circ 56'$.

Спайность. Хорошая (по кубу) (100).

Агрегаты. Плотные, тонкозернистые.

П. тр. Плавится, в воде легко растворяется, не гигроскопичен, не летучий, имеет солоновато-горький вкус.

Сопутствующие минералы. Карналлит, бишофит.

Практическое значение. Важная калиевая соль (ср. карналлит сильвин).

Происхождение и местонахождения. Продукт изменения карналлита. Особенно широко распространен в соляных месторождениях пермского возраста в ГДР: район Галле, Магдебурга, Эрфурта, Зуля; Гессен, Ганновер (ФРГ); близ Калуша (СССР); шт. Нью-Мексико (США).

81. Кальцит



Лат. «кальк» — известь

Синоним: известковый шпат



Химический состав. Окись кальция (CaO) 56%, двуокись углерода (CO₂) 44%; часто образует двойные соли с магнием и железом, иногда марганцем, реже с цинком (до 2%) и стронцием (стронциокальцит). Бесцветная водяно-прозрачная разновидность кальцита с сильным двупреломлением называется исландским шпатом.

Цвет. Разных цветов, чаще всего белый.

Блеск. Стеклянный и матовый.

Прозрачность. «Хрустально-чистый», прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3.

Плотность. 2,6—2,8.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Кристаллы кальцита имеют самый разнообразный облик: установлено 80 различных ромбоэдров, свыше 200 скаленоэдров и более 1000 их комбинаций. Чаще всего встречаются скаленоэдрические кристаллы, реже таблитчатые, пластинчатые, призматические и столбчато-ромбоэдрические. Часто наблюдаются двойники с плоскостью двойникования по ромбоэдру и зернистые агрегаты (мрамор).

Кристаллическая структура. Расположение ионов в элементарной ячейке конформно спайному ромбоэдру. Ионы Са и CO_3 располагаются как в гранецентрированных решетках (см. табл. 1).

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Спайность. Весьма совершенная по ромбоэдру (см. табл. 1) (1010).

Агрегаты. Зернистые, плотные, пластинчатые, конкреционные и др., закономерные прорастания зерен (мрамор).

П. тр. Растрескивается и выделяет CO_2 (жженная из-весть).

Поведение в кислотах. В слабой соляной кислоте наблюдается интенсивное выделение двуокиси углерода.

Сопутствующие минералы. Кварц, сидерит, сульфидные руды, окисные руды и др.

Сходные минералы. Арагонит, доломит, амблигонит, шабазит, кварц, барит, гипс, ангидрит, флюорит (легко отличаются по твердости, спайности и поведению в разбавленной соляной кислоте).

Практическое значение. Плотные известняки применяются как строительный материал, являются исходным материалом для получения синтетической резины, пластиков и другой продукции, используются в качестве флюса в черной металлургии для получения извести (известкование почв), как скульптурный мрамор и т. д. Рыхлые землистые известняки используются как писчий мел, для изготовления зубного порошка, краски, наполнителя для красок и т. д. Водяно-прозрачный, очень ценный двупреломляющий исландский шпат на-

ходит применение при изготовлении оптических поляризационных приборов.

Происхождение. Кальцит — один из самых распространенных минералов на поверхности Земли. Он образуется главным образом хемогенно-осадочным путем из водных растворов. В больших количествах кальцит осаждается в мелководных морских бассейнах в виде тонкодисперсной взвеси («известкового молока»), из которой впоследствии образуются известняки. Кальцит биохимического происхождения слагает ракушники, коралловые известняки и рифы. Он выполняет трещины в диабазах, мелафирах, базальтах и во многих других породах. Большой минералогический интерес представляет более редкий кальцит гидротермального происхождения, входящий в состав разнообразных парагенезисов рудных и нерудных минералов (фото 1).

Месторождения. Разрабатываемые залежи известняков распространены повсеместно. Двупреломляющий исландский шпат встречается в Исландии; в базальтах Нижней Тунгуски в Сибири, в Средней Азии и на Урале (СССР), а также в других районах мира.

КАОЛИНИТА ГРУППА

В эту группу входят три полиморфные модификации:

Каолинит, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$, или $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Диксит, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$

Накрит, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$

Отличить их можно только при помощи электронного микроскопа.

82. КАОЛИНИТ

$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$, или $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Китайск. «као-линг» — высокая гора (так называлось одно из месторождений каолина). Аналогичный состав имеют диксит и накрит

Химический состав. Окись алюминия (Al_2O_3) 39,5%, двуокись кремния (SiO_2) 46,5%, вода (H_2O) 14,0%.

Цвет. Белый, желтый, зеленоватый, голубоватый, красный.

Блеск. Тонкие чешуйки имеют перламутровый блеск, сплошная масса матовая.

Прозрачность. В куске непрозрачен, но отдельные листочки прозрачны.

Черта. Белая.

Твердость. 1.

Плотность. 2,58—2,60.

Излом. Раковистый, землистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Тонкие шестигульные (псевдогексагональные) хорошо образованные таблички.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка, аналогичная решетке мусковита.

Спайность. Хорошая.

Класс симметрии. Предположительно доматический (дидрический безосный) — 2.

Отношение осей. $\sim 0,7 : 1 : \sim 2,4$.

Агрегаты. Плотные, рыхлые, тонкочешуйчатые, землистые, сплошные массы.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Разлагается в H_2SO_4 .

Сопутствующие минералы. Полевой шпат, фельдшпатоиды, мусковит, кварц, циркон, касситерит и др.; большей частью они встречаются в виде реликтов в каолиновой массе.

Сходные минералы. Монтмориллонит, серицит.

Практическое значение. Очень большое. Каолинит используется как сырье в фарфоровой промышленности, как наполнитель в бумажной индустрии, как связующее вещество в красках, лаках и др.

Происхождение и типы месторождений. Образуется главным образом за счет полевых шпатов, фельдшпатоидов и других силикатов в результате их химического выветривания (химического разложения) или изменения под воздействием гидротермальных растворов. Пользуется широким распространением на суше (глины) и на океаническом дне (глубоководные глинистые осадки).

Месторождения. Мейсен, Кемниц, Галле (ГДР); Седлец близ Карлови-Вари (ЧССР); гора Као-Линг (Ки-

тай) — высококачественный каолин (китайский фарфор); Корнуэлл и Девоншир (Англия); Украина, Урал (СССР).

83. КАРНАЛЛИТ



Назван по фамилии Карналь

Химический состав. Магний (Mg) 8,7%, калий (K) 14,1%, хлор (Cl) 38,3%, вода (H₂O) 38,9%. Специфической особенностью карналлита является жгучий соленый вкус; он сильно гигроскопичен.

Цвет. Красный (благодаря мелкочешуйчатым включениям гематита), желтый, белый, бесцветный.

Блеск. Стеклообразный.

Прозрачность. Мутный, просвечивающий, прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 1—2, хрупкий.

Плотность. 1,60.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Кристаллы крайне редки, имеют псевдогексагональный облик.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,593 : 1 : 1,384.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Массивные грубозернистые агрегаты и массы.

П. тр. Легко плавится; легко растворяется в воде.

Сопутствующие минералы. Ангидрит, сильвин, каинит, кизерит, борациит, галит.

Сходные минералы. Каинит, красная каменная соль.

Практическое значение. Важное сырье для извлечения калия.

Происхождение. Кристаллизуется вместе с другими солями в соляных озерах при испарении в условиях жаркого сухого климата; образует крупные соляные залежи.

Месторождения. Многочисленные соляные разработки в округах Магдебург, Эрфурт, Зуль и Галле (ГДР); Гессен, Ганновер (ФРГ); Франция; Канада; Соликамск (СССР) и другие районы.

84. КАССИТЕРИТ



Греч. «касситерос» — олово
Синоним: оловянный камень



Химический состав. Олово (Sn) 78,8%, кислород (O) 21,2%, примеси железа, тантала, титана, ниобия, марганца, циркония, вольфрама.

Цвет. Коричневый, черный, серый, реже красный и желтый.

Блеск. На гранях полуметаллический, в изломе более тусклый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая до светло-желтой.

Твердость. 6—7, хрупкий.

Плотность. 6,8—7,1.

Излом. Раковистый.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Весьма изменчивая: столбчатые, пирамидальные, игольчатые, короткостолбчатые, почти всегда двойниковые сростки (фото 29, б).

Кристаллическая структура. Аналогична структуре рутила (рутиловая решетка).

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/mmm.

Отношение осей. $c/a = 0,672$.

Спайность. Хорошая по (100), (110).

Агрегаты. Плотные, почковидные, скорлуповатые, сливные, зернистые, волокнистые (коллоидные формы).

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Типичный парагенезис: касситерит, турмалин, топаз, литиевые слюды (лепидолит), литиево-железистые слюды (циннвальдит), кварц, апатит, флюорит, арсенопирит, вольфрамит, шеелит, молибденит, самородный висмут, халькопирит и др.

Сходные минералы. Везувиан, турмалин, сфалерит, ильменит, вольфрамит, магнетит, рутил.

Практическое значение. Касситерит — единственный рудный минерал олова, из которого выплавляется этот металл. Олово применяется для легирования многих

сплавов, для изготовления полуды в консервной промышленности и для многих других целей.

Происхождение. Рудопроявления касситерита и месторождения олова большей частью генетически связаны с гранитными интрузиями (с оловоносными гранитами). При этом касситерит обычно приурочен к образованиям постмагматической стадии: пегматитовым, пневматолитовым или гидротермальным.

При образовании касситерита большую роль играют такие летучие компоненты, как фтор, бор, хлор, которые входят в состав важнейших сопутствующих минералов — топаза (фтор), турмалина (бор), апатита (хлор). Оловоносными являются многочисленные типы грейзенов: слюдистые, топазовые, турмалиновые и др.; при высоком содержании касситерита они называются касситеритовыми грейзенами. Кроме того, оловоносные граниты могут испытывать автометаморфизм под воздействием собственных летучих компонентов. В таких случаях касситерит в ассоциации с топазом, турмалином и кварцем встречается в небольших штокообразных телах, которые часто «переполняют» гранитный массив. Такие породы называются цвиттером — это сплошная оловянная руда. Широко распространены также гидротермальные оловоносные породы, в которых выделения касситерита сопровождаются халькопиритом и другими сульфидами. Нередко касситерит находится в сростании с кварцем. Различные процессы образования касситерита обуславливают его морфологическое многообразие.

Месторождения. Классические оловоносные провинции: Альтенберг, Циннвальд, Садисдорф, Зейфен, Побершау, Эренфридерсдорф в саксонских Рудных горах; Танненберг, Тирперсдорф, Эльсниц в Фогтланде (ГДР); Корнуэлл (Англия); Забайкалье, Средняя Азия (СССР); провинция Юньнань (Китай); п-ов Малакка и прилежащие острова (Малайская касситеритовая провинция); Потоси (Боливия); Африка (Нигерия, Южная Африка) и другие месторождения, распространенные по всему миру.

КВАРЦА ГРУППА

Кварц (SiO_2) — простая двуокись кремнезема. В составе земной коры (литосферы) на его долю приходится около 12 мас. %. Кварц — один из минералов, наибо-

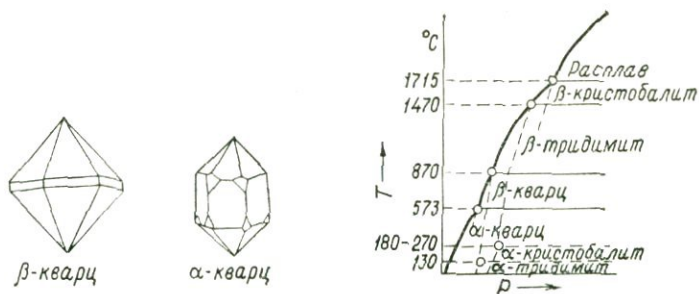
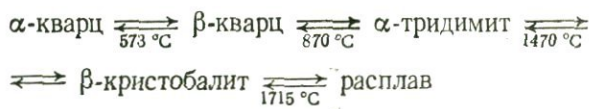


Рис. 21. Однокомпонентная система SiO_2 (кривые упругости паров различных модификаций SiO_2 показаны схематически).

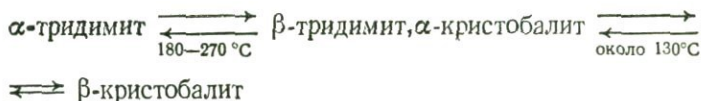
лее часто встречающихся в большинстве горных пород, слагающих земную кору: в кварцевых порфирах (риолитах), гранитах, гранито-гнейсах, гнейсах, слюдистых сланцах; является главным, а часто и почти единственным минералом песчаников, кварцитов, конгломератов, песков, галечников, гравия и жильных пород.

К группе кварца относится ряд модификаций кремнезема, образующихся при различных физико-химических условиях (температуре и давлении).

Магматический кварц образуется при высоких температурах и сравнительно высоком давлении:



При низких температурах и незначительном давлении проходят следующие превращения:



Различное кристаллическое строение и различный габитус кристаллов позволяют использовать кварц в качестве геологического термометра.

	Температура образования, °C	Сингония	Плотность, г/см ³
Кварцевое стекло	1715	Аморфная	раз- 2,21
Высокотемпературный β-кристобалит	1715—1470	Кубическая	2,20
α-кристобалит	180—270	Тетрагональная	2,32
Высокотемпературный β-тридимит	1470—870	Гексагональная	2,26
α-тридимит	~130	Ромбическая	2,27
Высокотемпературный β-кварц	870—573	Гексагональная	2,52
Низкотемпературный α-кварц	573—100	Тригональная	2,65
Опал	<100	Аморфная	раз- 1,9—2,5

85. КВАРЦ

SiO_2

Название дано средневековыми немецкими горняками; оно, вероятно, происходит от нем. «кварр» — скрежет (зерна кварца при истирании издают характерный скрежет)

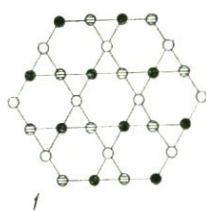
Химический состав. Двуокись кремния (SiO_2) 100%. В группу кварца входит ряд минералов (фото 2, 11, 23, 30, 6).

β-кварц, или высокотемпературный кварц (называемый также порфиловым кварцем, так как он встречается только в богатых кремнекислотой лавах), образуется при температуре 870°C (рис. 21 — однокомпонентная система SiO_2).

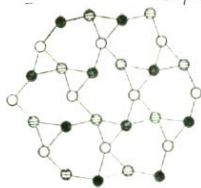
α-кварц, или низкотемпературный кварц, кристаллизуется при 573°C. Это кварц гранитов, гранитного остаточного расплава, гнейсов и глинистых сланцев. Низкотемпературный кварц разделяется по окраске на ряд разновидностей: *горный хрусталь* — бесцветные водянопрозрачные кристаллы; *аметист* (греч. «аметистос» — не пьяный; в древности аметист служил амулетом от опьянения) — фиолетовый; *дымчатый кварц*, раухкварц

Рис. 22. Кварц, SiO_2 .

Сингония гексагональная или тригональная. Кристаллическая структура кварца проста. В каждом кремнекислородном тетраэдре два иона кислорода расположены несколько выше и два — несколько ниже иона кремния. Низкотемпературный α -кварц (2) лишь незначительно отличается от высокотемпературного β -кварца по своей структуре. На рисунке показаны только ионы кремния; их различное высотное положение в кристаллической решетке отмечено разной густотой закрашки (светлые, заштрихованные и темные кружки).

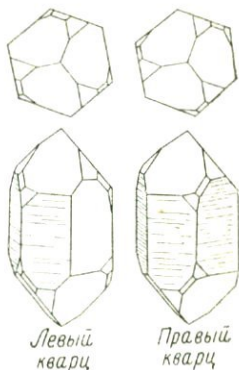


1



2

Б



А

(раухтопаз. — *Ред.*) — прозрачные разновидности, окрашенные в серый или коричневый «дымчатый» цвет; *мо-рион* — черный, серо-бурый или темно-коричневый; *цитрин* — золотисто-желтый или лимонно-желтый; *розовый кварц* — окрашен марганцем в бледно-розовый цвет; *сапфировый, или голубой, кварц* — мутно-голубой кварц, окрашенный тонкими иголочками амфибола; *молочный кварц* — белый кварц, окраска которого обусловлена многочисленными включениями жидкости или газа.

Тонковолокнистые (криптокристаллические) белые, серые, желтые, зеленые и пр., часто пятнистые или полосчатые разновидности кварца называются *халцедонами* (по древнему городу Халкедон на побережье Мраморного моря).

Агат (по р. Ахатес, ныне р. Дирилло, на о. Сицилия) — агрегаты халцедона полосчатого строения с полосами, окрашенными в различные цвета. Встречается главным образом в виде минералов, прожилков в эффузивных породах. Разновидности халцедона, окрашенные в раз-

ные цвета — коричневый, белый, красный, желтый и др., имеют свои собственные названия: *сердолик* — желтый, оранжевый, красный; *сардер* (или *сард*) — красновато-бурый, коричневый; *плазма* — зеленый; *хризопраз* — яблочно-зеленый, окрашенный тонкими включениями никельсодержащих силикатов; *оникс* — черно-белый (полосчатый); *карнеол* — мясо-красный. Существуют и другие разновидности.

Цвет. Разнообразная окраска, вплоть до бесцветного.

Блеск. На кристаллических плоскостях блеск стеклянный, на поверхности излома — жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 7, хрупкий.

Плотность. 2,52 и 2,65 (у всех тригональных разновидностей).

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Гексагональная (высокотемпературный кварц), тригональная — все остальные разновидности кварца, кристаллизовавшиеся ниже 573 °С (так называемый низкотемпературный кварц).

Форма кристаллов. Кварц — минерал, богатый формами, среди которых наиболее характерны гексагональные, трапецоэдрические и бипирамидальные. Различают правый кварц с праволежащими трапецоэдрическими гранями и левый кварц с леволежащими гранями (рис. 22). Характерны различные двойники, в том числе японские, дофинеиеские, бразильские.

Класс симметрии. Высокотемпературный кварц — гексагонально-трапецоэдрический — 622; низкотемпературный — тригонально-трапецоэдрический — 32.

Отношение осей. Высокотемпературный кварц: $c/a = 1,092$, низкотемпературный: $c/a = 1,100$.

Структура. Кристаллическая структура простая. Связь тетраэдров SiO_4 осуществляется через один общий атом кислорода.

Низкотемпературный α -кварц (рис. 22, Б, 2) отличается по кристаллической структуре от высокотемпературного β -кварца (рис. 22, Б, 1) очень незначительно.

Спайность. Плохая.

Агрегаты. Друзы, столбчатые сростки, плотные, сливные зернистые массы.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется только в плавиковой кислоте.

Сопутствующие минералы. Ортоклаз, микроклин, альбит, олигоклаз, мусковит, биотит, альмандин, дистен, андалузит, молибден, пирит, золото, многие сульфидные и другие минералы. Совместно с кварцем не встречаются оливин, лейцит, нефелин и другие минералы, характерные для растворов и расплавов с низким содержанием кремнекислоты.

Сходные минералы. Топаз, берилл, кордиерит, фенакит, пренит, флюорит и др.

Практическое значение. Кварц и мономинеральные кварцевые породы имеют большое практическое значение. Чистые, без дефектов кристаллы горного хрусталя (который в большом количестве получают искусственным путем) применяются в радиотехнике. Чистый жильный кварц или кварцевые пески служат материалом для футеровки доменных печей (силикатный кирпич) и изготовления мельничных жерновов. Кварцевый песок, галька и щебень находят применение в качестве наполнителей для бетона и как строительные материалы; плотный криптокристаллический кварц (агат) используется для изготовления агатовых ступок, валиков и призм в весах и в других точных приборах; красивые водяно-прозрачные или цветные разновидности кварца шлифуются и используются для изготовления различных украшений.

Происхождение. Кварц образуется в ходе различных геологических процессов.

1. Магматический процесс. На ранних стадиях из богатых кремнекислотой магматических расплавов выделяется гексагональный высокотемпературный, или порфировый, кварц, характерный для кварцевых порфиров или риолитов; на поздних стадиях в гранитах образуется тригональный низкотемпературный кварц, развивающийся в интерстициях между зернами других минералов.

2. Пегматитовый процесс. Кварц выделяется часто в сростании с полевым шпатом (так называемые письменные граниты), с мусковитом. В мусковитовых пегматитах образуется собственно пегматитовый кварц (в том числе розовый кварц).

3. Пневматолитовый процесс. В ассоциации с турмалином, топазом, циннвальдитом, молибденитом, касситеритом, вольфрамитом, апатитом и другими минералами.

4. Гидротермальный процесс. Жильный кварц, в большинстве случаев в ассоциации с такими рудными минералами, как золото, вольфрамит, минералы серебра, висмут, смальтин, сульфиды свинца и цинка, сидерит, флюорит и др.

5. Вторичные процессы. Кварц образуется в ходе химической (эндогенной и экзогенной) переработки, в том числе в результате кристаллизации из коллоидной кремнекислоты по схеме: опал → халцедон → вторичная кристаллизация кварца. При этом могут образовываться низкотемпературные гидротермальные агаты и различные разновидности халцедона. Вторичная коагуляция геля кремнекислоты ниже уровня грунтовых вод приводит к окремнению пород и образованию вторичных кварцитов (натечного губчатого кварца), а также к окремнению остатков морских ископаемых организмов и образованию кремневых желваков (журавчиков) в известковых осадочных породах и т. п.

Районы распространения. Урал, Украина, Закавказье, Забайкалье (СССР); Центральные Альпы (Швейцария, Италия, Франция); провинция Рио-Гранде (Бразилия, Уругвай) — торный хрусталь; Шлёз-виц — аметисты; Гальбах и другие месторождения в саксонских Рудных горах, Тюрингенском Лесу, Гарце — агаты; Галле и другие местонахождения — лигнитовые кварциты (ГДР); пресноводные кварциты Парижского бассейна (Франция) и другие месторождения.

86. КИЗЕРИТ



Химический состав. Окись магния (MgO) 21—29%, окись серы (SO_3) 43—58%, вода (H_2O) 13—34%.

Цвет. Белый, желтоватый, бесцветный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Просвечивающий, прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 3,5, хрупкий.

Плотность. 2,57.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Хорошо образованные кристаллы редки, обычно плотные зернистые массы.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Отношение осей. 0,905 : 1 : 1,003; $\beta = 117^\circ 43'$.

Спайность. Спайность по призме.

Агрегаты. Зернистые.

П. тр. При потере воды трескается, легко плавится, во влажном воздухе легко переходит в горькую соль.

Сопутствующие минералы. Карналлит, каннит, сильвин, галит, ангидрит.

Сходные минералы. Каннит, полигалит, горькая соль (эпсомит).

Практическое значение. Магниевое сырье, служит для получения горькой соли.

Происхождение и месторождения. Образуется главным образом в соляных месторождениях (кизеритовой провинции): Штасфурт, Бернбург, Фолькенрода и др. (ГДР); Гессен, Ганновер (ФРГ).

87. КИНОВАРЬ

HgS

Название происходит предположительно из Индии, где этим словом обозначают красную смолу; букв. — «кровь дракона»

Синоним: циннабарит

Химический состав. Ртуть (Hg) 86,2%, сера (S) 13,8%; важная руда ртути, имеющая большое практическое значение.

Цвет. Красный, багряный, серый, стально-серый, иногда наблюдается свинцово-серая побежалость.

Блеск. Алмазный.

Черта. Ярко-красная.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 8,1—8,6.

Излом. Неровный, занозистый.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые или кубообразные ромбоэдрические кристаллы, часто встречаются двойники.

Кристаллическая структура. Тригональные винтовые цепи.

Класс симметрии. Тригонально-трапецоэдрический — 32.
Отношение осей. $c/a=1,1453$.

Спайность. Хорошая по $(10\bar{1}0)$.

Агрегаты. Плотные, зернистые, сливные землистые массы, лучистые образования, иногда вкрапленность.

П. тр. На угле испаряется без остатка (ртутные пары!). В закрытой трубочке образуются возгон (HgS) и капельки ртути.

Поведение в кислотах. Растворяется в царской водке; в HNO_3 или в H_2SO_4 минерал не растворим.

Сопутствующие минералы. Самородная ртуть, ртутно-серебряные блеклые руды, халькопирит, марказит, галенит, карбонаты, флюорит, опал, халцедон.

Сходные минералы. Реальгар, куприт, эритрин, пираргирит, прустит, кровавик, крокоит, красная свинцовая руда, рутил.

Практическое значение. Киноварь — важная руда ртути.

Происхождение. Образуется в гидротермальных (эпитермальных) условиях; в зоне окисления из киновари иногда образуется самородная ртуть.

Месторождения. Альмаден (Испания); Идриа (Югославия); Монте-Амиата (Италия); Нью-Альмаден, Калифорния (США); Никитовка (Донбасс), Алайский и Туркестанский хребты (Средняя Азия), Кавказ и другие месторождения (СССР). В ГДР незначительные по размеру месторождения расположены в западных Рудных горах и в Тюрингенском Лесу; в ФРГ имеется небольшое месторождение возле Мошель-Ландсберга, вблизи Пфальца.

88. КЛИНОХЛОР



«Клинен» — наклонять (у минерала моноклинная сингония)

Греч. «хлорос» — зеленый

Магнезиальный хлорит, у которого особенно четко проявляется моноклинность кристаллических форм (см. хлориты)



Химический состав. Сильно колеблется; окись магния (MgO) 17—34,5%, закись железа (FeO) 1,8—12,2%, окись железа (Fe_2O_3) 0—3%, окись алюминия (Al_2O_3) 13,1—17,6%, двуокись кремния (SiO_2) 28,3—33,9%, вода (H_2O) 11,7—14,2%. Примеси: окись кальция (CaO) до 9%, окись марганца (MnO) до 23%, окись трехвалентного хрома (Cr_2O_3) до 8% (хромсодержащий клинохлор называется *кочубеитом*).

Цвет. Черно-зеленый до синевато-зеленого (кочубеит розовый, фиолетовый).

Блеск. Перламутровый, стеклянный, жирный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Зеленовато-белая.

Твердость. 2—2,5, листочки гибкие, но хрупкие (не эластичны).

Плотность. 2,61—2,78.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, пирамидальные, ромбоэдрические.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Предположительно призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,7 : 1 : \sim 3,1$; $\beta = 96^\circ 50'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (001).

Агрегаты. Чешуйчатые, листоватые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Полностью разлагается в концентрированной H_2SO_4 .

Сопутствующие минералы. Те же, что и у пеннинна.

Сходные минералы. Те же, что и у пеннинна: тюрингит, глауконит, вермикулит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. См. пеннинн.

89. КОБАЛЬТИН

$CoAsS$

Синоним: кобальтовый блеск

Химический состав. Кобальт (Co) 26—34%, мышьяк (As) 24—48%, сера (S) 18—21%, иногда присутствует до 3% никеля и до 8% железа (реже до 16%, в таких случаях минерал называется *феррокобальтином*).

Цвет. Серебряно-белый, белый, с красноватым оттенком.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая, черная.

Твердость. 5—6, хрупкий.

Плотность. 6,0—6,5.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Октаэдры, кубы, пентагон-додекаэдры.

Кристаллическая структура. Сходна со структурой пирита.

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — $m\bar{3}$.

Спайность. Средняя по кубу (100).

Агрегаты. Сплошные, почковидные, зернистые.

П. тр. Плавится в серый королек, на угле образует налет трехокиси мышьяка (As_2O_3).

Поведение в кислотах. В HNO_3 образуется розовый раствор с выделением серы и трехокиси мышьяка (As_2O_3).

Сопутствующие минералы. Халькопирит, кварц, турмалин, апатит.

Сходные минералы. Линнеит, никелин, висмут.

Практическое значение. Кобальтин является важной рудой кобальта. Последний применяется как легирующий элемент при изготовлении кобальтовых сталей. С металлами (хром, молибден, вольфрам и др.) кобальт образует такие важные в технике твердые вязкие материалы, как стеллит, видия и др. Со используется при изготовлении стекла (кобальтовое стекло) и в керамической промышленности для получения глазури синего и зеленого цвета.

Происхождение. Контактново-пневматолитовое в гнейсах, слюдяных сланцах, карбонатных скалах; гидротермальное в кварцевых жилах с золотом, кобальт-никель-серебряных и сидеритовых жилах.

Месторождения. У Кировобада (Азербайджанская ССР) (СССР); Кобальт в Онтарио (Канада); близ Аннаберга, Шнеберга (Рудные горы) (ГДР); у Зигена (ФРГ); Скуттеруд (Норвегия); Тунаберг (Швеция) и др.

90. КОВЕЛЛИН

CuS , или $\text{Cu}_2^+\text{S} \cdot \text{Cu}^{2+}\text{S}_2$



Назван по фамилии итальянского минералога Ковелли (1790—1829)
Синоним: медное индиго

Химический состав. Медь (Cu) 66,5%, сера (S) 33,5%.
Цвет. Индигово-синий до сине-черного.

Блеск. Жирный.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 4,7.

Излом. Неровный до раковистого.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллических выделений. Чаще всего мелкие тонкие таблочки, листоватые, мелкозернистые, шестоватые, сплошные массы.

Кристаллическая структура. Гексагональная слоистая решетка.

Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный — 6/mmm.

Отношение осей. $c/a=4,305$.

Спайность. Совершенная по базису (0001).

Агрегаты. Массивные, сплошные, листоватые.

П. тр. Легко плавится и загорается голубым пламенем, выделяя двуокись серы.

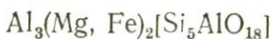
Сопутствующие минералы. Халькопирит, халькозин, борнит, пирит и др.

Сходные минералы. Борнит (не листоватый!).

Практическое значение. Медная руда.

Происхождение. Обычно ковеллин образуется в зоне вторичного сульфидного обогащения медных, колчеданных и полиметаллических месторождений (рис. 20). Является характерным минералом зон выветривания и переотложения.

Месторождения. Медистые сланцы Мансфельда, Эйслебена, Зангерхаузена (ГДР). Известны находки в Альгеро (Сардиния); Бьютт, шт. Монтана (США); Кауан (Новая Зеландия); Бор (Югославия) и др.



Назван в честь английского геолога Кордые (1777—1862)

Синоним: дихроит (греч. «дихрос» — двуцветный)

Химический состав. Двуокись кремния (SiO_2) около 50%; содержание окиси магния и закиси железа меняется в широких пределах: MgO 0,5—15%, FeO 1—12%; окись алюминия (Al_2O_3) 29—33%.

Цвет. Бесцветный, светло-синий, темно-синий, фиолетовый, иногда желтовато-белый до бурого.

Блеск. Жирный, стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 7—7,5, хрупкий.

Плотность. 2,60—2,66.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Кристаллы редки, обычно сплошные массы, часто вкрапленные зерна.

Кристаллическая структура. Сходна со структурой берилла, лишь места ионов бериллия заняты ионами алюминия.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 1,748 : 1 : 0,954.

Спайность. Несовершенная.

Агрегаты. Сплошные массы, зерна.

П. тр. Не плавится или плавится с большим трудом.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Полевые шпаты, биотит, кварц, магнетит, пирротин, амфиболы, силлиманит, андалузит.

Сходные минералы. Кварц, нефелин.

Практическое значение. Кордиерит красивой синей окраски иногда используется как драгоценный камень (дихроит).

Происхождение. Распространен в гранитных пегматитах, гнейсах (кордиеритовые гнейсы, гранат-кордиеритовые гнейсы), кордиеритовых (контактовых) роговиках. Встречается в вулканических породах (риолитах, андезитах), в вулканических выбросах. В виде так на-

зываемого водяного сапфира вместе с гранатом, турмалином, силлиманитом встречается как тяжелый минерал в речных галечниках.

Месторождения. В саксонских Гранулитовых горах в пегматитах и кордиеритовых гнейсах близ Бургштедта, в долине Хемница между Моосдорфом и Люнцинау, у Лимбаха, Митвейды, Берингена и в других районах (ГДР); близ Боденмайса в Баварии (ФРГ). Как породообразующий минерал кордиерит повсеместно распространен в роговиках разных типов.

92. КОРНЕРУПИН

$(\text{Mg, Fe, Al})_4(\text{Al, B})_6[\text{(O, OH)}_{5-6}/(\text{SiO}_4)_4]$

Синоним: призматин

Химический состав. Двуокись кремния (SiO_2) 30,5%, окись бора (B_2O_3) 3%, глинозем (Al_2O_3) 35,8%, окись железа (Fe_2O_3) 3,2%, закись железа (FeO) 9,1%, окись магния (MgO) 17,6%, окись натрия (Na_2O) 1,6%.

Цвет. Белый, темно-желтый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 7,5.

Плотность. 3,3.

Сингония. Ромбическая.

Агрегаты. Шестоватые, лучистые.

Сопутствующие минералы. Турмалин, плагиоклаз и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Пегматитово-пневматолитовое в гранулитах, гнейсах.

Местонахождения. Вальдгейм (ГДР); Гренландия; Мадагаскар; оз. Сент-Мари, Квебек (Канада) и др.

93. КОРУНД

Al_2O_3

Название происходит из Индии

Разновидности: *наждак* — тонкозернистый корунд с примесью других минералов; *рубин* — драгоценный камень красного цвета (лат. «рубер» — красный); *сапфир* —

драгоценный камень синего цвета (греч. «сапфейрос» — голубой драгоценный камень)

Химический состав. Алюминий (Al) 53,2%, кислород (O) 48,8%; незначительные примеси хрома, железа, марганца, титана придают корунду соответствующую окраску.

Цвет. Белый, красный, розовый, синий, синевато-зеленый, черный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий до непрозрачного.

Черта. Белая, царапает фарфоровую пластинку.

Твердость. 9.

Плотность. 3,9—4,1.

Излом. Раковистый, занозистый.

Сингония. Тригональная, боченковидные кристаллы.

Форма кристаллов. Призматические, боченковидные, столбчатые, пирамидальные, таблитчатые, ромбоэдрические.

Кристаллическая структура. Центры тяжести групп Al_2O_3 образуют слегка деформированную всесторонне гранецентрированную кубическую решетку¹.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Отношение осей. $c/a = 1,363$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Магнетит, гематит, хлорит, шпинель.

Сходные минералы. Изумруд, циркон, шпинель, гранат, кордиерит, берилл, апатит, топаз, турмалин.

Практическое значение. Важнейшее сырье для квантовых генераторов. Применяется для специальной футеровки электроплавильных печей, находит применение в физических приборах, часах, для изготовления абразивов (корундовые круги, наждачная бумага, шлифоваль-

¹ В основе структуры корунда лежит плотнейшая гексагональная упаковка из ионов кислорода, в которой $2/3$ октаэдрических пустот заполнены ионами Al^{3+} , образующими, таким образом, в пространстве октаэдры AlO_6 . — *Прим. перев.*

ные порошки). Большое количество корунда получают искусственно; искусственные рубины и сапфиры находят широкое применение в ювелирном деле, а также в лазерах.

Происхождение. Глубинное магматическое в корундовых сненитах, сненитовых пегматитах. При контактовом метаморфизме и метасоматозе в богатых глиноземом осадочных породах образуются залежи корунда — месторождения наждака, а в более редких случаях в глиноземистых мраморизованных известняках образуются драгоценные корунды (рубины, сапфиры и др.). Месторождения драгоценных корундов известны в Верхней Бирме, Шри Ланка, Бразилии, на Урале (в Ильменах). *Месторождения.* Месторождения корунда находятся на о. Наксос (корунд с магнетитом, железным блеском, гранатом) (Греция); в СССР известно богатое месторождение корунда Семизбугы в районе Баянаула (Казахстан), где корунд ассоциирует с мусковитом, гематитом, рутилом и другими минералами; проявления корундовой минерализации имеются также на восточном склоне Урала в районе Кыштыма (корунд-плагиоклазовые жилы в ультраосновных породах).

94. КРИОЛИТ

$\alpha\text{-Na}_3\text{AlF}_6$

Греч. «криос» — лед, «литос» — камень (минерал по внешнему виду похож на лед)

Химический состав. Алюминий (Al) 12,8%, натрий (Na) 32,8%, фтор (F) 54,4%.

Цвет. Белый, реже красноватый, коричневатый, черный.

Блеск. Перламутровый, влажный, стеклянный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5—3, хрупкий.

Плотность. 2,95.

Излом. Шпатоподобный, неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Кубообразные, истрихованные кристаллы, двойники.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Отношение осей. $0,973 : 1 : 1,391$; $\beta = 90^\circ 11'$.

Спайность. Хорошая по (001), (110).

Агрегаты. Плотные, зернистые, шпатоподобные.

П. тр. Легко плавится (плавится уже в пламени спички).

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl и H₂SO₄.

Сопутствующие минералы. Кварц, сидерит, галенит, пирит, халькопирит, сфалерит, касситерит, топаз, флюорит.

Сходные минералы. Ангидрит, барит.

Практическое значение. В металлургии применяется в качестве плавня, используется также при изготовлении матового стекла, эмалей.

Происхождение. В пегматитах; генетически связан с растворами, содержащими большое количество фтора.

Месторождения. Ивигтут (Гренландия); Ильмены (СССР).

95. КРОКОИТ



Греч. «крокос» — шафран (по цвету красно-желтого рыльца цветка *Crocus sativus*)

Синоним: красная свинцовая руда



Химический состав. Окись свинца (PbO) 68,9%, окись хрома (CrO₃) 31,1%.

Цвет. Яркий оранжево-красный, желто-красный (фото 27).

Блеск. Алмазный (жирный).

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Оранжево-желтая.

Твердость. 2,5—3, хрупкий.

Плотность. 5,9—6,0.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Шестоватые, призматические, игольчатые.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Отношение осей. $0,960 : 1 : 0,919$; $\beta = 102^\circ 33'$.

Спайность. Ясная по (110).

Агрегаты. Вкрапленность, плотные массы, налеты.

П. тр. Плавится, дает свинцовый королек.

Поведение в кислотах. Растворяется в горячей соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Галенит, лимонит, иногда хромит.

Сходные минералы. Реальгар, киноварь.

Практическое значение. Не имеет, так как встречается слишком редко.

Происхождение. Образуется в зоне окисления свинцовых месторождений вблизи хромитовых залежей или хромсодержащих перидотитов.

Местонахождения. Урал, близ Свердловска (СССР); о. Тасмания (район Дандас); Бразилия; о. Лусон (Филиппины).

96. КУПРИТ

Cu_2O

Лат. «купрум» — медь

Синоним: красная медная руда

Химический состав. Медь (Cu) 88,8%, кислород (O) 11,2%; в виде механических примесей — самородная медь, гематит, вода.

Цвет. Красный, красно-бурый, металлически-серый.

Блеск. Металлический, на изломе алмазный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Буровато-красная.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 5,85—6,15.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Октаэдры, реже кубы.

Кристаллическая структура. Купритовая решетка.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический.

Спайность. Ясная по октаэдру (111).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Восстанавливается до меди.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Самородная медь, малахит, азурит.

Сходные минералы. Гематит, киноварь, прустит, пираргирит.

Практическое значение. Медная руда; крупные месторождения встречаются редко.

Происхождение. В зонах окисления месторождений меди.

Месторождения. Урал, Алтай (СССР); Шесси близ Лиона (Франция); Бисби, шт. Аризона (США); Цумеб (Намбия); Перу; Чили и др.

97. ЛАБРАДОР

Минерал в большом количестве был найден на побережье п-ова Лабрадор

Минерал группы полевых шпатов — плагиоклаз основного состава

Химический состав. См. диаграмму на рис. 23.

Цвет. Белый, серый, бурый, синий.

Блеск. Стеклообразный, жирный, перламутровый. У лабрадора наблюдается яркая игра цветов — иризация в синих, красноватых или зеленых тонах (лабрадоризация) (ср. анортит).

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,72.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, толстотаблитчатые (кристаллы редки).

Кристаллическая структура. Силикат с бесконечным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. $0,635 : 1 : 1,10$; $\alpha = 93^\circ 34'$, $\beta = 116^\circ 06'$, $\gamma = 89^\circ 47'$.

Спайность. Совершенная по базису (P) (001), ясная по концевой грани (M) (010) и по призме (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Зернистые, плотные.

П. тр. Плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Оливин, пироксены, хромит, ильменит, халькопирит, пирротин, пентландит и др.

Сходные минералы. Анортотлаз.

Практическое значение. Небольшое. Иризирующие лабрадоры находят применение в качестве полудрагоценного камня и облицовочного материала.

Происхождение. Лабрадор — важный породообразующий минерал магматических пород основного состава: габбро, базальтов, диабазов. Большая часть симатического слоя Земли состоит из лабрадора. Лабрадор пегматитового происхождения называется «лабрадор-анортозит».

Районы распространения. Канада; Украинская ССР, Средний Урал, Карелия (СССР); в массивах габбро близ Бёригена, Вальдгейма, Хоэнштейн-Эрнстала, Хельмюле близ Пенига (саксонские Гранулитовые горы); лабрадор входит в состав базальтов и диабазов Рудных гор и Тюрингенского Леса в его краевой области, а также диабазов Гарца (ГДР). Широко распространенный минерал.

98. ЛАЗУРИТ



Назван по интенсивной синей окраске

Синоним: ляпис-лазурь

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 16,8%, окись кальция (CaO) 8,7%, окись алюминия (Al_2O_3) 27,2%, двуокись кремния (SiO_2) 31,8%, окись серы (SO_3) 34%, хлор (Cl) 0,25%.

Цвет. Лазурно-синий, темно-синий.

Блеск. Стекланный, жирный.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Светло-голубая.

Твердость. 5,5, хрупкий.

Плотность. 2,38—2,42.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Кристаллы очень редки.

Кристаллическая структура. Простая кубическая структура. Ионы хлора располагаются в углах и в центре куба в тетраэдрическом окружении ионов натрия.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\overline{4}3m$.

Спайность. Несовершенная.

Агрегаты. Плотные, аморфные.

П. тр. Сплавляется в белое стекло.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl с выделением сероводорода.

Сопутствующие минералы. Кальцит, пирит.

Сходные минералы. Содалит, нозеан, гаюин.

Практическое значение. Декоративный и поделочный камень: с древних времен и по сей день применяется для изготовления всевозможных украшений.

Происхождение. Образуется в процессе контактового метаморфизма на контакте карбонатных пород со щелочными интрузиями.

Месторождения. Бадахшан (Афганистан); южное Забайкалье (СССР); Калифорния (США); горы Альбано, выбросы Монте-Соммы (Италия).

99. ЛЕЙЦИТ

$K[AlSi_2O_6]$, или $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$

Греч. «левкос» — белый



Химический состав. Окись калия (K_2O) 21,5%, окись алюминия (Al_2O_3) 23,5%, двуокись кремния (SiO_2) 55,0%.

Цвет. Бесцветный, белый, серый, желтоватый.

Блеск. Стекланный и жирный.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6.

Плотность. 2,45—2,50.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Тетрагон-триоктаэдры (лейцитовые).

Кристаллическая структура. Бесконечный трехмерный каркас $(SiAl)O_4$ (каркасная решетка).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\overline{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Редки, чаще монокристаллы.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl с выпадением в осадок кремнекислоты.

Сопутствующие минералы. Санидин, лабрадор, нефелин, оливин, авгит.

Сходные минералы. Анальцит, содалит, гранат (гроссуляр).

Практическое значение. Используется в качестве второстепенного сырья для получения алюминия и калия.

Происхождение. Лейцит — порообразующий минерал (фельдшпатоид), образуется в магматических расплавах основного состава с высоким содержанием калия, например в лейцитовых базальтах, лейцитовых фonoлитах, лейцитовых сиенитах.

Местонахождения. В ГДР распространен в Рудных горах (Обервизенталь); в Италии широко развит в лавах Везувия; ФРГ (Лаахерское озеро) и другие места.

100. ЛЕПИДОЛИТ



Греч. «лепис» — чешуйка, «литос» — камень

Синоним: литионит

Химический состав. Изменчивый; окись калия (K_2O) 4,82—13,85%, окись лития (Li_2O) 1,23—5,90%, окись алюминия (Al_2O_3) 11,33—28,80%, двуокись кремния (SiO_2) 46,90—60,06%, вода (H_2O) 0,65—3,15%, фтор (F) 1,36—8,71%. Присутствуют также примеси железа, марганца, кальция, натрия, цезия, рубидия, составляющие (в виде окислов) до 3,7%.

Цвет. Бледно-розовый, розовато-серый, розовато-красный, сиреневый.

Блеск. Перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2—3.

Плотность. 2,8—2,9.

Излом. Листочки гибкие, эластичные.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Таблитчатые, чешуйчатые, кристаллы редки.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,581 : 1 : 1,124$; $\beta = 100^\circ 48'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (001), неотчетливая по боковым граням и призме.

Агрегаты. Плотные, листоватые, тонкочешуйчатые, скорлуповатые.

П. тр. Легко сплавляется с образованием белой эмали, окрашивает пламя в карминово-красный цвет.

Поведение в кислотах. Растворяется с трудом, только после плавления.

Сопутствующие минералы. Топаз, берилл, сподумен.

Сходные минералы. Циннвальдит.

Практическое значение. Используется для получения солей лития, которые применяются при изготовлении специальной оптики и в пиротехнике. Литий употребляется также в качестве легирующего металла.

Происхождение. В пегматитах и в пневматолитовых породах в ассоциации с касситеритом и вольфрамитом.

Месторождения. Урал (СССР); Рожнов (ЧССР); Овернь (Франция); шт. Мэн, Сан-Диего в Калифорнии (США); саксонские Гранулитовые горы, пегматиты близ Пенига, Лимбах (округ Карл-Маркс-Штадт) (ГДР) и др.

101. ЛЁЛЛИНГИТ



Раньше назывался мышьяковистым колчеданом

Назван по Лёллингу, городу в Каринтии (Австрия)



Химический состав. Железо (Fe) 27%, мышьяк (As) 72,8%.

Цвет. Оловянно-белый с серой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серо-черная.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 7,4—7,5.

Излом. Неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Игольчатые, призматические.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,544 : 1 : 1,130.

Спайность. Неясная по (001).

Агрегаты. Плотные, сливные, тонкозернистые, игольчатые.

П. тр. На угле образует белый налет окиси трехвалентного мышьяка.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 с выпадением As_2O_3 .

Сопутствующие минералы. Галенит, сфалерит, пирит, хлоантит, магнетит, самородный висмут, касситерит, сидерит, флюорит, пироксены, амфиболы, гранат и др.

Сходные минералы. Арсенопирит, кобальтовый блеск.

Практическое значение. Небольшое; может использоваться для получения мышьяка.

Происхождение и месторождения. Присутствует главным образом в гидротермальных жилах и метасоматических месторождениях (скарнах). Магнетитовые скарны Санкт-Христофа близ Брайтенбрунна, в оловоносных гранитах Гейера (Рудные горы) (ГДР); Лёллинг близ Хюттенберга (Каринтия); в месторождениях Варутрёск, Болиден и Фалун (Швеция) и другие месторождения мира.

102. ЛИМОНИТ



Греч. «лимон» — луг (первоначально имелись в виду характерные месторождения лимонита в болотах — болотная руда)

Синоним: бурый железняк

Химический состав. Окись железа (Fe_2O_3) 86—89%, вода (H_2O) 10—14% (см. гётит).

Цвет. Бурый, черный, охристо-желтый.

Блеск. Стекловидный, шелковистый, жирный, матовый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Желтая, ржаво-бурая.

Твердость. 1,5—5,5.

Плотность. 3,3—3,9.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Тонкокристаллические, волокнистые, столбчатые агрегаты, землистые, сплошные массы, весьма распространены почковидные стяжения, сталактитоподобные и шарообразные формы (бурая «стеклянная голова»), оолитовые и бобовые руды.

Класс симметрии. См. гётит.

Отношение осей. См. гётит.

Спайность. Хорошая.

П. тр. Плавится, при нагревании в стеклянной трубке выделяет большое количество воды.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Пирролюзит, псиломелан, гематит, халцедон, кварц, кальцит, барит и др.

Сходные минералы. Гётит, гематит.

Практическое значение. Важная железная руда.

Происхождение. 1. Минерал зоны выветривания. Игольчатые разновидности, такие, как болотная железная руда, образуются из гелей в заболоченных участках. 2. При накоплении богатых железом минералов и сульфидов в зоне окисления (железной шляпе). 3. Как морские оолитовые образования, называемые железорудными минеттами. В ГДР оолитовые железные руды встречаются возле Зомершенбурга (округ Магдебург), руды коры выветривания — в районе Тюрингенского краевого разлома в Камсдорфе близ Заальфельда, Шмалькальдена, Зуля, землистый бурый железняк вместе с хлоритами никеля — в коре выветривания серпентинитового массива близ Хоэнштейн-Эрнстала (округ Карл-Маркс-Штадт). Распространен во всем мире.

Месторождения. Весьма крупное месторождение бурого железняка находится в ФРГ близ Зальцгиттера (Брауншвейг), еще большее по размеру месторождение бобовых железных руд известно в Лотарингии (Франция). В СССР крупные месторождения оолитовых руд известны на Урале, на Керченском п-ове и в других местах.

103. ЛЮДВИГИТ



Назван в честь химика Людвига

Химический состав. Изменчивый; окись магния (MgO) 27—33%, закись железа (FeO) 7—17%, окись железа (Fe_2O_3) 36—40%, окись трехвалентного бора (B_2O_3) 15—17%.

Цвет. Черный, черно-зеленый.

Блеск. Стекланный, шелковистый.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий (зеленоватый).

Черта. Черно-зеленая.

Твердость. 5, хрупкий.

Плотность. 3,6—4.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Встречается только в виде агрегатов — зернистых, лучистых или плотных.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 2,997 : 1 : 4,082.

Спайность. Раскалывается на призматические осколки.

П. тр. Плавится с образованием черного магнитного шлака.

Поведение в кислотах. Легко разлагается.

Сопутствующие минералы. Везувиан, гранат, пироксен, амфибол, флогопит, хлорит, альбит, кварц, магнетит, касситерит, арсенопирит, лёллингит и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и месторождения. Контактво-метасоматический (контактово-пневматолитовый) в доломи-тах и известняках. Редкие находки людвигита отмече-ны на р. Моравица, область Банат (Румыния). В ГДР людвигит в существенном количестве встречается в маг-нетитовых скарнах Пёла, близ Шварценберга в Рудных горах.

104. МАГНЕЗИТ



Назван по области Магнезии в Фессалии (Греция); ми-нерал известен с глубокой древности

Синонимы: горький шпат, горькая соль

Химический состав. Окись магнезия (MgO) 47,6%, дву-
окись углерода (CO_2) 52,4%. Примеси железа, марган-
ца, кальция.

Цвет. Белый, бледно-желтый, серый, черный, бурова-
тый.

Блеск. Стеклообразный, матовый.

Прозрачность. Слабопросвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 4—4,5.

Плотность. 2,9—3,10.

Излом. Фарфоровидный (у плотных разновидностей), рако-
вистый.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Притупленно-ромбоэдрические крис-
таллы, чаще грубозернистые выделения.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре
кальцита.

Класс симметрии. Дитригонально-скеленоэдрический —
 $\bar{3}m$.

Спайность. Совершенная по ромбоэдру ($10\bar{1}0$).

Агрегаты. Зернистые, плотные.

П. тр. Не плавится, растрескивается.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Доломит, опал, халцедон,
минералы группы серпентина, тальк, хлорит, гипс.

Сходные минералы. Кальцит, доломит, анкерит, сиде-
рит.

Практическое значение. Применяется в металлургии в
качестве огнеупора.

Происхождение. Гидротермальное — путем замещения
доломитовых известняков и доломитов, а также при
воздействии гидротермальных растворов на ультраос-
новные породы. Магнезит, главным образом его разно-
видность с очень плотной криптокристаллической тек-
стурой, образуется также при химическом выветрива-
нии серпентинитов.

Месторождения. Главные районы развития месторожде-
ний: Урал, Дальний Восток (СССР); северо-восток
КНР; КНДР; ЧССР; Австрия.

Fe_3O_4 , или $\triangleleft \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

Греч. «магнетес» — магнитный камень

По другим толкованиям минерал назван по области Магнезия или по имени пастуха Магнеса, якобы первым нашедшего природный магнит — магнетит

Синоним: магнитный железняк

Химический состав. Закись железа (FeO) 31%, окись железа (Fe_2O_3) 69,0%, железо (Fe) 72,4%. Разновидности: *титаномagnetит* с содержанием двуокиси титана до нескольких процентов; *хроммагнетит* с содержанием окиси хрома до нескольких процентов; известны также разновидности, содержащие до 10% окиси магния (MgO) и до 15% окиси алюминия (Al_2O_3). В магнетитах различного происхождения отмечаются следы никеля, марганца, ванадия, кобальта, циркония, олова и других элементов. Минерал обладает сильными ферромагнитными свойствами.

Цвет. Железно-черный, иногда с синей побежалостью.

Блеск. Металлический, матовый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная. Специфическим свойством магнетита является его способность замещаться гематитом. Псевдоморфозы гематита по магнетиту носят специальное название — «мартит», а сам процесс замещения называется «мартитизация». Такие минералы переходного состава имеют уже свойства гематита (вишнево-красную или красно-бурю черту).

Твердость. 5,5.

Плотность. 4,9—5,2.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Октаэдры, редко ромбододекаэдры.

Кристаллическая решетка. Шпинелевая.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Плотные, сливные.

П. тр. Не плавится. В окислительном пламени магнетит сначала переходит в маггемит ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), а затем в гематит; при этом магнитные свойства минерала исчезают.

Поведение в кислотах. В порошке растворяется в HCl.
Сопутствующие минералы. Оливин, серпентин, пироксен, амфибол, гранат, хлорит, сфалерит, пирит, халькопирит, ильменит, гематит, лёллингит, арсенопирит, кальцит и другие минералы.

Сходные минералы. Ильменит, гематит, лимонит.

Практическое значение. Наряду с гематитом и лимонитом важная руда железа.

Происхождение. Во многих магматических породах (сиенитах, диоритах, андезитах) магнетит является аксессуарным минералом, в породах основного состава (базальтах, габбро) он обычно представлен титановой разновидностью — титаномagnetитом. Образование существенных количеств магнетита за счет кристаллизации магматического расплава (рудной магмы, тип Кируна-вара) происходит редко. Чаще массивные магнетитовые руды являются результатом контактового метасоматоза (магнетитовые скарны, тип саксонских Рудных гор). Мировое значение имеют магнетит-гематитовые кварциты (тип Курской магнитной аномалии), возникшие в процессе регионального метаморфизма.

Месторождения. Кируна (Швеция); Урал, Средняя Азия, Забайкалье, Кривой Рог, Курск и др. (СССР); Шварценберг, Брейтенбрунн, Шмальцгрубе, Мариенберг, Берггисхюбель в Рудных горах (ГДР); оз. Верхнее (США); п-ов Лабрадор (Канада); Минас-Жерайс (Бразилия); Бушвелд (Южная Африка) и другие месторождения, расположенные в разных районах мира.

106. МАЛАХИТ

$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2/\text{CO}_3]$, или $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Греч. «малакос» — мягкий

Химический состав. Окись меди (CuO) 71,9%, (Cu 57,4%), двуокись углерода (CO₂) 19,9%, вода (H₂O) 8,2%.

Цвет. Изумрудно-зеленый, темно-зеленый, зеленовато-серый (фото 6).

Блеск. Стекланный, шелковистый, матовый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Светло-зеленая.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 3,9—4,1.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Коротко- и длиннопризматические, игольчатые.

Класс симметрии. Призматический — 2/т.

Отношение осей. 0,788 : 1 : 0,274; $\beta \sim 98^\circ$.

Спайность. Проявляется редко, в этих случаях хорошая.

Агрегаты. Почковидные образования радиально-волокнистого строения, плотные, землистые массы.

П. тр. Плавится в окислительном пламени и дает королек меди. В стеклянной трубочке выделяет воду и чернеет.

Поведение в кислотах. В HCl легко растворяется (с вскипанием), при обильном добавлении аммиака раствор окрашивается в синий цвет.

Сопутствующие минералы. Халькопирит, борнит, тетраэдрит, халькозин, куприт, самородная медь, азурит, гематит, лимонит, карбонаты и др.

Сходные минералы. Хризоколл, атакамит, фосфаты и арсенаты меди и др.

Практическое значение. Частично используется как важная медная руда, рисунчатый малахит — поделочный камень.

Происхождение. Выделения малахита характерны для зон окисления сульфидных месторождений меди, которые расположены в массивных известняках (гидротермальные импрегнации, т. е. зоны вкрапленных сульфидных руд в известняках). Малахит (часто вместе с азуритом) — типичный поисковый минерал при поиске первичных медных руд. Широко известны месторождения малахита близ Нижнего Тагила и под Свердловском на Урале. Малахит из этих месторождений идет на изготовление украшений и поделок. Большое впечатление производят облицованные малахитом колонны в Исаакиевском соборе и малахитовый зал в Зимнем дворце в Ленинграде.

Месторождения. Цумеб (Намибия); Заир (богатые руды); Родезия; шт. Аризона (США); Австралия; Тюрингенский краевой разлом (близ Заальфельда, Камсдорфа), Рудные горы и Гарц (ГДР); Зигерланд и близ Дилленбурга (ФРГ); Шеси близ Лиона (Франция); Корнуэлл (Англия) и др.



107. МАНГАНИТ

γ -MnOOH, или $Mn_2O_3 \cdot H_2O$

Химический состав. Окись марганца (MnO) 40,4%, дву-
окись марганца (MnO₂) 49,4%, вода (H₂O) 10,2%.

Цвет. Буровато-черный, черный.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Просвечивающий, в осколках просвечивает красным.

Черта. Темно-бурая.

Твердость. 4, хрупкий.

Плотность. 4,2—4,4.

Излом. Неровный.

Сингония. Моноклинная (морфологически — ромбическая).

Форма кристаллов. Столбчатые, вытянутые по оси *c*, призматические; грани часто сильно исштрихованы.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 0,8441 : 1 : 0,5448; $\beta = 90^\circ$.

Спайность. Совершенная по (010), (110).

Агрегаты. Плотные, реже зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Пиролюзит, барит, кальцит.

Сходные минералы. Антимонит, пиролюзит.

Практическое значение. Наряду с пиролюзитом и псиломеланом важная руда Mn для черной металлургии, получения ферромарганца; легирующий металл для получения марганцовистых сталей, зеркального чугуна и др.

Происхождение. Гидротермальные жилы в эффузивных породах, в осадочных месторождениях вместе с другими окислами марганца (псиломеланом, пиролюзитом).

Месторождения. Чиатура (Кавказ), Никополь (Украина) (СССР); в гидротермальных жилах (в виде крупных кристаллов), пересекающих порфиры близ Ильфельда (Гарц), под Эльгерсбургом и Эренштоком в Тюрингенском Лесу и в других местах (ГДР).



Название происходит от древнего арабского слова «маркашитса» — огненный камень (у алхимиков markasitae)

Химический состав. Железо (Fe) 46,6%, сера (S) 53,4%; аналог пирита.

Цвет. Шпейсово-желтый с зеленоватым оттенком, часто с побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 6.

Плотность. 4,7—4,9.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Таблитчатые, короткостолбчатые, пирамидальные, игольчатые кристаллы; почковидные, плотные, радиально-лучистые желваки, сложные гребенчатые сростания (так называемый копьевидный, или гребенчатый, колчедан).

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,762 : 1 : 1,218.

Спайность. Несовершенная по (101).

Агрегаты. Плотные.

П. тр. Становится трещиноватым и сплавляется в магнитный шарик; в закрытой стеклянной трубочке при нагревании образуется возгон серы.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Пирит, халькопирит. Марказит под воздействием кислорода воздуха переходит в бурый железняк с выделением сернистой и серной кислот, разлагающих окружающие минералы.

Сходные минералы. Пирит, халькопирит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Образуется главным образом при низких температурах. В природе встречается значительно реже, чем пирит. В виде желваков присутствует в углях, часто в бурых углях и в известняках. В отложениях мела в северной Франции встречаются радиально-лучистые конкреции марказита

с бурой корочкой окисления, сложенной лимонитом. Нередко конкреции марказита принимались ошибочно за метеориты.

109. МЕДЬ (САМОРОДНАЯ)

Cu

Химический состав. Самородная медь обычно не содержит примесей или содержит незначительные примеси серебра, висмута, железа, иногда до 2—3% золота (в виде твердого раствора; золотистая медь).

Цвет. Медно-красный, часто с коричневой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачна.

Черта. Блестящая медно-красная.

Твердость. 3.

Плотность. 8,5—9.

Излом. Крючковатый, минерал ковкий.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Чаще всего сплошные массы, дендриты, нитевидные, моховидные, провололочные агрегаты (фото 15).

Кристаллическая структура. Грансцентрированная кубическая решетка (табл. 1).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

П. тр. Легко плавится и чернеет.

Поведение в кислотах. Легко растворяется, при добавлении аммиака раствор окрашивается в глубокий синий цвет.

Сопутствующие минералы. Куприт, малахит, азурит, самородное серебро, лимонит, кальцит, кварц и др.

Практическое значение. Иногда (в случае значительных скоплений) руда меди.

Происхождение. Самородная медь редко является первичным минералом; гораздо чаще она имеет вторичное происхождение и образуется в восстановительных условиях и в гидротермальных месторождениях. Основная масса самородной меди в природе возникает на границе зоны окисления и зоны цементации, где окислению подвергаются вновь образованные обогащенные

медью руды, например халькозин (медный блеск). В ГДР самородная медь встречается в меланофировых покровах, порфировых туфах, нижнепермских конгломератах и мелкозернистых туфах красного лежня близ Цвиккау, в рудных жилах Фрейберга, Иоганингеоргенштадта, Мариенберга, Шнеберга и в других местах Рудных гор. В медистых сланцах Мансфельда самородная медь присутствует в виде тончайших листочков и игольчатых выделений.

Месторождения. Самые крупные месторождения самородной меди расположены в США в районе оз. Верхнего. Медь образует пластинчатые и глыбообразные самородки в докембрийских конгломератах и выполняет газовые пузыри в докембрийских базальтах.

110. МЕЛИЛИТ

$(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$

Химический состав. Мелилит с Везувия: двуокись кремния (SiO_2) 41,9%, глинозем (Al_2O_3) 10,93%, окись железа (Fe_2O_3) 3,40%, окись магния (MgO) 5,87%, окись кальция (CaO) 34,78%, окись натрия (Na_2O) 3,40%, окись калия (K_2O) 0,68%, вода (H_2O) 0,24%.

Цвет. Желтовато-белый, желтый, бурый, серый, редко водяно-прозрачный.

Блеск. Стеклянный до жирного.

Черта. Белая, серая.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 2,9—3.

Сингония. Тетрагональная.

Класс симметрии. Тетрагонально-скаленоэдрический — 4_2m .

Отношение осей. $c/a=0,648$.

Агрегаты. Зернистые.

Спайность. Хорошая.

Сопутствующие минералы. Перовскит, нефелин, оливин, лейцит, авгит.

Сходные минералы. Нефелин, геленит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется в базальтовых расплавах и в вулканических шлаках.

Местонахождения. В базальтах Эльбских Песчаников гор (ГДР, ЧССР); в лейцититах Везувия (Италия) и в других местах.

111. МИЛЛЕРИТ

NiS

Назван в честь известного английского минералога и кристаллографа Миллера (1801—1880)

Синоним: волосистый (никелевый) колчедан

Химический состав. Никель (Ni) 64,7%, сера (S) 35,3%.

Цвет. Латунно-желтый с радужной побежалостью.

Блеск. Сильный металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная (зеленовато-черная).

Твердость. 3—4, хрупкий.

Плотность. 5,2—5,6.

Излом. Неровный.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Игольчатые, волосовидные.

Класс симметрии. Дитригонально-пирамидальный — 3т.

Отношение осей. $c/a=0,328$.

Спайность. Совершенная по граням пирамиды (10 $\bar{1}$ 0), (01 $\bar{1}$ 2).

Агрегаты. Плотные, зернистые, радиально-лучистые.

П. тр. Легко плавится, образует магнитный шарик.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO₃, окрашивая раствор в зеленый цвет, характерный для солей никеля.

Сопутствующие минералы. Герсдорфит, галенит, флюорит, кальцит, кварц.

Практическое значение. Миллерит — один из богатых никелем минералов (сравнительно редкий); в качестве рудного минерала может иметь значение прежде всего там, где он встречается в ассоциации с другими кобальт-никелевыми минералами.

Происхождение. Типичный гидротермальный минерал.

Месторождения. Фрейберг, Шнеберг в саксонских Рудных горах, иногда в рудных скоплениях медистых сланцев, а также в сидеритовых жилах Зигена и в других месторождениях.

112. МИРАБИЛИТ



Синоним: глауберова соль

Природный сульфат, обогащенный кристаллизационной водой

Лат. «мирабилис» — «удивительная соль Глаубера»

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 19,3%, сульфат (SO_3) 24,8%, вода (H_2O) 55,9%.

Цвет. Белый, бесцветный.

Блеск. Матовый.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 1,5.

Плотность. 1,49.

Сингония. Моноклинная.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Форма кристаллических выделений. Короткопризматические кристаллы, волокнистые, зернистые агрегаты.

Отношение осей. 1,109 : 1 : 1,239; $\beta = 107^\circ 40'$.

Спайность. Отсутствует.

П. тр. Сильная потеря кристаллизационной воды.

Поведение в кислотах. В отличие от соды при обработке кислотой двуокись углерода (CO_2) не выделяет.

Сопутствующие минералы. Гипс, галит, сода.

Сходные минералы. Тенардит, глауберит.

Практическое значение. Используется для получения соды, в медицине, в производстве стекла и красок.

Происхождение и типы месторождений. Кристаллизуется из рапы соляных озер и в мелководных бассейнах.

Месторождения. Залив Кара-Богаз-Гол (СССР); Большое Соленое озеро (США); озера Мексики и Аргентины; альпийские залежи солей близ Ишгля и Халльштадта (Австрия) и др.

113. МОЛИБДЕНИТ



Греч. «молибдос» — свинец (минерал похож на свинец)

Синоним: молибденовый блеск

Химический состав. Молибден (Mo) 60%, сера (S) 40%.

Цвет. Свинцово-серый.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серая, растертая черта приобретает луково-зеленый цвет (черта графита остается серой).

Твердость. 1—1,5.

Плотность. 4,7—5,0.

Излом. Минерал не ломкий, гибкий, но эластичный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллических выделений. Хорошо образованные кристаллы представлены гексагональными табличками; в большинстве случаев молибденит представлен листоватыми и чешуйчатыми агрегатами и сферолитами.

Кристаллическая структура. Типичная слоистая решетка. Плоские сетки кристаллической решетки, образованные ионами молибдена, располагаются между двумя слоями ионов серы, параллельно базальной плоскости (см. табл. 1).

Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный.

Отношение осей. $c/a=3,899$.

Спайность. Совершенная по базису (0001).

Агрегаты. Плотные, тонкочешуйчатые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. С трудом разлагается в концентрированной серной кислоте при медленном кипячении.

Сопутствующие минералы. Кварц, турмалин, касситерит, вольфрамит, флюорит, апатит и др.

Сходные минералы. Графит.

Практическое значение. Из молибденитовых руд добывается молибден. 90% металла находит применение при изготовлении специальных молибденовых сталей; кроме того, молибден применяется в электротехнике, в производстве красок и в других отраслях промышленности.

Происхождение. Пегматитово-пневматолитовое и высокотемпературное гидротермальное. Генетически молибденит связан с кислыми изверженными породами или с мощными кварцевыми жилами.

Месторождения. Молибденовые руды мало распространены. Самое крупное месторождение расположено близ Клаймакса, шт. Колорадо (США); его доля в мировой продукции составляет 80%. Другие месторождения находятся на Кавказе, на Алтае, в Забайкалье (СССР); крупное месторождение Кнабен расположено в Норве-

гии. В ГДР известны только мелкие проявления. В Рудных горах молибденит встречается в оловянных и вольфрамовых месторождениях (Альтенберг, Циннвальд, меднорудные выработки Садисдорфа, Чортау, Эренфридерсдорф, Гейер, Буркхардсгрюн, Эйбеншток и др.). В медистых сланцах Мансфельда в рудных скоплениях в небольших количествах присутствует молибденит. Годовая добыча составляет около 100 т. В ФРГ разрабатывается месторождение Ауэрбах. Во многих гранитных массивах мира отмечаются выделения молибденита.

114. МОНАЦИТ

$\text{Ce}[\text{PO}_4]$

Греч. «моназо» — быть одиноким¹
Редкий, но важный минерал церия,
лантана, циркония и тория



Химический состав. Изменчивый; приблизительный состав: окись церия (Ce_2O_3) 26—31%, сумма окислов лантана (La_2O_3), неодима (Nd_2O_3), празеодима (Pr_2O_3) 21—30%, окись иттрия (Y_2O_3) 0,5—3,5%, окись тория (ThO_2) 1—28%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 22—31%, окись циркония (ZrO_2) до 7%, двуокись кремния (SiO_2) до 6%, общее содержание цериевых земель (в окисной форме) 50—68%.

Цвет. Светло-желтый, темно-коричневый, красный, реже зеленый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 4,8—5,5.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые, реже призматические мелкие кристаллы, вкрапленные в породу (гранит, сиенит, диорит, гнейс); иногда монацит образует

¹ Минерал обычно встречается в виде отдельных зерен, вкрапленных в породу. — *Прим. перев.*

крупные, весом до нескольких килограммов кристаллы в пегматитах.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 0,965 : 1 : 0,919; $\beta = 104^\circ 24'$.

Спайность. Иногда совершенная по (001), (100).

Агрегаты. Образует отдельные зерна.

П. тр. Почти не плавится.

Поведение в кислотах. С трудом растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. 1) В пегматитах: циркон, ортит, силлиманит; 2) в минерализованных трещинах (альпийских жилах); адуляр, альбит, горный хрусталь, анатаз, ильменит; 3) в россыпях (в рыхлых песках) монацит ассоциирует с гранатом, цирконом, ксенотимом, ильменитом, магнетитом, торитом, золотом, алмазом.

Сходные минералы. Ортит, торит.

Практическое значение. Из монацита получают редкие земли и торий.

Происхождение. См. рубрику «Сопутствующие минералы».

Месторождения. Большей частью россыпи тяжелых минералов. Наиболее известные: шт. Минас-Жерайс (Бразилия); Траванкор (Индия); западное побережье Шри Ланка; пегматиты Норвегии; Мадагаскар и др.

115. МОНТМОРИЛЛОНИТ



Назван по месторождению Монтморилльон во Франции
Синонимы: бентонит, болюс, отбеливающая глина, фуллерова земля, нальчикит

Химический состав. Непостоянный; в значительной мере зависит от переменного содержания воды. Приблизительный состав: окись магния (MgO) 4—9%, окись алюминия (Al₂O₃) 11—22%, окись железа (Fe₂O₃) 5% и больше, вода (H₂O) 12—24%; кроме того, в минерале присутствует окись калия (K₂O), окись натрия (Na₂O) и окись кальция (CaO) (до 3,5%).

Цвет. Белый, серовато-белый, голубоватый, розовый, красновато-розовый, зеленоватый.

Блеск. Матовый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 1—2.

Плотность. 1,2—2,7.

Излом. Землистый, минерал рыхлый.

Сингония. Моноклиническая.

Форма кристаллов. Тонкие листочки.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,6 : 1 : \sim 1,7$; $\beta \sim 90^\circ$.

Спайность. Хорошая по базису (001).

Агрегаты. Плотные, сплошные тонкочешуйчатые массы.

Сопутствующие минералы. Глинистые минералы.

Сходные минералы. Каолинит.

Практическое значение. В первую очередь применяется в нефтяной промышленности для очистки нефти, в текстильной промышленности для удаления жиров и масел, а также в мыловаренной, косметической и фармацевтической промышленности.

Происхождение. Образуется при выветривании магнезиальных изверженных пород основного состава (габбро, базальтов, базальтовых туфов и др.).

Месторождения. Кавказ, Крым, Украина (СССР); так называемая фуллерова земля в шт. Флорида, Джорджия, Алабама, Калифорния (США); Токай (Венгрия); в трещинах и зонах выветривания базальтов (ГДР).

К группе монтмориллонита относятся *бейделлит* (по месторождению Бейдел в шт. Колорадо, США), $\text{Al}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_9\text{OH}][\text{OH}]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, *нонтронит* (по месторождению Нонтрон во Франции, синоним — хлоропал), $(\text{Fe}, \text{Al})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

116. МУСКОВИТ

$\text{KA}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$, или $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Итал. «муска» — Москва; крупные листы мусковита, вывозившиеся из «Московии», назывались московским стеклом.

Химический состав. Окись калия (K_2O) 11,8%, окись алюминия (Al_2O_3) 38,5%, двуокись кремния (SiO_2) 45,2%, вода (H_2O) 4,5%; зеленый хромсодержащий

мусковит с примесью окиси трехвалентного хрома (Cr_2O_3) называется *фукситом* (хромовым мусковитом), плотный чешуйчатый агрегат носит название *серицита*.
Цвет. Серый, белый, бесцветный, светло-желтый, светло-коричневый.

Блеск. Стеклообразный, на плоскостях спайности перламутровый, плотные чешуйчатые массы отливают шелковистым блеском.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2—3, эластичный.

Плотность 2,76—3,10.

Излом. Минерал гибкий, раскалывается на листочки.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, пластинчатые, короткостолбчатые псевдогексагональные.

Структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,574 : 1 : 2,221$; $\beta = 95^\circ 30'$.

Спайность. Совершенная по базису (001).

Агрегаты. Сплошные, плотные чешуйчатые массы, скопления сферолитов.

П. тр. Плавится с трудом; при этом образуется серый или желтый стеклянный перл.

Поведение в кислотах. Не растворяется, при температуре выше 850°C происходит потеря воды.

Сопутствующие минералы. Кварц, ортоклаз, олигоклаз, гранат (альмандин), ставролит, дистен, хлоритоид, турмалин и др.

Сходные минералы. Парагонит (натриево-алюминиевая слюда, или натриевый мусковит), флогопит, биотит, тальк, марьино стекло (прозрачный шпатоподобный гипс).

Практическое значение. Крупнокристаллические слюды (мусковит, флогопит) применяются как высококачественный электроизоляционный материал; мелкочешуйчатый мусковит используют при изготовлении огнеупорных строительных материалов, в качестве теплоизоляции в паровых котлах; мусковит находит применение при изготовлении обоев, бумаги (как средство для лощения), автопокрышек и пр.

Происхождение. Мусковит — распространенный, химически устойчивый минерал. Он образуется главным об-

разом при кристаллизации остаточного гранитного расплава, дающего мусковитовые пегматиты, в которых размер пластин слюды иногда достигает 1 м.

Месторождения. Урал, Восточная Сибирь (СССР); Бенгалия, шт. Мадрас (Индия); шт. Северная Каролина (США); Канада; Бразилия; Восточная Африка; Австралия; Норвегия и другие месторождения. Мусковит является пороодообразующим минералом слюдистых сланцев, мусковитовых гнейсов, слюдистых кварцитов, в которых он представлен грубочешуйчатыми или мелкотаблитчатыми образованиями. В ГДР мусковит широко распространен в Рудных горах (горы Фихтель), в саксонских Гранулитовых горах (сланцевый чехол), в местности между Хоэнштейн-Эрнстталем и Карл-Маркс-Штадтом (Лангенбергские высоты), по западному краю Тюрингенского Леса близ Рулы, между Ризой и Мейсеном, Носеаном, Зибенленом и в других местах. Здесь мелкочешуйчатый мусковит (серицит) приурочен к филлитам. Мусковит (так же, как биотит) широко распространен во всех кристаллических породах. Его хорошая спайность и эластичность обуславливают характерную структуру слюдистых кристаллических сланцев, слагающих покровы и складчатые структуры ряда горных массивов. Мусковит и биотит широко распространены в рыхлых отложениях, в литифицированных осадочных породах (песчаниках, граувакках, аркозах, глинистых сланцах) и в породах других типов.

117. МЫШЬЯК

As

Самородный мышьяк образует скорлуповатые выделения (Kobolde), которые горняки иногда путали с серебряной рудой

Химический состав. Мышьяк 84—98%; примеси сурьмы (до 9,2%), изредка серебра, железа, никеля, висмута, ванадия.

Цвет. На свежем изломе оловянно-белый, довольно быстро становится желто-бурым, а затем черным.

Блеск. Сильный металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Темно-серая, черная.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 5,7—5,8.

Излом. Зернистый.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллических выделений. Большой частью тонкокристаллические выделения: почковидные, пластинчатые, скорлуповатые, мелкозернистые, плотные.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Отношение осей. $c/a = 1,4025$.

Спайность. Ясная по базису (0001).

Агрегаты. Корочки с почковидной поверхностью, скорлуповатые образования.

П. тр. Улетучивается, не плавясь, издавая чесночный запах и образуя на угле белый налет окиси мышьяка (As_2O_3). В закрытой стеклянной трубочке при нагревании образуется мышьяковое зеркало.

Сопутствующие минералы. Руды серебра и кобальта: прустит, дискразит, свинцовый блеск, скуттерудит, хлонтит; сурьма, барит, флюорит, сидерит, анкерит, доломит, кальцит.

Сходные минералы. Отсутствуют.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Мышьяк приурочен к гидротермальным рудным месторождениям. Распространен (хотя встречается редко) в жильных месторождениях Рудных гор.

Месторождения. Фрейберг, Шнеберг, Аннаберг, Мариенберг, Йоганнгеоргенштадт (ГДР); Санкт-Андреасберг, в Гарце, Виттихен в Шварцвальде (ФРГ); Пршибрам (ЧССР).

118. НАТРОЛИТ



Греч. «натрон» — сода, «литос» — камень (букв. содовый камень)

Минерал относится к группе цесолитов



Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 16,5%, окись алюминия (Al_2O_3) 26,8%, двуокись кремния (SiO_2) 47,4%, вода (H_2O) 9,5%.

Цвет. Белый, желтоватый, красноватый, охряно-желтый, кирпично-красный.

Блеск. Стеклоанный, перламутровый, шелковистый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5—5,5, хрупкий.

Плотность. 2,2—2,5.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Столбчатые, призматические, часты двойники.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $m\bar{3}m2$.

Отношение осей. 0,981 : 1 : 0,353.

Спайность. Совершенная по граням главной призмы (110).

Агрегаты. Лучистые, тонковолокнистые, землистые.

П. тр. Легко сплавляется в прозрачное стекло; в закрытой стеклянной трубочке уже при 300° полностью теряет кристаллизационную воду.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Кальцит, шабазит.

Сходные минералы. Вавеллит, арагонит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Натролит образуется преимущественно в гидротермальных условиях, и прежде всего в пустотах базальтов, а также в нефелин-сиенитовых пегматитах.

Местонахождения. Штольцен, Рёнские базальты, в дорожных выемках близ Эйзенаха, в фонолитовых породах Циттау и его окрестностей, в долине Хаммерунтервизена (Рудные горы) (ГДР); в Мариенберге близ Усти, в так называемых мариенбергитах — натролитовых фонолитах, в которых натролит является породообразующим минералом, и в других местах (ЧССР); в фонолитах близ Хоэнтвиля (ФРГ) и в других вулканических регионах; в целом натролит встречается во всех областях развития вулканических пород.

$\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$, или $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Греч. «нефеле» — облако

Синоним: элеолит (масляный камень)



Химический состав. Окись натрия (Na_2O) около 13—16%, окись алюминия (Al_2O_3) 32—33%, двуокись кремния (SiO_2) 43,5—45%; кроме того, окись калия (K_2O) 5,5—6,5%, окись кальция (CaO) 0,5—1,8%.

Цвет. Белый, водяно-прозрачный, светло-серый, желтоватый, зеленоватый, буроватый.

Блеск. Стекланный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5—6, хрупкий.

Плотность. 2,6—2,65.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллов. Призматические, короткостолбчатые, толстотаблитчатые.

Кристаллическая структура. Силикат с бесконечным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Гексагонально-пирамидальный — 6.

Отношение осей. $c/a = 0,840$.

Спайность. Хорошая по $(10\bar{1}0)$, $(0001)^1$.

Агрегаты. Плотные, сливные.

П. тр. Плавится легко.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl .

Сопутствующие минералы. Полевые шпаты (плагиоклаз, санидин, калиевый полевой шпат), лейцит, арфведсонит, авгит, апатит и др. Никогда не встречается вместе с кварцем!

Сходные минералы. Полевые шпаты, кордиерит, кварц, апатит, скаполит.

Практическое значение. Частично используется в качестве руды Al и как сырье для получения соды.

Происхождение. Нефелин (фельдшпатоид) — важный

¹ Обычно у нефелина спайность отсутствует или несовершенная по (0001) . — *Прим. перев.*

породообразующий минерал изверженных пород, бедных кремнеземом (нефелиновых сиенитов, хибинитов, нефелиновых базальтов, долеритов, нефелиновых фонолитов).

Месторождения. Широко распространенный минерал. Породы, богатые нефелином и редкими землями, известны на Южном Урале (Ильменские горы), на Кольском п-ове в Хибинах, где нефелин встречается вместе с апатитом (СССР); в Лёбау (нефелиновые долериты горы Лёбау), в нефелиновых базальтах Рудных гор, в горах Циттау, по юго-западной окраине Тюрингенского Леса, в восточных отрогах Рёна (ГДР).

120. НИКЕЛИН

NiAs

Никель — бранное слово саксонских горняков в средние века (троль, гном)

Синонимы: красный никелевый колчедан, никколит

Химический состав. Никель (Ni) 43,9%, мышьяк (As) 56,1%, примеси: железо (Fe) до 2,7%, сера (S) до 5%.

Цвет. Светлый медно-красный, с бурой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Темно-бурая, черная с сильным металлическим блеском.

Твердость. 5—5,5, хрупкий.

Плотность. 7,3—7,7.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллических выделений. Кристаллы очень редки, обычно минерал представлен плотными массами, иногда гроздьевидными и почковидными выделениями, дендритами.

Кристаллическая структура. Простая гексагональная решетка с плотнейшей атомной упаковкой.

Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный — 6/mmm.

Отношение осей. $c/a = 1,427$.

Спайность. Отчетливая по базису и по призме.

Агрегаты. Плотные.

П. тр. Плавится на угле с образованием блестящего королька, в закрытой стеклянной трубочке образуется мышьяковое зеркало.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 (яблочно-зеленый раствор); реакция на никель с диметилглиоксеном дает розовый осадок.

Сопутствующие минералы. Самородный висмут, самородное серебро, самородный мышьяк, халькопирит, смальтин, прустит, галенит, барит, флюорит, карбонаты.

Сходные минералы. Самородный висмут, пирротин.

Практическое значение. Руда никеля.

Происхождение. Гидротермальное в жильных месторождениях; распространен в висмут-кобальт-никель-серебро-урановой формации и в других близких парагенезисах.

Месторождения. Шнеберг (Рудные горы), в рудных скоплениях в медистых сланцах (Мансфельд, Эйслебен, Зангерхаузен) (ГДР); месторождение Кобальт, Онтарио (Канада); золоторудное месторождение Берикуль в Западной Сибири (СССР).

121. НОЗЕАН



Назван в честь горного советника Ноза, впервые описавшего этот минерал

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) около 22,5%, глинозем (Al_2O_3) 29%, двуокись кремнезема (SiO_2) 26,5%, окись серы (SO_3) 8,5%, вода (H_2O) 1,5% (ср. с содалитом).

Цвет. Серый, желтоватый, зеленоватый, синий.

Блеск. Стекланный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5.

Плотность. 2,28—2,40.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Ромбододекаэдры.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — *m3m*.

Спайность. Ясная по (110).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится.

Сопутствующие минералы. Санидин, щелочная роговая обманка, гаюин.

Сходные минералы. Содалит, гаюин, лазурит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Присутствует почти исключительно в эффузивных породах, бедных кремнекислотой (нозеан относится к фельдшпатоидам); вкрапленники нозеана характерны для фонолитов, нефелин-лейцитовых базальтов, санидинитов (например, выбросы вблизи Лаахерского озера, Монте-Соммы) и т. д.

122. ОЛИВИН

$(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$, или $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$

Назван по оливково-зеленому цвету. Оливин относится к породообразующим минералам. Минерал перидотитов, габбро и некоторых базальтов.

Синонимы: перидот, хризолит



Химический состав. Оливин имеет простой химический состав: он представляет собой смешанные кристаллы молекул окиси магния (MgO), закиси железа (FeO) и двуокиси кремния (SiO_2). Состав оливина колеблется в следующих пределах: MgO 50—45%, FeO 8—12%, SiO_2 34—41%; примеси: окись никеля (NiO) 0—0,5%, окись кобальта (CoO) 0,01—0,05%. К минералам группы оливина относятся *форстерит* (чистый магниевый оливин), Mg_2SiO_4 , и *фаялит* (чистый железистый оливин), Fe_2SiO_4 . Собственно оливин, $2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, представляет собой смешанные кристаллы, состоящие из обеих молекулярных групп.

Цвет. Бутылочно-зеленый, желтый, коричневый, серый.

Блеск. Стекланный, на изломе жирный.

Прозрачность. Просвечивает зеленым.

Черта. Белая.

Твердость. 6,5—7.

Плотность. 3,3—4,2.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Обычно плотные массы, кристаллы редки, как правило, с хорошо выраженной бипирамидой.

Кристаллическая структура. Островной силикат.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 1,257 : 1 : 2,155.

Спайность. Хорошая по (010) и (100).

Агрегаты. Плотные, зернистые, сливные.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. В HCl оливин почти не растворяется даже в порошке, но в концентрированной H₂SO₄ происходит быстрое разложение, причем SiO₂ выпадает в студенистый осадок.

Сопутствующие минералы. Пироксены, лабрадор, лейцит, ильменит, пентландит.

Сходные минералы. Диопсид.

Практическое значение. Иногда прозрачные кристаллы оливина используются в качестве ювелирных камней (перидот, хризолит). Непрозрачные разновидности применяются как огнеупорный материал.

Происхождение и месторождения. Оливин кристаллизуется из ультраосновной или основной магмы и является характерным минералом пород перидотитовой группы: дунитов (около 90% оливина, 10% ортопироксена), гарцбургитов (саксонитов) (около 80% оливина, 20% ортопироксена), лерцолитов (около 80—70% оливина, остальные минералы — орто- и клинопироксены).

В этих породах может присутствовать также железистый оливин — фаялит (назван по о. Фаяль из группы Азорских о-вов); породы с сильно железистым форстеритом называются гортонолитами. Магнезиальный оливин — форстерит встречается в вулканических пеплах, образуется он также в процессе контактового метаморфизма доломитов. Широко распространен оливин в габбро (оливиновое габбро, оливиновый норит), иногда встречается в базальтах (в полевошпатовых базальтах) в виде отдельных зерен и реже в виде желваков.

Месторождения. Массив Рён, Малый Тюрингенский Лес (ГДР); в области развития базальтов на р. Лан и по Рейну — Зибенгебирге, Эйфель и в других местах (ФРГ). Следует упомянуть о замещении оливина мине-

ралами группы серпентина (хризотилом и антигоритом) и о превращении массивных оливиновых пород (перидотитов) в землистые железные руды с примесью никеля, хрома, кобальта; такие руды легко обогащаются. Для дунитов характерны минералы хрома и платины, в то время как гортонолиты обогащены главным образом самородной платиной и минералами платины (сперрит).

123. ОЛИГОКЛАЗ

Греч. «олигос» — маленький, «клазис» — излом (считалось, что олигоклаз отличается менее совершенной спайностью, чем альбит)

Минерал группы полевых шпатов

Химический состав. См. диаграмму на рис. 23.

Цвет. Зеленоватый, красновато-белый, бесцветный.

Блеск. Стеклообразный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, мутный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,66.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, толстотаблитчатые, распространены полисинтетические двойники.

Кристаллическая структура. Силикат с бесконечным трехмерным каркасом $(\text{SiAl})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Триклинно-пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. $0,636 : 1 : 0,556$; $\alpha = 93^\circ 49'$, $\beta = 116^\circ 27'$, $\gamma = 88^\circ 59'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (P), хорошая по концевой грани пинакоида (M) и призме (T) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Зернистые, плотные.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Растворяется с трудом.

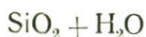
Сопутствующие минералы. Калиевый полевой шпат, биотит, кварц.

Сходные минералы. Полевые шпаты.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Олигоклаз — прежде всего породообразующий минерал гранитов, порфиров, сиенитов, трахитов, диоритов, андезитов и гнейсов. Распространен весьма широко.

124. ОПАЛ



Твердый гидрогель

Химический состав. Весьма непостоянный. Содержание воды колеблется от 1 до 21%, изредка выше. Различают следующие разновидности: *драгоценный* (благородный) *опал*, отличающийся опалесценцией и игрой цветов; *гидроопал* — сильно пористый, в воде прозрачный; *гялиит* (стеклянный опал), образующий сталактиты или шаровидные выделения.

Цвет. Бесцветный, белый, желтый, красный, коричневый, синий.

Блеск. Жирный, перламутровый, восковой. Сильные внутренние рефлексy, опалесценция.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5—6,5, хрупкий.

Плотность. 1,9—2,5.

Излом. Раковистый, неровный; минерал аморфный, не кристаллический.

Сингония. Аморфный (не образует кристаллов).

Форма выделений. Почковидные выделения, желваки.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в плавиковой кислоте.

Сопутствующие минералы. Лимонит, халцедон, минералы группы серпентина и др.

Практическое значение. Некоторые опалы относятся к разряду поделочных камней.

Происхождение и месторождения. Опал образуется при разложении силикатов, когда под действием водных растворов высвобождается кремнекислота. Из нее образуются различными путями кремнекислые гели, которые при потере воды превращаются в опал. Мощная опализация пород наблюдается в вулканических областях, бо-

гаты горячими источниками и гейзерами, а также в зонах выветривания преимущественно перидотитовых массивов. Драгоценные опалы встречаются в пустотах андезитовых, трахитовых и риолитовых лав (Мексика), в песчаниках, конгломератах и глинах Нового Южного Уэльса и Квинсленда (Австралия), в серпентинитах близ Зёбница в Рудных горах и близ Хоэнштейн-Эрнстала (ГДР); опализированные лавы описаны в горах Брюкк (Венгрия) и в других местах. *Пламенный опал* имеет огненно-красную, красновато-коричневую или желтую окраску, *празопал* окрашен солями никеля в яблочно-зеленый цвет, *яшмовый опал* — непрозрачный красный или красно-коричневый опал, окрашенный соединениями железа. Роговики и кремни могут состоять из опала, частично перешедшего в халцедон; кремнистый туф (гейзерит) представляет собой опал, отложившийся из вод гейзеров.

125. ОРТИТ



Греч. «ортос» — прямой; минерал назван по форме кристаллов и форме трещин, расположенных в кристаллах под прямым углом

Синоним: алланит (в честь шотландского минералога Т. Аллана)

Химический состав. Сильно изменчивый. Окись кальция (CaO) $\sim 7\text{—}12\%$, окись алюминия (Al_2O_3) $13\text{—}19\%$, окись железа (Fe_2O_3) $3\text{—}8\%$, окись церия (Ce_2O_3) $3\text{—}10\%$, окись лантана (La_2O_3) $4\text{—}8\%$, окись иттрия (Y_2O_3) $0,8\text{—}4\%$, окись тория (ThO_2) $0,3\text{—}2,5\%$, двуокись кремния (SiO_2) $30\text{—}33\%$, вода (H_2O) $2\text{—}10\%$.

Цвет. Смоляно-черный, бурый.

Блеск. Полуметаллический, стеклянный, смолистый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Коричневая, зеленовато-серая.

Твердость. 6.

Плотность. 4,1 (до 2,7 у измененных, разложенных разновидностей).

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые, часто встречается в виде зерен в гранитах, сиенитах, известково-силикатных сланцах.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $1,562 : 1 : 1,779$; $\beta = 115^\circ 00'$.

Спайность. Несовершенная.

Агрегаты. Плотные массы, зерна (в породе).

П. тр. Легко сплавляется в бурое пузырчатое стекло.

Поведение в кислотах. Растворяется в соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Полевой шпат, кварц и др.

Сходные минералы. Гадолинит.

Практическое значение. Радиоактивный минерал, важная руда редких земель, особенно церия.

Происхождение и месторождения. Контактново-метасоматический в скарнах и известково-силикатных породах; аксессуарный минерал кислых изверженных пород и пегматитов. В ГДР встречается, например, в сиенитах долины Плауэн под Дрезденом, в долине Трибиш под Мейсеном, в магнетитовых скарнах близ Шварценберга (Брейтенбрунн) и в других местах в Рудных горах, в частности в гранитных жилах Росвейна и Бёригена (округ Карл-Маркс-Штадт); Урал (СССР); Норвегия; Швеция; США.

126. ОРТОКЛАЗ

$K[AlSi_3O_8]$, или $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

Греч. «ортос» — прямой; для минерала характерен прямой угол между плоскостями спайности (см. полевые шпаты). К группе ортоклаза относятся санидин, натровый санидин, ортоклаз, натровый ортоклаз, микроклин, анортоклаз, адуляр



Химический состав. Окись калия (K_2O) 16,9%, окись алюминия (Al_2O_3) 18,4%, двуокись кремния (SiO_2) 64,7%, часто присутствует несколько процентов окиси натрия (Na_2O); если количество Na превышает количество K, минерал называется натровым ортоклазом, или анортоклазом.

Цвет. Светло-розовый, красноватый (цвета мяса), красновато-белый, коричнево-желтый, белый, серый, бесцветный (фото 21, 29, в).

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, мутный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,54—2,57.

Излом. Раковистый, неровный, занозистый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Призматические, столбчатые, таблитчатые, часты двойники срастания по боковой грани *М* — так называемые карлсбадские двойники (см. табл. 3).

Кристаллическая структура. Силикат с бесконечным трехмерным каркасом $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4$.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,659 : 1 : 0,553$, $\beta = 116^\circ 01'$.

Спайность. Очень хорошая по базису (*P*) (001), отчетливая по концевой грани (*М*) (010) и по призме (*T*) (110) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Плотные, зернистые, шпатоподобные.

П. тр. Сплавляется с трудом.

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте.

Сопутствующие минералы. Кварц, мусковит, биотит, хлорит, агат, олигоклаз, турмалин и др.

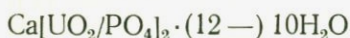
Сходные минералы. Плагноклаз, альбит.

Практическое значение. В чистом виде является сырьем для производства стекла и керамики.

Происхождение. 1) Один из главных породообразующих минералов гранитов, гранит-порфиров, кварцевых порфиров, сиенитов, гнейсов; 2) грубозернистые массы, сростки крупных кристаллов и шпатообразные крупнокристаллические агрегаты, слагающие мощные жилы в гранитах и во вмещающих их породах. В пегматитах полевошпатовые выделения часто сопровождаются оторочкой слюды или турмалина; 3) ортоклаз гидротермального происхождения выполняет трещины в породе (альпийские жилы); в этих условиях образуются водяно-прозрачные кристаллы ортоклаза — адуляра (назван по месту находки массиву Адула, Швейцария), ассоциирующие с хлоритом, альбитом, горным хрусталем и другими минералами.

Месторождения. Ортоклаз распространен повсеместно. В ГДР он встречается в гранитах Рудных гор, в гранитном массиве Лаузиц, в пегматитах, секущих граниты Тюрингенского Леса и массива Броккен. Особенно широко распространены пегматиты в саксонских Гранулитовых горах: Америка близ Пенига, в долине р. Хемниц между Бургштедтом и Люнценау, между Франкенбергом и Вальдгеймом в крутых обрывах р. Цшопау, на р. Штригис между Франкенбергом и Росвейном, в Мюльде между Зибенленом и Дёбельном; богаты пегматитами граниты гор Фихтель Баварского Леса, где расположено, в частности, пегматитовое месторождение Хагендорф (близ Регенсбурга). Большим развитием пользуются пегматиты в Шварцвальде (ФРГ) и в других местах. Они распространены повсеместно и приурочены к массивам гранитов и гнейсов.

127. ОТЕНИТ



Назван по городу Отен, Франция

Синонимы: отунит, аутунит



Химический состав. Окись кальция (CaO) 6,1%, трехокись урана (UO₃) 62,7%, пятиокись фосфора (P₂O₅) 15,5%, вода (H₂O) 15,7%. В отените присутствуют также актиний и полоний (ср. торбернит). Минерал сильно радиоактивен.

Цвет. Зеленовато-желтый, лимонно-желтый, серо-желтый.

Блеск. Стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Серо-желтая.

Твердость. 2—2,5, хрупкий.

Плотность. 3,05—3,19.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллических выделений. Тонкотаблитчатые кристаллы, слюдоподобные массы.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/*mmm*.

Отношение осей. $c/a=2,953$.

Спайность. Совершенная по базису перпендикулярно оси c (001).

Агрегаты. Чешуйчатые, почти всегда в сростании с торбернитом.

П. тр. Плавится при сильном дутье в черный шарик. В закрытой стеклянной трубочке интенсивно выделяет кристаллизационную воду.

Поведение в кислотах. Растворим в HCl, раствор окрашивается в зеленый цвет.

Сопутствующие минералы. Торбернит, урановая охра, кварц.

Сходные минералы. Осветленный отенит похож на аурипигмент.

Практическое значение. Урановая руда.

Происхождение. Встречается в зонах окисления урановых месторождений и часто в трещинах в гранитах и гранитных пегматитах.

Месторождения. В гранитах Кирхберг, Шварценберг, на урановых месторождениях Шнеберг, Ауэ, Иоганнгеоргенштадт и в других районах саксонских Рудных гор (ГДР); департамент Сона и Луара (Франция); Редрут в Корнуэлле (Англия); в пегматитах Мадагаскара и др.

128. ПЕННИН



Назван по месту находки в Пэннинских Альпах
Разновидность хлорита (см. хлориты).

Химический состав. Непостоянный; окись магния (MgO) 17—34,9%, закись железа (FeO) 0,7—17,4%, окись железа (Fe_2O_3) 0—5,7%, окись алюминия (Al_2O_3) 13,8—21,3%, двуокись кремния (SiO_2) 29,8—33,77%, вода (H_2O) 11,5—14,6%; вместо глинозема может присутствовать окись хрома (Cr_2O_3), такая разновидность минерала называется *кеммереритом* (по фамилии русского горного инженера Кеммерера).

Цвет. Луково-зеленый, бутылочно-зеленый, зеленовато-черный (кеммерерит — розовый, фиолетовый).

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Зеленовато-белая.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 2,5—2,6.

Излом. Листочки минерала гибкие, но не эластичные.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Пластинчатые, таблитчатые, боченковидные, часто сдвойникованные.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,57 : 1 : \sim 3,09$; $\beta = 96^\circ 50'$.

Спайность. Хорошая по базису (001).

Агрегаты. Чешуйчатые; друзы мелких боченковидных кристаллов.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. В H_2SO_4 большей частью растворяется.

Сопутствующие минералы. Прохлорит, гранат, диопсид, циркон, магнезит, доломит, магнетит, минералы группы серпентина, адуляр, альбит, горный хрусталь и др.

Сходные минералы. Тюрингит, глауконит, вермикулит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Пеннин имеет гидротермальное происхождение и образуется, как правило, совместно с другими хлоритами. Часто магнезиально-железистые алюмосиликаты (биотит, пироксены, амфиболы) превращаются в пеннин и другие разновидности хлорита. Пеннин преимущественно развивается в трещинах, где он находится в тесной парагенетической ассоциации с другими минералами, встречается в хлоритовых сланцах, серпентинитах и других породах. Повсеместным распространением пользуется пеннин в кристаллических сланцах фундамента и в многочисленных магматических породах, где он присутствует вместе с другими хлоритами.

129. ПЕНТЛАНДИТ



Назван в честь английского натуралиста Дж. Пентланда (1797—1873)

Синонимы: железо-никелевый колчедан, никелевый магнитный колчедан

Химический состав. Переменный; никель (пентландит — важная никелевая руда) составляет 10—40%.

Цвет. Светлый томпаково-бурый, бронзово-желтый.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленовато-черная с сильным металлическим блеском.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 4,5—5.

Излом. Минерал хрупкий.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Гексаоктаэдрическая, кристаллы редки.

Кристаллическая структура. Весьма сложная.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Совершенная по октаэдру (111), образует спайные выколки в виде зерен октаэдрической формы.

Агрегаты. Плотные, массивные, зернистые скопления, иногда величиной с кулак.

П. тр. Сплавляется в черный магнитный шарик.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 , Ni легко выявляется с помощью диметилглиоксима (розовое окрашивание).

Сопутствующие минералы. Пирротин (часты сростания пентландита с пирротином; такие агрегаты называются никелевым магнитным колчеданом), халькопирит, магнетит, ильменит.

Сходные минералы. Пирротин.

Практическое значение. Важная руда Ni.

Происхождение и месторождения. Пентландит (вместе с пирротином, т. е. в виде никелевого магнитного колчедана) образуется при ликвации магмы основного состава (габброидной).

Месторождения. В ГДР имеется не разрабатываемое в настоящее время месторождение в Золанде на Шпрее. Наиболее известные месторождения мира являются и самыми крупными месторождениями никелевых руд: Садбери (Канада); Печенга, Норильск (СССР); Бушвелд, Южная Африка.

130. ПЕРОВСКИТ



Назван в честь вице-президента Российской Академии наук графа Л. А. Перовского

Химический состав. Окись кальция (CaO) 41,1%, дву-окись титана (TiO_2) 58,9%.

Цвет. Черный, красно-бурый, желтый.

Блеск. Алмазный.

Прозрачность. Прозрачный до непрозрачного.

Черта. Серая, белая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 3,97—4,04.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая¹.

Форма кристаллов. Кубы, грани кубов иссечены короткими штрихами, параллельными ребрам.

Кристаллическая структура. В центре кубической элементарной ячейки расположен ион кальция, по углам — ионы титана, а в середине каждой из граней — ион кислорода.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Ясная по кубу (100).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Разлагается в кипящей H_2SO_4 .

Сопутствующие минералы. Хлорит, тальк, кальцит, лейцит, мелилит, титаномагнетит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется в процессе регионального метаморфизма: по трещинам в виде друз, в толщах хлоритовых и известковых сланцев, в серпентинитовых комплексах; в изверженных породах основного состава (базальтах); иногда в титан-магнетитовых и хромитовых месторождениях; как контактово-метаморфический

¹ Фактически перовскит является псевдокубическим минералом, т. е. внешняя кубическая симметрия его кристаллов не соответствует истинной симметрии кристаллической решетки; кубические кристаллы перовскита состоят из многочисленных пластинчатых индивидов в полисинтетическом двойниковом срастании, вследствие чего и повышается кажущаяся симметрия этого минерала, в действительности относящегося к ромбической сингонии. — *Прим. перев.*

минерал в известково-силикатных породах вместе с различными известковыми силикатами.

Местонахождения. Урал (СССР); Швейцария; Тироль (Австрия); Финляндия.

131. ПИРАРГИРИТ



Греч. «пир» — пламя, «аргирос» — серебро

Синоним: красная серебряная руда

Химический состав. Серебро (Ag) 59,4%, сурьма (Sb) 22,3%, сера (S) 18,2%. Колебания состава незначительны.

Цвет. Свинцово-серый до черного с красноватым отливом.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивает красным.

Черта. Вишнево-красная, пурпурно-красная.

Твердость. 2,5—3.

Плотность. 5,77—5,86.

Сингония. Тригональная.

Класс симметрии. Дитригонально-пирамидалный — 3т.

Форма кристаллических выделений. Плотные массы, призматические, скаленоэдрические, толстотаблитчатые, ромбоэдрические, богатые гранями кристаллы.

Отношение осей. $c/a = 0,789$.

Спайность. Ясная по (10 $\bar{1}$ 1), излом раковистый, занозистый.

П. тр. Легко плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте.

Сопутствующие минералы. Аргентит, самородное серебро, стефанит, галенит, кварц, пирит и др.

Сходные минералы. Прустит, куприт, киноварь, гематит (красный железняк).

Практическое значение. Важный рудный минерал серебра.

Происхождение. Гидротермальное; в зонах окисления — цементации серебряных месторождений; более распространен, чем прустит.

Месторождения. Санкт-Андреасберг (Гарц) (ФРГ); Фрейберг (Рудные горы) (ГДР); Пршибрам, Банска-

Штьявница, Кремница (ЧССР); Гуанахуато, Цакатекас (Мексика); Голквиджирка (Перу); Хуанчака (Боливия); Чанэрчилло (Чили); шт. Невада, Айдахо, Аризона и др. (США).

132. ПИРИТ



Греч. «пир» — огонь; название основано на свойстве пирита искрить при ударе

От всех похожих на него минералов (халькопирит, марказит, золото, миллерит, арсенопирит) пирит легко отличается высокой твердостью

Синонимы: серный колчедан, железный колчедан



Химический состав. Железо (Fe) 46,6%, сера (S) 53,4%, часто незначительные примеси кобальта, никеля, мышьяка, сурьмы, меди, золота, серебра, селена и др.

Цвет. Латунно-желтый, золотисто-желтый, иногда с побежалостью (фото 13).

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленовато-серая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 5,0—5,2.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Широко распространены хорошо образованные кристаллы (кубы, пентагон-додекаэдры, или пиритоэдры; см. рисунок). Кубики пирита покрыты штриховкой, параллельной граням.

Кристаллическая структура. Кубическая решетка типа решетки каменной соли (NaCl) (см. табл. 1).

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — *m3*.

Спайность. Проявлена с различной степенью отчетливости, обычно неясная.

Агрегаты. Плотные, зернистые, сливные массы, почковидные, желвакообразные выделения, грубоволокнистые, тонкостебельчатые, радиально-лучистые образования, часто пиритизированные слои породы.

П. тр. На угле плавится в магнитный шарик, при этом возникает язычок голубого пламени и выделяется дым.

Поведение в кислотах. С трудом растворяется в HNO_3 , в разбавленной HCl не растворяется.

Сопутствующие минералы. Галенит, сфалерит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, вольфрамит, антимонит, золото, теллуриды золота, карбонаты, кварц и др.

Сходные минералы. Марказит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, золото.

Практическое значение. Важное сырье для производства серной кислоты; при этом попутно извлекаются медь, золото, селен.

Происхождение. Пирит (важный сквозной минерал) встречается как акцессорный минерал в магматических породах. В больших количествах присутствует в скарных рудах, широко распространен в сульфидных (гидротермальных) жильных месторождениях в тесной парагенетической связи с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, карбонатами, кварцем, а в золоторудных жилах — с арсенопиритом.

Пирит может образоваться: 1) в ликвационно-магматических месторождениях (а также в связанных с ними пневматолитовых и гидротермальных образованиях) в самых различных изверженных породах; 2) гидротермальным путем в скарных рудах в жильных месторождениях с галенитом, пирротинном, сфалеритом, халькопиритом, золотом и другими минералами; 3) в вулканических эксгаляциях, субвулканических породах и гидротермальных пиритовых залежах (совместо с халькопиритом и др.); 4) в разнообразных осадочных породах вместе с другими минералами. Часто красивые кристаллы пирита встречаются в глинах и глинистых сланцах.

Месторождения. Самое большое месторождение мира — Рио-Тинто (Испания); Урал, Средняя Азия и другие местонахождения (СССР); Эльбингероде в Гарце (ГДР); Мегген-на-Ленне (ФРГ); Мердита (Албания) и другие месторождения, распространенные во всех странах мира.

133. ПИРОКСЕНЫ

Группа пироксена; см. также амфиболы

Греч. «пир» — огонь, «ксенос» — чуждый. Пироксены длительное время не признавались первичной составной частью изверженных пород. Но это в целом не соответствует действительности. Пироксены кристаллизуются главным образом из магматического расплава и в противоположность амфиболам имеют простой химический состав. У обеих этих групп минералов много общего. Пироксены образуются в качестве первичных минералов из расплавов основного состава, весьма распространены в породах габбровой группы и в базальтах, реже встречаются в метаморфических породах, скарнах и в близких им типах пород. Их доля в составе земной коры достигает 6—8%.

В химический состав пироксенов входят окислы магния, железа, кальция, реже натрия и алюминия, а также кремнекислота. В противоположность этому амфиболы обычно обогащены алюминием. В их химическом составе всегда присутствуют группы $[\text{OH}]$, никогда не появляющиеся в составе пироксенов.

Наиболее важные минералы группы пироксенов:

МОНОКЛИННЫЕ ПИРОКСЕНЫ

Диопсид, $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Геденбергит, $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Авгит, $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$

Жадент, $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Эгирин, $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Фассант, $\text{Ca}_8\text{Mg}_{8,5}(\text{Fe}^{3+}, \text{Ti})_{0,5}\text{Al}[\text{Al}_{1,5-2}\text{Si}_{14,5-14}\text{O}_{48}]$

(Салит представляет собой смешанные кристаллы геденбергита и диопсида.)

Сподумен, $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$



Авгит



Эпидот

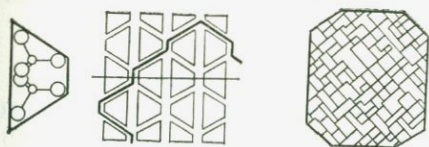
РОМБИЧЕСКИЕ ПИРОКСЕНЫ

Энстатит, $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Бронзит, $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Гиперстен $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Пироксены однозначно отличаются от амфиболов по углу между трещинами спайности, ориентированными перпендикулярно базальной плоскости. Спайный угол у пироксенов составляет около 85° (см. рисунок — поперечный разрез кристалла пироксена), а у амфиболов он



равен 124° . Кремнекислородные тетраэдры образуют простые ленты или двойные цепочки (см. рисунок — кристаллическая структура в проекции, параллельной оси c).

134. ПИРОЛЮЗИТ

MnO_2

Греч. «пир» — огонь, «люсис» — мытье; минерал применяется для удаления зеленой окраски стекла

Синоним: полианит (для кристаллических разновидностей) (фото 30, в).

Химический состав. Марганец (Mn) 63,2%, кислород (O) 36,8%.

Цвет. Черный, иногда с синеватой металловидной побелостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная (у манганита — бурая).

Твердость. 2—6 (в зависимости от формы и структуры)

пирролюзита), отдельные кристаллы (кристаллические индивиды) характеризуются более высокой твердостью (5—6); очень хрупкий.

Плотность. 4,7—5,0.

Излом. Землистый.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллических выделений. Кристаллы редки, только в пустотах можно встретить игольчатые или столбчатые формы; большей частью минерал образует плотные тонко(крипто)кристаллические, землистые (рыхлые) массы.

Кристаллическая структура. Решетка типа решетки рутила.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/*mmm*.

Отношение осей. $c/a = 0,653$.

Спайность. Совершенная.

Агрегаты. Плотные, почковидные и сталактитоподобные образования, желваки, лучистые и волокнистые сростки.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl с выделением хлора.

Сопутствующие минералы. Гематит, сидерит, псиломелан, манганит, лимонит, барит.

Сходные минералы. Магнетит. Пирролюзит часто образует псевдоморфозы по псиломелану, гаусманиту, манганиту.

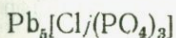
Практическое значение. Пирролюзит и псиломелан являются важными рудами марганца. Находят также применение для изготовления сухих электрических батарей (так называемый бурый камень — смесь окислов марганца с преобладанием пирролюзита), в качестве адсорбционного средства, в стекольной, для приготовления химических соединений, в медицине и других отраслях народного хозяйства. Большая часть неочищенных марганцевых руд находит применение в черной металлургии для изготовления марганцевых сталей, железо-марганцевого легирования, получения зеркального и белого чугуна и т. д.

Происхождение и типы месторождений. Пирролюзит — минерал преимущественно осадочного происхождения. Его скопления приурочены к районам развития мелководных отложений. Он образуется также в зонах окис-

ления марганецсодержащих сидеритовых месторождений, развиваясь по родониту и другим марганцевым минералам.

Месторождения. В СССР, особенно на Кавказе, известны осадочные руды морского происхождения, так называемые «руды типа Потти»; в Индии, Южной Африке, Бразилии и других местах пиролюзит развивается в коре выветривания мощных родонитовых залежей. В ГДР пиролюзит распространен в сидеритовых жилах Гарца в области краевых разломов Тюрингенского Леса, близ Ильменау, Оренштока и Эльгерсбурга; в ФРГ известен в зоне железо-марганцевой шляпы сидеритовых жил Зигерленда. В целом широко распространен во всех районах мира.

135. ПИРОМОРФИТ



Греч. «пир» — огонь, «морфе» — форма (шарик, образующийся при плавлении минерала, охлаждаясь, кристаллизуется)

Синонимы: зеленая, бурая, или пестрая свинцовая руда



Химический состав. Окись свинца (PbO) 81,7%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 15,7%, хлор (Cl) 2,6%; примеси кальция, мышьяка и хрома.

Цвет. Зеленый, бурый, желтый, оранжевый, серовато-белый.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 3,5.

Плотность. 6,7—7.

Излом. Неровный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллов. Призматические, столбчатые, похожи на кристаллы апатита (фото 30, е).

Класс симметрии. Гексагонально-бипирамидальный — 6/ m .

Отношение осей. $c/a=0,734$.

Спайность. Практически отсутствует.

Агрегаты. Почковидные, гроздьевидные, плотные, сплошные массы, коротколучистые сростки.

П. тр. Легко сплавляется в шарик, на угле оставляет желтый налет.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Галенит (свинцовый блеск), церуссит, барит, кварц.

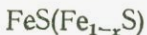
Сходные минералы. Миметезит.

Практическое значение. Представляет интерес как свинцовая руда вместе с другими минералами свинца. Редко образует значительные скопления.

Происхождение. Образуется главным образом в зоне окисления свинцовых и свинцово-цинковых месторождений.

Месторождения. Фрейберг, Аннаберг, Беренштейн, Иоганнсгеоргенштадт, Боккау, Волькенштейн, Рудные горы (ГДР); Клаусталь в Гарце, Эмс, Баденвейлер (ФРГ); Пршибрам (ЧССР) и другие месторождения.

136. ПИРРОТИН



Греч. «пиррос» — огненная окраска

Синоним: магнитный колчедан

Химический состав. Сера (S) 36,4—40%, соответственно железо (Fe) 63,6—60%. Иногда присутствуют примеси меди (Cu), никеля (Ni), кобальта (Co); при срастании с пентландитом (сульфид никеля и железа) содержание никеля может достигать 3%, в этом случае минерал называется никелевым пирротинном (подробнее см. пентландит).

Цвет. Темный, бронзово-желтый (томпаково-бурый), иногда с пестрой побегалостью.

Блеск. Металлический, особенно в свежем изломе.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 4, весьма хрупкий.

Плотность. 4,58—4,72.

Излом. Неровный.

Сингония. Гексагональная.

Форма кристаллов. Кристаллы редки, большей частью мелкие, таблитчатые, столбчатые, пирамидальные.
Класс симметрии. Дигексагонально-бипирамидальный — 6/mmm.

Отношение осей. $c/a = 1,654$.

Спайность. Отчетливая по (0001) и (10 $\bar{1}$ 0).

Агрегаты. Плотные, листоватые, тонкозернистые, сливные.

П. тр. Сплавляется в черную магнитную массу.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl с выпадением серы (S) и выделением сероводорода (H₂S).

Сопутствующие минералы. Магнетит, пирит, халькопирит (медный колчедан), ильменит, пентландит, сфалерит (цинковая обманка), амфиболы, пироксены, кордиерит.

Сходные минералы. Пентландит, кубанит, борнит, никелин.

Практическое значение. Значительные скопления пирротина используются для получения серной кислоты; никелевый пирротин является важной рудой никеля.

Происхождение. 1) Магматическое в интрузивных породах основного состава (нориты, габбро, габбро-диабазы), именно в них образуется никелевый пирротин; 2) гидротермальное — в контактово-метасоматических месторождениях (скарновые руды), где пирротин представлен массивными плотными выделениями, ассоциирующими с магнетитом, халькопиритом, пиритом, сфалеритом (кристофитом) и др.; также в гидротермальных рудных жилах, где иногда в друзовых пустотах встречаются хорошо образованные кристаллы пирротина.

Месторождения. Мердита (Албания); Вальдзасен в горах Фихтель, Боденмайс в Баварии (ФРГ); никель-пирротинное месторождение мирового значения Садбери (Канада); Печенга и Мончегорск на Кольском п-ове, Норильск в Сибири (СССР). Скопления пирротина распространены в скарнах Брейтенбрунна, Шварценберга, Шмальцгрубе, в большинстве рудных жил в Рудных горах; широко распространен в многочисленных лампрофировых жилах Лаузица, известен в Золанде на Шпрее, во многих диабазовых Гарца и Тюрингенского Леса и др. (ГДР); Шлукнов и другие многочисленные местонахождения в габбровых комплексах Чешских Средних гор (ЧССР), а также другие месторождения мира.

137. ПЛАГИОКЛАЗ

Греч. «плагнос» — косой, «клясис» — разлом (у минералов группы плагиоклаза плоскости спайности расположены под углом друг к другу)

К группе плагиоклаза относятся альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит. Разновидности плагиоклаза: лунный камень, авантюриновый полевой шпат — солнечный камень



Химический состав. Плагиоклазы образуют изоморфный ряд минералов, отличающихся содержанием натрия (Na) и кальция (Ca). Чисто натриевый плагиоклаз — альбит имеет химическую формулу $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, формула чисто кальциевого плагиоклаза — анортита $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$. Между этими конечными членами ряда располагается богатый натрием и кремнекислотой, но бедный кальцием олигоклаз, вслед за которым идут более основные, более богатые кальцием и бедные кремнекислотой андезин и лабрадор; далее в этом ряду располагаются богатые кальцием основные плагиоклазы — битовнит и не содержащий натрия анортит. Ниже приведена обзорная таблица химического состава минералов группы плагиоклаза (см. также рис. 23).

Минерал	Содержание, %				Альбит—анортит
	Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	
Альбит	11,8	—	19,4	68,6	Ab(0—10An)
Олигоклаз	8,7	5,2	23,9	62,1	Ab ₇₀ —An ₃₀
Андезин	5,7	10,3	28,3	55,7	Ab ₅₀ —An ₅₀
Лабрадор	4,0	13,3	31,8	51,9	Ab ₃₀ —An ₇₀
Битовнит	1,6	17,2	34,2	46,9	Ab ₁₀ —An ₉₀
Анортит	—	20,1	36,6	43,3	An(0—10Ab)

Содержание анортитовой составляющей (An):

Кислые плагиоклазы 0 — 30%

Средние плагиоклазы 30 — 60%

Основные плагиоклазы 60 — 100%

Na_2O — окись натрия

CaO — окись кальция

Al_2O_3 — окись алюминия

SiO_2 — двуокись кремния (кремнекислота)

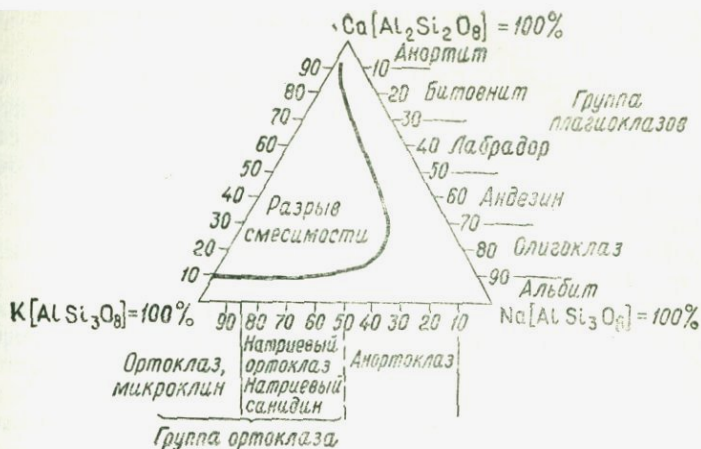


Рис. 23. Полевошпатовая система (диаграмма колебания химического состава полевых шпатов).

138. ПЛАТИНА

Pt

Исп. «platina» — серебрецо (платина была привезена в Европу в эпоху колонизации Америки Испанией и ее считали в то время фальшивым, «плохим» серебром) Синоним: поликсен (греч. «поликсенос» — много чужих) — самородная железистая платина с примесями иридия, палладия, родия, меди и никеля. Из всех минералов группы платины в земной коре наибольшим распространением пользуется поликсен

Химический состав. Платина (Pt) 79—96%, железо (Fe) 4—21% (платина и железо могут изоморфно замещать друг друга), иридий (иридиевая платина) до 7%, палладий (палладиевая платина) 0,1—1% (редко до 7%), родий (родиевая платина) 0,1—0,5% (редко до 5%), иногда в существенных количествах присутствует никель (никелевая платина).

Цвет. Серебряно-белый до стально-черного.

Блеск. Типично металлический.

Прозрачность. Непрозрачна.

Черта. Серебряно-белая, блестящая.

Твердость. 4.

Плотность. 14—19.

Излом. Крючковатый, минерал ковкий.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Гексаэдрические кристаллы.

Кристаллическая структура. Гранецентрированный куб (см. табл. 1). Поликсен очень похож на самородное серебро и самородное железо. От серебра отличается более высокой твердостью и плотностью.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Агрегаты. Листочки, зерна, комкоподобные самородки.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется только в царской водке, т. е. в смеси, состоящей из одной части концентрированной HNO_3 и 4—6 частей концентрированной HCl .

Сопутствующие минералы. Оливин, серпентин, хромит, золото, иридий.

Практическое значение. Высокая точка плавления (у чистой платины 1774°C), электропроводность и устойчивость по отношению к химическим реагентам делают платину ценнейшим драгоценным металлом для физических и химических приборов. В современной технике платина применяется для самых разнообразных целей (например, для платинового легирования).

Происхождение и типы месторождений. Минералы группы платины связаны с дунитами и гортонолитами. Достоян внимания тот факт, что материнские породы металлов платиновой группы приурочены к региональным разломам, простирающимся преимущественно меридионально на сотни километров.

Месторождения. Платина наряду с золотом наверняка известна людям с глубокой древности. Но в Европе на нее впервые обратили внимание только в середине XVIII в. Первые зерна платины привез из Колумбии в 1735 г. испанский математик Антонио де Уллоа. Сначала их приняли за серебро. Много позже, в 1819 г., обратили внимание на находки платины на Урале. В мире известно немного месторождений платины. Самое крупное находится на Урале, где платина добывается главным образом из россыпей. В месторождении, расположенном близ Норильска, платина и платиноиды выделяются вместе с сульфидами меди и никеля. Это месторождение весьма значительно. Во всемирно известном медно-никелевом сульфидном месторождении

Садбери (Канада) наряду с медью, никелем, золотом и серебром добывается также платина и металлы платиновой группы. В Африке богатые платиновые месторождения приурочены к массиву Бушвелд и Великой дайке. В мировой добыче платины большая доля приходится на Колумбию.

139. ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ

Нем. «шпат», «шпальтен» — раскалываться по трещинам (минералы обладают хорошей спайностью в трех направлениях). К группе полевых шпатов относятся следующие минералы: альбит, андезин, анортоклаз, битовнит, лабрадор, олигоклаз, ортоклаз, микроклин, санидин. Разновидности: *амазонит*, *авантюриновый полевой шпат* (*солнечный камень*), *микроклин-пертит*, *лунный камень*, адуляр



Полевые шпаты составляют 50—60 мас. % земной коры; они наряду с кварцем, оливином, слюдами, пироксенами и амфиболами относятся к наиболее распространенным породообразующим минералам. Их значение необычайно велико. По химическому составу полевые шпаты представляют собой алюмосиликаты и состоят из окиси алюминия (Al_2O_3), окиси калия (K_2O), окиси натрия (Na_2O) или из Al_2O_3 , Na_2O и окиси кальция (CaO) в сочетании с двуокисью кремния (SiO_2). По кристаллической структуре это силикаты с бесконечным трехмерным кремнево-алюминиевым каркасом. Полевые шпаты образуют изоморфные ряды. Среди них выделяют *калий-натриевые (щелочные) полевые шпаты*, составляющие подгруппу ортоклаза, к которой относятся собственно ортоклаз, натриевый ортоклаз, микроклин, анортоклаз, санидин, адуляр, и *известково-натриевые, или натриево-кальциевые, полевые шпаты* (подгруппа плагиоклаза). Полевые шпаты, будучи одними из главных породообразующих минералов, кристаллизуются следующим образом:

1. Из магматических расплавов гранитного, сиенитового, диоритового и габброидного состава.

2. В ходе постмагматических процессов (главным образом кислые плагиоклазы и щелочные полевые шпаты) — из пегматитовых расплавов, гидротермальных растворов, при процессах грейзенизации.

3. Путем ионного обмена в кристаллических сланцах (хлоритовые и слюдистые сланцы, слюдистые гнейсо-сланцы и гнейсы различных типов) как продукты бластеза (греч. «бластос» — росток, зародыш, почка) при средних температурах порядка нескольких сотен градусов (из твердого субстрата), т. е. при перекристаллизации вещества в твердом состоянии.

Разнообразие химического состава полевых шпатов послужило основой для классификации изверженных горных пород. В общем составе земной коры плагиоклазы занимают около 40%. Кислые плагиоклазы являются составными частями континентальных масс гранитного состава (сиаль); основные плагиоклазы входят в состав базальтово-габброндного нижнего слоя земной коры (сима).

140. ПОЛИГАЛИТ



Греч. «поли» — много, «галос» — соль

Синоним: калиево-магниево-кальциевая соль

Химический состав. Окись калия (K_2O) 7—14%, окись магния (MgO) 4—7,5%, окись кальция (CaO) 17—25%, окись серы (SO_3) 47,5—53%, вода (H_2O) 6—8%.

Цвет. Кирпично-красный, белый, серый, желтоватый.

Блеск. Стекланный, жирный, шелковистый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 3—3,5.

Плотность. 2,70—2,78.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллических выделений. большей частью плотные волокнистые массы, реже столбчатые или листоватые агрегаты.

Класс симметрии. Пинакоидальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,998 : 1 : 1,287; $\alpha = 104^\circ 30'$, $\beta = 101^\circ 30'$, $\gamma = 113^\circ 54'$.

Спайность. Хорошая по (100).

П. тр. Легко плавится, окрашивая пламя в фиолетовый цвет, легко отдает кристаллизационную воду.

Растворимость. Легко растворяется в воде, выделяя в качестве нерастворимого остатка гипс.

Сопутствующие минералы. Галит, ангидрит, гипс.

Практическое значение. Находит применение в качестве калийной соли (ср. с каинитом, карналлитом и сильвинном).

Происхождение. Выпадает из соляных растворов, богатых магнием, калием и кальцием; в соляных месторождениях полигалит образует специфические залежи — полигалитовые ярусы.

Месторождения. Штасфурт и его окрестности (округ Магдебург) (ГДР); Бад-Ишль и Хальштадт (Австрия); шт. Техас, Нью-Мексико (США).

141. ПРЕНИТ



Назван по имени голландского полковника фон Прена, который привез этот минерал с мыса Доброй Надежды

Химический состав. Окись кальция (CaO) 27,1%, окись алюминия (Al_2O_3) 24,8%, окись кремния (SiO_2) 43,7%, вода (H_2O) 4,4%.

Цвет. Зеленый, желто-зеленый, желтый, белый, бесцветный.

Блеск. Стекланный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 2,8—3.

Излом. Неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Таблитчатые, короткостолбчатые кристаллы, часты почковидные агрегаты радиально-волокнистого строения.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $mm2$.

Отношение осей. 0,8401 : 1 : 1,1536.

Спайность. Отчетливая по базису (001), (110).

П. тр. Плавится, в закрытой стеклянной трубочке при высокой температуре выделяет воду (в отличие от цео-

литов, выделяющих воду при незначительном нагревании).

Поведение в кислотах. Медленно разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Кальцит, датолит, натролит, анальцит, эпидот, аксинит.

Сходные минералы. Арагонит, штаффелит, вавеллит, десмин, каламин.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Распространенный минерал в измененных габбро-диабазовых породах, амфиболитах и др.

Местонахождения. Саксонские Рудные горы (Шнеберг, Чортау, Визенштейн), диабазы Гарца (ГДР); Харцбург, диабазы близ Нассау и в других местах (ФРГ). Распространен повсеместно.

142. ПРОХЛОРИТ



Разновидность хлорита, в которой содержание окислов колеблется в широких пределах (ср. хлорит, пеннин, клинохлор)

Химический состав. См. пеннин, хлорит.

Цвет. Зеленый до черно-зеленого.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Луково-зеленая.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 2,7.

Излом. Минерал гибкий, эластичный.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Таблитчатые.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Ср. с пеннином.

Отношение осей. Ср. с пеннином.

Спайность. Хорошая по базису (001).

Агрегаты. Листоватые, чешуйчатые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Разлагается в концентрированной H_2SO_4 .

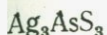
Сходные минералы. Пеннин, клинохлор, тюрингит, глауконит, вермикулит.

Сопутствующие минералы. Те же, что у пеннина.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и типы месторождений. Те же, что у пеннина.

143. ПРУСТИТ



Назван по фамилии французского химика Дж. Л. Пруста (1754—1826)

Синоним: светлая красная серебряная руда

Химический состав. Серебро (Ag) 65,4%, мышьяк (As) 15,2%, сера (S) 19,4%. Иногда в химическом составе наблюдаются некоторые колебания.

Цвет. Багряный, темно-красный, киноварно-красный.

Блеск. Алмазный.

Прозрачность. Просвечивает красным.

Черта. Кирпично-красная, желтовато-красная.

Твердость. 2,5—3.

Плотность. 5,57.

Сингония. Тригональная.

Класс симметрии. Дитригонально-пирамидальный — 3т.

Форма кристаллических выделений. Плотные сливные массы, кристаллы призматические, скаленоэдрические.

Отношение осей. $c/a=0,805$.

Спайность. Хорошая по (1011).

Излом. Раковистый.

П. тр. Легко плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте.

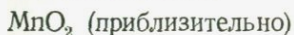
Сопутствующие минералы. Пираргирит, куприт, киноварь, гематит (красный железняк).

Практическое значение. Важная руда Ag.

Происхождение. Гидротермальное, образуется в зоне окисления и цементации серебряных месторождений.

Месторождения. Рудные горы (ГДР — ЧССР); Шварцвальд (ФРГ); Сардиния; Атакама (Чили); Мексика; Канада; США и другие районы мира.

144. ПСИЛОМЕЛАН



Греч. «псинос» — лысый, «мелас» — черный

Синонимы: твердая марганцовая руда, манганомелан

Химический состав. Сильно варьирует; окись марганца (MnO) 8—25%, двуокись марганца (MnO_2) 60—80%, вода (H_2O) 4—6%.

Цвет. Черный, буро-черный.

Блеск. Металлический, матовый, смолистый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, бурая.

Твердость. 4—6, хрупкий.

Плотность. 4,4—4,7.

Излом. Неровный, шероховатый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Тонкокристаллические агрегаты, гроздьевидные, желвакообразные, рыхлые землистые массы. Псиломелан встречается также в виде скелетных кристаллов — дендритов на поверхностях скола пород.

Класс симметрии. Призматический — 2/ m .

Отношение осей. 3,319 : 1 : 4,809; $\beta = 92^\circ 30'$.

Спайность. Отсутствует.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl .

Сопутствующие минералы. Лимонит, барит, кальцит.

Сходные минералы. Пиролюзит, гаусманит.

Практическое значение. Важная руда марганца наряду с манганитом и пиролюзитом.

Происхождение и типы месторождений. Образуется главным образом в зонах окисления марганцовых месторождений и зон первичной марганцовой минерализации, реже гидротермальным или осадочным путем.

Широко распространенный минерал.

Месторождения. Наиболее крупные осадочные месторождения, в которых руды представлены псиломеланом, — Чиатура в Закавказье и Никополь на Украине (СССР).

145. РЕАЛЬГАР

As_4S_4 (прежняя формула AsS)

Химический состав. Мышьяк (As) 70,1%, сера (S) 29,9% (ср. с аурипигментом).

Цвет. Оранжево-красный, ярко-красный, реже темно-красный.

Блеск. Алмазный, на изломе жирный.

Прозрачность. Полупрозрачный.

Черта. Оранжево-желтая.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 3,4—3,6.

Излом. Раковистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Большей частью короткопризматические кристаллы.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,687 : 1 : 0,486$; $\beta = 106^\circ 33'$.

Спайность. Совершенная по (010), (210).

Агрегаты. Плотные, тонкозернистые, сливные.

П. тр. Легко плавится и испаряется (издавая запах чеснока), в колбочке появляется красный возгон.

Поведение в кислотах. Растворяется в царской водке с выделением серы.

Сопутствующие минералы. Самородный мышьяк, антимонит, сфалерит, пирит, аурипигмент.

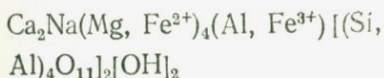
Сходные минералы. Прустит, пираргирит, киноварь, крокоит (красная серебряная руда), аурипигмент.

Практическое значение. Реальгар и аурипигмент — редко встречающиеся минералы, редки и их месторождения. Сернистый мышьяк находит применение как краска (в живописи), в пиротехнике, в производстве стекла и в других отраслях промышленности.

Происхождение. Встречается в гидротермальных месторождениях, образуется в возгонах вулканов, фумарол и сольфатар, а также в качестве химического осадка в доломитах, глинах и мергелях.

Местонахождения. Кавказ (СССР): Яхимов в Рудных горах (ЧССР); вулканы внутренней дуги Карпат (Румыния); в сольфатарах близ Поццуоли, в окрестностях Неаполя, лавы и фумаролы Везувия (Италия).

146. РОГОВАЯ ОБМАНКА



Называется также обыкновенной роговой обманкой и относится к группе амфиболов



Химический состав. Варьирует в широких пределах; окись кальция (CaO) около 10—13%, окись магния (MgO) 11—14%, закись железа (FeO) 9,5—11,5%, окись железа (Fe_2O_3) 3—9%, окись алюминия (Al_2O_3) 6—13%, окись натрия (Na_2O) 1,5%, двуокись кремния (SiO_2) 42—48%, вода (H_2O) 1—1,5% (ср. с тремоли-том). Железосодержащая роговая обманка с высоким содержанием титана (до 3% окиси четырехвалентного титана) называется *базальтической роговой обманкой*.

Цвет. Зеленый, зеленоватый, черно-зеленый, черный.

Блеск. Стекланный, полуметаллический.

Прозрачность. Непрозрачна, в тонких сколах просвечивает.

Черта. Серая, зеленоватая, зелено-бурая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 3,1—3,3.

Излом. Шероховатый.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Призматические, столбчатые, с шестигранным поперечным сечением, характерны двойники.

Кристаллическая структура. Сдвоенные анионные цепи из тетраэдров SiO_4 (ср. с амфиболом).

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. 0,548 : 1 : 0,296; $\beta = 105^\circ 44'$.

Спайность. Совершенная по призме (110) под углом 124° (см. рис. на стр. 79).

Агрегаты. Плотные, столбчатые, зернистые.

П. тр. С трудом сплавляется в темно-зеленое стекло.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Полевые шпаты, кварц, пироксены, биотит, магнетит, хлориты и др.

Сходные минералы. Пироксены, эпидот, турмалин.

Практическое значение. В практических целях используются только роговообманковые асбесты как волокнистые материалы (см. асбест).

Происхождение и местонахождения. Во многих магматических породах, например в диоритах, андезитах, сиенитах, трахитах, реже в базальтах, роговая обманка является породообразующим минералом; часто встречается в виде монокристаллов в вулканическом пепле; породообразующий минерал метаморфических пород: амфиболитов, реже гнейсов (роговообманковые гнейсы).

Распространена также в известково-силикатных породах (скарнах; например, в саксонских Рудных горах (ФРГ) с магнетитом, гранатом и другими минералами). В ГДР широко распространена в сиенитовом массиве Мейсен, в амфиболитах Рудных гор и Тюрингенского Леса. Базальтическая роговая обманка особенно широко представлена в базальтах и туфах массива Рён. Широко распространена в породах других областей земного шара.

147. РОДОНИТ

MnSiO_3 , или $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$

Греч. «родон» — роза

Химический состав. Окись марганца (MnO) 30—46%, закись железа (FeO) 2—12%, окись кальция (CaO) 4—6,5%, двуокись кремния (SiO_2) 45—48%.

Цвет. Розово-красный, малиновый, красновато-бурый, красновато-серый.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий, прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5—6,5.

Плотность. 3,40—3,75.

Излом. Минерал рыхлый, землистый.

Сингония. Триклинная.

Форма кристаллических выделений. Кристаллы обычно плохо образованы, чаще минерал представлен плотными сливными или тонкозернистыми массами.

Класс симметрии. Пинакондальный — $\bar{1}$.

Отношение осей. 0,625 : 1 : 0,541; $\alpha = 85^\circ 10'$, $\beta = 94^\circ$, $\gamma = 111^\circ 29'$.

Спайность. Не вполне совершенная по (110), ($\bar{1}\bar{1}0$).

Агрегаты. Плотные, сливные.

П. тр. В окислительном пламени марганец окисляется и минерал буреет, чернеет.

Поведение в кислотах. Медленно растворяется в соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Окислы марганца (гаусманит, браунит, манганит), франклинит, цинкит, виллемит, кальцит.

Сходные минералы. Марганцовый шпат (родохрозит).

Практическое значение. Находит применение как руда Mn и в качестве поделочного и облицовочного камня (например, великолепная внутренняя отделка станции «Маяковская» Московского метро).

Происхождение. Образуется при низкотемпературном метаморфизме осадочных руд Mn. Родонит слагает важные месторождения марганцовых руд. Особенно успешно разрабатываются зоны окисления марганцовых месторождений.

Месторождения. Урал (СССР); близ Эльбингероде (ГДР); Лаутенталь в Гарце, генетически связанное с кремнистыми сланцами (ФРГ).

148. РОДОХРОЗИТ



Греч. «родон» — роза, «хрос» — цвет (малиновый шпат). Образуется изоморфные ряды с Ca-Fe-карбонатами (см. кальцит, доломит, анкерит)

Синоним: марганцовый шпат

Химический состав. Окись марганца (MnO) 61,7% (Mn 47,8%), двуокись углерода (CO₂) 38,3%.

Цвет. Розовый, малиновый, бурый, реже бесцветный (фото 16).

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 3,5—4,5.

Плотность. 3,3—3,6.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Кристаллы мелкие, главным образом друзы; грани большей частью линзовидно изогнуты. *Кристаллическая структура.* Аналогична структуре кальцита.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — 3m.

Спайность. Хорошая по ромбоэдру (1010).

Агрегаты. Плотные, гроздьевидные образования, шпатовидные, сливные.

П. тр. Не плавится, становится трещиноватым и приобретает при этом зеленоватую окраску.

Поведение в кислотах. Быстро растворяется в горячей HCl (с сильным вскипанием).

Сопутствующие минералы. Пирит, пирротин, марказит, галенит, сфалерит, богатые серебром блеклые руды, самородное золото и др.

Практическое значение. Руда Mn.

Происхождение. Гидротермальные жилы и осадочные (морские) марганцовые месторождения.

Месторождения. Фрейберг, Аннаберг, Мариенберг (Рудные горы), Шабенхолц близ Эльбингероде (Гарц) (ГДР). Наиболее важные месторождения: Чиатура (Закавказье), Полуночное (Северный Урал) (СССР); Лас-Кабесса, Северные Пиренеи (Франция); Бьютт, шт. Монтана (США); провинция Гуэльва (Южная Испания) и другие месторождения.

149. РУТИЛ

TiO₂

Лат. «рутилус» — красноватый
К группе рутила относятся анатаз
и брукит



Химический состав. Титан (Ti) 60%, кислород (O) 40%.

Цвет. Красновато-бурый, железно-черный.

Блеск. Металлический до алмазного.

Прозрачность. Непрозрачный, просвечивающий.

Черта. Желтоватая, серая, бледно-желтая, коричневая.

Твердость. 6—6,5, хрупкий.

Плотность. 4,2—4,3.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Призматические, столбчатые, игольчатые, часты двойники.

Кристаллическая структура. В структуре типа рутила каждый ион титана окружен шестью ионами кислорода.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/mmm.

Отношение осей. $c/a=0,645$.

Спайность. Совершенная по главной призме (110) и менее четко выраженная по (100).

Агрегаты. Плотные, зернистые, лучистые.

П. тр. Не плавится и не изменяется.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Кварц, амфибол, гранат и др.

Сходные минералы. Магнетит, ильменит, цинкит, касситерит, циркон, турмалин, гранаты (пироп и альмандин).

Практическое значение. Рутил употребляется для изготовления ферротитана, титановых сталей, титановых карбидов.

Происхождение и месторождения. Акцессорный минерал щелочных изверженных пород (сиенитов) или пегматитов (рутиловых пегматитов); широко распространен в метаморфических породах: изолированные зерна в амфиболитах (особенно в западных Рудных горах), гнейсах, слюдистых сланцах. Часто образует игольчатые включения в кварце, слюде и других минералах («стрелы амура», «волосы Венеры»).

150. САНИДИН



Греч. «санидос» — табличка (санидин — полевой шпат с характерными плоскотаблитчатыми кристаллами)

Химический состав. Такой же, как у ортоклаза; кроме того, нередко содержит окись натрия (Na_2O), в этом случае химическая формула минерала приобретает вид $(K, Na)[AlSi_3O_8]$ и он называется калинатровым полевым шпатом или щелочным полевым шпатом) (рис. 23).

Цвет. Стеклоянно-серый.

Блеск. Стеклоянный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, мутный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6, хрупкий.

Плотность. 2,53—2,56.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Таблитчатые вкрапленники в эффузивных породах (риолитах, трахитах, фонолитах).

Кристаллическая структура. Силикат с бесконечным трехмерным каркасом $(SiAl)O_4$.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,657 : 1 : 0,551$; $\beta = 115^{\circ}59'$.

Спайность. Совершенная по базису (*P*), совершенная по боковым граням (*M*) и по призме (*T*) (см. полевые шпаты).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Почти не растворяется.

Сопутствующие минералы. Кварц, биотит, роговая обманка, ортоклаз, андезин.

Сходные минералы. Плаггиоклаз.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Образуется при высоких температурах (около 1000°C , высокотемпературный минерал) в кислых и средних эффузивных породах; распространен в молодых вулканических провинциях.

Месторождения. Зибенгебирге, Драхенфельз на Рейне (ФРГ); Пюи-де-Дом, Овернь (Франция); Средиземноморская вулканическая зона Италии; Чешские Средние горы (ЧССР); Закавказье (СССР); близ Хаммерунтер-визенталя (Рудные горы), горы Циттау (ГДР) и др.

151. СЕРА

S

В природе (при нормальных температурных условиях) образуется сера ромбической сингонии; эта устойчивая модификация называется также α -серой



Химический состав. Самородная сера чаще всего является химически чистым веществом. Из посторонних механических примесей в ее составе могут присутствовать глинистые, органические и газообразные включения. Изредка сера содержит до 5% селена (чаще около 1%); такая разновидность называется селеновой серой.

Цвет. Серно-желтый, желто-оранжевый, желто-бурый, серовато-желтый, серовато-бурый.

Блеск. На поверхности излома жирный, на гранях алмазный.

Прозрачность. Мутная, просвечивающая.

Черта. Серно-желтая, соломенно-желтая (фото 25).

Твердость. 2.

Плотность. 2—2,1.

Излом. Раковистый, минерал очень хрупок.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Кристаллы часто имеют облик пирамид или притупленных пирамид (см. рисунок).

Кристаллическая структура. Сложная молекулярная решетка; молекулы состоят из восьми атомов, расположенных в виде замкнутых «зигзагообразных» колец.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,813 : 1 : 1,897.

Спайность. Несовершенная по базису (001), (110).

Агрегаты. Плотные, сплошные, землистые массы, пластинчатые сростки, друзы.

П. тр. Легко плавится (при 119 °С) и сгорает синим пламенем, превращаясь в SO₂.

Поведение в кислотах. Не растворяется (в воде также), но растворима в CS₂.

Сопутствующие минералы. Кальцит, гипс, целестин, арагонит, каменная соль, асфальт; вулканическая сера ассоциирует с железным блеском и каолинитом, встречается в лавах, в возгонах сольфатар, фумарол и в жерлах кратеров.

Практическое значение. Сера — важное сырье для получения серной кислоты. Много серы потребляет виноделие, она используется при изготовлении препаратов для борьбы с вредителями, а также для вулканизации в резиновом производстве. Кроме того, сера применяется для изготовления черного пороха, в пиротехнике, в медицине и пр.

Происхождение. Образуется сера главным образом биохимическим путем в известково-мергелистых осадках; в этих случаях она содержит существенную примесь органических веществ (асфальта, нефти и др.); часто месторождения серы приурочены к соляным куполам в аридном климате (шт. Техас, бассейн Каспийского моря); сера образуется при разложении серосодержащих металлических соединений (сульфидов), а также в зонах окисления; широко распространены вулканогенные месторождения серы.

Месторождения. Химические, биохимические осадочные: Гиргенти, Кальтанисетта (Сицилия); шт. Техас (США). Вулканические: Япония; Исландия; Чили и др.

Ag

Самородное серебро (с незначительными примесями золота, платины, меди, мышьяка, ртути, висмута, железа и др.) встречается в природе довольно часто, но в составе серебряных руд играет ничтожную роль

Цвет. Серебряно-белый с черной побежалостью (фото 19).

Блеск. Металлический.

Прозрачность. В тонком слое просвечивает.

Черта. Серебристо-белая (блестящая).

Твердость. 2,5.

Плотность. 10—11,1.

Излом. Крючковатый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Большей частью плотные скопления, характерны также проволоочные, волосовидные формы, мелкие чешуйки, листочки, плоские перистые дендриты, зерна неправильной формы.

Кристаллическая структура. Кубическая гранецентрированная решетка.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует, минерал ковкий.

П. тр. Плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте, при добавлении HCl дает белый осадок хлорида серебра, от сероводорода чернеет.

Сопутствующие минералы. Самородное золото, самородный теллур, аргентит, хлораргирит, пираргирит, прустит, стефанит, тетраэдрит, пирротин, пирит, галенит, хлоантит, сидерит, флюорит, барит, родохрозит, халцедон, сфалерит (цинковая обманка).

Сходные минералы. Анимикит (сурьмянистое серебро), самородная сурьма, электрум.

Практическое значение. Серебро, как металл, используется для получения различных солей и для разнообразных технических целей (фото- и киноматериалы, бумага).

Происхождение и месторождения. В гидротермальных месторождениях вместе с другими рудами серебра; Фрейберг, Аннаберг, Мариенберг, Шнеберг (ГДР);

крупнейшее месторождение Конгсберг (Норвегия), где самородное серебро до глубины 800 м является главным рудным минералом. Известно самородное серебро также в Мексике. Самородное серебро осадочного происхождения в виде тонкой вкрапленности в ассоциации с халькопиритом присутствует в медистых сланцах Мансфельда и Эйслебена (ГДР).

153. СЕРПЕНТИН

$\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$, или $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Лат. «серпенс» — змея; листоватая разновидность называется *антигоритом* (по месту находки — долине Антигорио, Пьемонт, Италия). К минералам группы серпентина относится также серпентин-асбест (хризотил-асбест)

Химический состав. Окись магния (MgO) 43,0%, двуокись кремния (SiO_2) 44,1%, вода (H_2O) 12,9%; часто присутствуют в виде примеси окислы железа и никеля. *Цвет.* Зеленый, темный, черно-зеленый, желтый, пятнистый (как шкура змеи).

Блеск. Матовый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2,5—3 (антигорит 3,5).

Плотность. 2,5—2,7.

Излом. Раковистый, занозистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Волокнистая (хризотил), листоватая (антигорит).

Кристаллическая структура. Слоистая.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,6 : 1 : \sim 1,6$; $\beta = 92^\circ$.

Спайность. Минерал волокнистый, у листоватого антигорита совершенная спайность.

Агрегаты. Плотные.

П. тр. Плавится с трудом, в закрытой стеклянной трубке выделяет большое количество кристаллизационной воды.

Поведение в кислотах. Растворяется в соляной и серной кислотах.

Сопутствующие минералы. Оливин, бронзит (бастит), гранат (пироп), хлориты, хромит, магнетит, магнезит, опал, халцедон и др.

Сходные минералы. Антигорит, тремолит-асбест.

Практическое значение. Поделочный камень для изготовления мелких художественно-промышленных изделий (пепельниц, письменных приборов, часов); плиты для облицовки стен; особые сорта применяются для изготовления огнеупорного кирпича.

Происхождение. Минералы группы серпентина образуются преимущественно при химическом изменении магнезиального оливина, ромбического и моноклинного пироксенов. Породы, состоящие главным образом из серпентиновых минералов, называются серпентинитами; среди них выделяют гранатовые (пироповые) серпентиниты, бронзитовые серпентиниты, бедные железом (желтые, зеленые) дунитовые серпентиниты, богатые никелем никелевые серпентиниты.

Месторождения. Урал, Северный Кавказ, Армения, Казахстан, Сибирь (СССР); в ГДР пироповые серпентиниты близ Зебница и Аншпрунга в Рудных горах, в саксонских Гранулитовых горах (округа Дрезден, Карл-Маркс-Штадт, Лейпциг), гранатовые (пироповые) и бронзитовые серпентиниты близ Вальдгейма, гранатовые (пироповые) серпентиниты близ Бёригена, бронзитовые серпентиниты в окрестностях Хознштейн-Эрнсттала, Вальденбурга, Кушнаппеля; в ФРГ серпентиниты известны в горах Фихтель и в окрестностях Вурлица. Серпентиниты пользуются широким распространением в различных районах мира.

154. СИДЕРИТ



Греч. «сидерос» — железо

Синоним: железный шпат



Химический состав. Закись железа (FeO) 62,1% (Fe 48,3%), двуокись углерода (CO_2) 37,9%, часто присутствуют примеси MnCO_3 , CaCO_3 и MgCO_3 .

Цвет. Желтый, желтовато-серый, буровато-серый, буровато-желтый, черный.

Блеск. Стекланный, перламутровый, с пестрой буровой побежалостью.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Бесцветная, у измененных (лимонитизированных) образцов — бурая, черная (в случае примеси окислов марганца).

Твердость. 4—4,5, хрупкий.

Плотность. 3,7—3,9.

Излом. Зернистый, шпатоподобный.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Уплощенные ромбоэдры; грани кристаллов линзовидно изогнуты.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре кальцита.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Спайность. Совершенная по ромбоэдру (1011).

Агрегаты. Плотные, зернистые, сплошные массы, также лучистые образования, сферолиты (сферосидерит, глинистый сидерит).

П. тр. Не плавится, становится трещиноватым, буреет и чернеет (вследствие окисления железа).

Поведение в кислотах. Интенсивно растворяется в подогретой соляной кислоте.

Сопутствующие минералы. Галенит, халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, реже касситерит, флюорит, анкерит, кальцит, кварц.

Сходные минералы. Кальцит, доломит, магнезит, смитсонит, сфалерит, анкерит.

Практическое значение. Важная руда Fe. Из него легко выплавляется железо; ценность руды повышается в случае присутствия нескольких процентов марганца. Сидерит в первую очередь идет на изготовление мягких сортов стали. Уже римляне в большом объеме разрабатывали сидеритовые руды в Австрийских Альпах и выплавляли из них железо (подобные руды имеются в ФРГ и в других местах).

Происхождение. Сидерит образуется в различных условиях. Он встречается во многих гидротермальных месторождениях в ассоциации с сульфидами свинца, цинка, меди и железа, а также в виде массивных скоплений в гидротермально-метасоматических месторождениях в

известняковых толщах; хемогенно-осадочным путем образуется в форме сидеритовых пластов и желваков и слагает прослой в залежах каменных углей (такие месторождения возникают в результате сложных процессов осаждения в лагунах и мелководных бассейнах).

Месторождения. Рудная гора в Штирии (Австрия); Бильбао в Южных Пиренеях (Испания); многие жильные месторождения Рудных гор, в Тюрингии близ Камсдорфа, Шмалькальдена, в Гарце в Штольберге, Штасберге, Нейдорфе и в других местах, в частности в угольном бассейне близ Цвиккау (ГДР); Зиген в Вестфалии (ФРГ) и многие другие месторождения.

155. СИЛЛИМАНИТ



Назван по фамилии американского минералога В. Силлимана

Химический состав. Окись алюминия (Al_2O_3) 63,1%, двуокись кремнезема (SiO_2) 36,9%, иногда присутствует в виде примеси (2—3%) окись железа.

Цвет. Серый, серовато-белый, светло-бурый, бледно-зеленый.

Блеск. Стеклоанный, жирный, шелковистый.

Прозрачность. Прозрачный до просвечивающего.

Черта. Белая.

Твердость. 6—7.

Плотность. 3,23—3,25.

Излом. Неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллических выделений. Мелкие игольчатые кристаллы или спутанно-волокнистые образования, иногда микроскопические тонкие волоски.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,979 : 1 : 0,757.

Спайность. Совершенная параллельно оси *c*, по (010).

Агрегаты. Волокнистые, пучкообразные.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Кордиерит, андалузит, биотит, корунд.

Сходные минералы. Дистен.

Практическое значение. В крупных скоплениях важное сырье для производства огнеупоров.

Происхождение. Минерал контактового метаморфизма; образуется при высоких температурах в высокотемпературных породах (контактовых роговиках).

Месторождения. Крупное месторождение находится в Индии (Хази-Хиллс, Пипра); в ГДР широко распространен в высокотемпературных кордиеритовых гнейсах Гранулитовых гор близ Митвейды, Бургштедта (округ Карл-Маркс-Штадт). Развита в породах кристаллического фундамента во всех районах мира.

156. СИЛЬВИН

KCl

Назван по имени Сильвия (де ля Баш)
(sal digestivum Sylvii — слабительная соль)

Химический состав. Калий (K) 52,5%, хлор (Cl) 47,5%.

Цвет. Бесцветный (водяно-прозрачный), молочно-белый, темно-красный, розовый (за счет включений гематита).

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая; вкус едкий.

Твердость. 1,5—2.

Плотность. 1,97—1,99.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Кубы.

Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка аналогична решетке каменной соли.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Весьма совершенная по кубу (100).

Агрегаты. Большинство в виде плотных, зернистых масс.

П. тр. Легко плавится (при 800 °C), в воде легко растворяется.

Сопутствующие минералы. Галит, каннит, кизерит, карналлит и другие соли.

Сходные минералы. Галит (каменная соль).

Практическое значение. Важная соль калия (калийное удобрение)! Применяется также в медицине, пиротехнике, фотоделе, в производстве красок и для других целей.

Происхождение и месторождения. Сильвин вместе с галитом кристаллизуется при испарении соляных озер (или участков моря), в fumarолах и сольфатарах, образуется путем сублимации на стенках действующих вулканов (Везувий, Волкано, Стромболи и др.); кроме того, он является главным минералом в месторождениях калийных солей и часто тесно сростается с каменной солью (см. карналлит).

157. СКУТТЕРУДИТ



По названию местности, где минерал был впервые найден (Скуттеруде, южная Норвегия)

Минералы группы скуттерудита: *смальтин*, CoAs_{3-2} , синоним: шпейсовый кобальт (смальта — синяя кобальтовая краска); *хлоантит*, NiAs_{3-2} , синонимы: белый никелевый колчедан, никельскуттерудит (греч «хлѐантэс» — зеленеющий) — по вторичным зеленым минералам, связанным с минералами этой группы (ошибочно)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ СКУТТЕРУДИТА (%)

Элементы	Скуттерудит	Смальтин	Хлоантит
Мышьяк (As)	76,4—72,9	71,6—63,4	73,5—71,11
Сера (S)	0—1,7	0—1,4	0—0,6
Кобальт (Co)	20,5—13,8	24,1—13,8	3,6—6,3
Никель (Ni)	0—9,4	1,0—15,0	21,2—14,5
Железо (Fe)	0—5,8	1,2—7,3	2,8—5,2

Цвет. Оловянно-белый, часто с красноватой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 6.

Плотность. 6,8.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — *m3*.

Форма кристаллических выделений. Плотные, грубозернистые массы.

Кристаллическая структура. Атомы мышьяка образуют в решетке группы As_4 . Элементарная ячейка содержит 8 атомов кобальта, которые расположены в центрах малых кубов, и 6 групп As_4 .

Спайность. Ясная по кубу (100).

Агрегаты. Плотные, грубозернистые.

П. тр. Сплавляется в магнитный королек (с сильным запахом чеснока).

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте.

Сопутствующие минералы. Смальтин, хлоантит, пирротин, амфибол, гранат и др.

Сходные минералы. Никелин, раммельсбергит.

Практическое значение. Рудный минерал кобальта и никеля.

Происхождение. Минерал образуется в высокотемпературных гидротермальных условиях.

Месторождения. Особенно широко распространен в Скуттеруде (Норвегия); присутствует также в месторождении Кобальт в Онтарио (Канада); в ГДР известным районом развития скуттерудитовой минерализации являются Рудные горы, где скуттерудит встречается вместе с другими минералами кобальта в следующих месторождениях: Шнеберг, Аннаберг, Мариенберг; отмечается он также в рудных скоплениях в медистых сланцах. В ФРГ скуттерудит приурочен к гидротермальным жильным месторождениям близ Санкт-Андреасберга (Гарц), Виттихена (Шварцвальд) и др.

158. СМАЛЬТИН

$CoAs_{3-2}$

Синонимы: шмальтин (по А. Г. Бетехтину. — *Ред.*), шпейсовый кобальт (см. скуттерудит)

Цвет. Оловянно-белый с темно-серой побежалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серовато-черная.

Твердость. 5—6.

Плотность. 6,4—6,9.

Сингония. Кубическая.

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — $m\bar{3}$.

Форма кристаллических выделений. Кубики, часто рас-
трескавшиеся и искривленные, плотные массы, почко-
видные образования.

Кристаллическая структура. См. скуттерудит.

Спайность. Заметная, особенно в кристаллах зонально-
го строения.

П. тр. Сплавляется в магнитный королек.

Поведение в кислотах. Растворяется в азотной кислоте.

Сопутствующие минералы. Самородный висмут, урани-
нит, самородный мышьяк, никелин и др.

Сходные минералы. Лёллингит, арсенопирит, скуттеру-
дит.

Практическое значение. Руда кобальта.

Происхождение. Высокотемпературное гидротермальное
(минерал катазоны).

Месторождения. См. скуттерудит.

159. СМИТСОНИТ



Синоним: цинковый шпат

Химический состав. Окись цинка (ZnO) 64,8% (Zn 52%), двуокись углерода (CO_2) 35,2%, в виде примесей
нередко присутствуют железо, марганец, реже кальций,
магний, иногда кобальт.

Цвет. Белый, зеленоватый, буроватый, серый.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5 (наиболее высокое значение из всех мине-
ралов группы кальцита), хрупкий.

Плотность. 4,3—4,5.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Редко мелкие кристаллы — ромбоэ-
дры, скаленоэдры.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре
кальцита (известкового шпата).

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический —
 $\bar{3}m$.

Спайность. Ясная по (10 $\bar{1}$ 1).

Агрегаты. Чаще плотные, зернистые, лучистые, пористые, натечные формы — «сосульки», полосчатые корочки. *П. тр.* Не плавится, растрескивается, на угле образует белый налет окиси цинка (ZnO).

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl.

Сопутствующие минералы. Кальцит, доломит, опал, ка-
ламин (кремниевое-цинковая руда), сфалерит, малахит,
азурит, церуссит, лимонит и другие минералы.

Сходные минералы. Кальцит, фосфорит, доломит, ка-
ламин.

Практическое значение. Важная цинковая руда.

Происхождение. Смитсонит — минерал зоны окисления
свинцово-цинковых месторождений, залегающих в из-
вестняках.

Месторождения. Каратау, многие свинцово-цинковые
месторождения в Восточном Забайкалье (СССР); Лед-
вилл в шт. Колорадо, шт. Миссури (США); Тсумеб
(Намибия); Атика (Греция); Блейберг, Каринтия (Ав-
стрия); Раибл (Италия, Восточные Альпы); Силезия
(Польша); Альтенберг (ФРГ) и др.

160. СОДАЛИТ

$\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6\text{Cl}_2$, или $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{NaCl}$

Минерал назван содалитом, так как в его состав входит
натрий (греч. «сода» — натрий, «литос» — камень)

Относится к группе фельдшпатоидов

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 25,5%, окись
алюминия (Al_2O_3) 31,7%, двуокись кремния (SiO_2)
37,1%, хлор (Cl) 7,3%. Минерал представляет собой
алюмосиликат натрия.

Цвет. Синий, серый, белый, желтоватый, бесцветный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 2,13—2,29.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Ромбододекаэдры.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\bar{4}3m$.

Спайность. Ясная по (110).

Агрегаты. Зернистые.

П. тр. Плавится.

Поведение в кислотах. Легко растворяется.

Сопутствующие минералы. Лейцит, нефелин, санидин, плагиоклаз, авгит.

Сходные минералы. Лейцит, анальцим, нозеан, гаюин, лазулит, лазурит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Содалит — породообразующий минерал горных пород, бедных кремнекислотой (нефелин-содалитовых сиенитов, содалитовых фонолитов, содалитовых трахитов и др., которые в большинстве случаев можно идентифицировать только под микроскопом).

Местонахождения. Распространен в областях развития сиенитов и вулканогенных пород, например Банат (Румыния); Португалия; Гренландия; Кольский п-ов; Лахерское озеро (ФРГ); Монте-Сомма, Везувий (Италия).

161. СПОДУМЕН



Греч. «сподуменос» — превращенный в пепел (по цвету)
Минерал группы пироксенов

Химический состав. Окись лития (Li_2O) 8,1%, окись алюминия (Al_2O_3) 27,4%, двуокись кремния (SiO_2) 64,5%.

Цвет. Бесцветный, красный, желтый, зеленый. Красиво окрашенные разности (кунцит, гидденит) относятся к драгоценным камням.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6,5—7.

Плотность. 3,1—3,2.

Спайность. Совершенная по (110) и заметная по (100).

Сингония. Моноклиная.

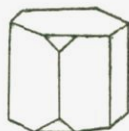
Форма кристаллов. Столбчатые, толстотаблитчатые, иногда очень крупные кристаллы.

Кристаллическая структура. Простые ионные цепи.
Класс симметрии. Призматический — $2/m$.
Отношение осей. $1,144 : 1 : 0,632$; $\beta = 110^\circ 28'$.
Агрегаты. Плотные, пластинчатые, шпатоподобные.
П. тр. Вспучивается и окрашивает пламя в красный цвет.
Поведение в кислотах. Не растворяется.
Сопутствующие минералы. Кварц, альбит, турмалин, берилл, касситерит, магнетит и др.
Сходные минералы. Полевые шпаты, скаполит, амблигонит.
Практическое значение. Важная руда лития (применяемого для легирования). Прозрачные разновидности — драгоценные камни.
Происхождение. Сподумен встречается в гранитных пегматитах — так называемых сподуменовых пегматитах.
Месторождения. Кейстоун в шт. Южная Дакота (США); Мадагаскар; Варутреск (Швеция).

162. СТАВРОЛИТ

$\text{Fe}^{2+}\text{Al}_4[\text{O}/\text{OH}/\text{SiO}_4]$, или
 $\text{Fe}[\text{OH}]_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{SiO}_5$

Греч. «ставрос» — крест (ставролит часто встречается в виде крестообразных двойников)



Химический состав. Закись железа (FeO) 15,8%, окись алюминия (Al_2O_3) 55,9%, двуокись кремния (SiO_2) 26,3%, вода (H_2O) 2%.

Цвет. Красновато-бурый, коричневатый, черный.

Блеск. Стекланный, матовый.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 7—7,5.

Плотность. 3,65—3,77.

Излом. Раковистый, неровный занозистый.

Сингония. Моноклинная (псевдоромбическая).

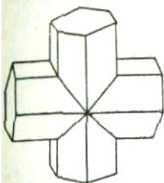
Форма кристаллов. Короткостолбчатые до длинностолбчатых, шестигранные столбики, особенно распространены крестообразные двойники (см. рис. на стр. 263).

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,473 : 1 : 0,341$; $\beta = 90^\circ$.

Спайность. Отчетливая по призме параллельно оси c .

Агрегаты. Главным образом отдельные кристаллы или сростки.



П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Дистен, альмандин, мусковит, парагонит, кварц.

Сходные минералы. Гранаты.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Минерал, образующийся в процессе динометаморфизма; распространен в слюдистых сланцах, где ассоциирует с дистеном и гранатом. Повсеместно встречается в кристаллических ядрах древних и молодых горных систем.

Местонахождения. В ГДР встречается в слюдистых сланцах Вальденбурга, Дёбельна, Мейсена, в Рудных горах и Тюрингенском Лесу.

163. СТАННИН



Лат. «станнум» — олово

Синоним: оловянный колчедан

Химический состав. Медь (Cu) 29,5%, железо (Fe) 13,1%, олово (Sn) 27,5%, сера (S) 29,9%.

Цвет. Стально-серый до оливково-зеленого.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 3—4.

Плотность. 4,3—4,5.

Излом. Неровный.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Псевдокубические, псевдотетраэдрические.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре халькопирита.

Класс симметрии. Тетрагонально-скаленоэдрический — $\overline{4}2m$.

Отношение осей. c/a — 1,963.

Спайность. Несовершенная по (001), (110).

Агрегаты. Плотные.

П. тр. Плавится, на угле образует белый налет.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 с выделением серы и двуокиси олова.

Сопутствующие минералы. В оловорудных жилах с халькопиритом, тетраэдритом, галенитом, сфалеритом, вольфрамитом, арсенопиритом, касситеритом, пиритом, кварцем и др.

Сходные минералы. Арсенопирит, блеклые руды.

Практическое значение. Иногда используется в качестве оловянной руды, но роль этих руд незначительна.

Происхождение. В гидротермальных высокотемпературных (катазоны) оловорудных месторождениях; встречается редко.

Месторождения. Фрейберг, Циннвальд в Рудных горах (ГДР); Корнуэлл (Англия); встречается во многих месторождениях цветных металлов в Боливии.

164. СТРОНЦИАНИТ



Назван по горе Стронциан в Шотландии



Химический состав. Окись стронция (SrO) 70,2%, двуокись углерода (CO_2) 29,8%.

Цвет. Бесцветный, белый, серый, желтый, зеленый.

Блеск. Стеклообразный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 3,5—4, хрупкий.

Плотность. 3,6—3,8.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Дипирамиды, копьевидные и игольчатые кристаллы.

Кристаллическая структура. Решетка типа арагонита.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,609 : 1 : 0,723.

Спайность. Проявляется редко, в этих случаях отчетливая по (110).

Агрегаты. Плотные, волокнистые, лучистые.

П. тр. При сильном прокаливании вспучивается, становясь похожим на кочан цветной капусты, ярко светится, окрашивая пламя в карминно-красный цвет.

Поведение в кислотах. Легко растворяется с вскипанием.

Сопутствующие минералы. Целестин, кальцит, пирит, халькопирит и др.

Сходные минералы. Арагонит, кальцит, целестин, барит, натролит.

Практическое значение. Используется для получения стронция.

Происхождение. В гидротермальных жильных месторождениях, а также осадочный в пустотах и трещинах в известняках и мергелях.

Месторождения. Оренштейнфурт, Клаусталь, Бад-Грунд в Гарце (ФРГ); Шохари, шт. Нью-Йорк (США).

165. СФАЛЕРИТ

ZnS

Греч. «сфалерос» — обманчивый

Важная руда цинка, почти постоянный спутник галенита (свинцового блеска). Сфалерит отличается сильным (алмазным) блеском и хорошей спайностью

Синонимы: цинковая обманка, обманка



Химический состав. Цинк (Zn) 67,1%, сера (S) 32,9%, из примесей чаще всего присутствует железо, на долю которого может приходиться до 20%. Нередки изоморфные примеси кадмия (до 0,5%), сотые доли процента

могут составлять галлий, марганец, ртуть и другие элементы.

Цвет. Чаще всего серовато-бурый, коричневый, черный, реже желтый, красный, зеленый или бесцветный.

Блеск. Алмазный, иногда металлоидный.

Прозрачность. В зависимости от окраски (содержания железа) прозрачный до непрозрачного.

Твердость. 3,5—4, очень хрупкий.

Плотность. 3,9—4,2.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Тетраэдры, часты двойники (см. рисунок), додекаэдры, гексаэдры.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре алмаза.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\bar{4}3m$.

Спайность. Весьма совершенная по ромбододекаэдру (110).

Агрегаты. Плотные массы; сфалерит легко распознается благодаря прекрасно выраженной спайности.

П. тр. Растрескивается, почти не плавится, на угле в окислительном пламени образует белый налет окиси цинка.

Поведение в кислотах. Растворяется в концентрированной HNO_3 с выделением серы.

Сопутствующие минералы. Галенит, халькопирит, пирротин, магнетит, лёллингит, арсенопирит, карбонаты, флюорит, барит и др.

Сходные минералы. Блеклые руды, галенит, касситерит, гранат, везувиан, вольфрамит, кристаллы сфалерита в рубашке халькозина или халькопирита.

Практическое значение. Сфалерит является важной рудой цинка; наряду с цинком из него получают кадмий, индий и галлий. Минерал широко распространен.

Происхождение. Сфалерит, большей частью в ассоциации с галенитом, широко распространен в гидротермальных месторождениях, иногда возникает хемогенно-осадочным путем в каменных углях.

Месторождения. Распространен в СССР, Китае, ЧССР, Болгарии, Югославии, Северной Америке (Канада, США), Южной Америке (Мексика, Перу), Южной Африке, Австралии. Гидротермальные жильные месторождения в Нижнем Гарце приурочены к гранитному массиву Рамберг (Гернрод, Нейндорф, Штрасберг), в Сред-

нем Гарце — вокруг гранитного массива Броккен (Хассероде и др.) (ГДР); в Среднем и Верхнем Гарце близ Браунлаге, Санкт-Андреасберг, Гослар, Бад-Грунд; Рамсбек, Аахен — Штольберг, Бад-Эмс (ФРГ); в саксонских Рудных горах: Фрейберг, Мариенберг, Аннаберг, железистый кристофит¹ (разновидность сфалерита) в магнетитовых скарнах Брейтебрунна близ Шварценберга.

166. ТАЛЬК

$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$, или $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Древнее арабское название

Синонимы: стеатит, жировик (мыльный, или горшечный, камень)

Химический состав. Окись магния (MgO) 37,7%, двуокись кремния (SiO_2) 63,5%, вода (H_2O) 4,8%, в виде примеси окись алюминия (Al_2O_3), иногда примесь окиси никеля (NiO).

Цвет. Белый, желтоватый, серый, зеленоватый.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая, землистая.

Твердость. 1; на ощупь жирный, шероховатый.

Плотность. 2,7—2,8.

Излом. Занозистый, неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Таблички, псевдогексагональные листочки.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка с гексагональным и псевдогексагональным строением.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. 0,577 : 1 : 2,084; $\beta = 99^\circ 55'$.

Спайность. Весьма совершенная параллельно базальной плоскости (001).

Агрегаты. Листоватые, чешуйчатые, часто плотные (стеатит, горшечный камень).

¹ В отечественной литературе Fe-сфалерит принято называть марматитом. — Прим. перев.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Хлорит, кальцит, магнезит, кварц.

Сходные минералы. Серицит, гипс, хлорит.

Практическое значение. Важное минеральное сырье! Плотные сорта талька (стеатит, жировик) находят применение в керамической промышленности для изготовления изоляторов, чистые сорта талька используются в фармацевтической промышленности для приготовления пудры, паст и т. д., в косметике тальк применяется в производстве губной помады, грима и т. п., в бумажной промышленности — при изготовлении глянцевого мелованного и особой (утяжеленной) бумаги. Тальк используется также в качестве наполнителя и как смазочный материал в резиновом производстве, при изготовлении огне- и светоустойчивых красок, при обогащении руд (в качестве минерала-носителя, обеспечивающего уменьшение потерь при обогащении руд полезным компонентом) и для других целей.

Происхождение. Образуется в процессе замещения минералов, богатых магнием (оливина, пироксенов, доломита).

Месторождения. Крупное месторождение Шабровское, южнее Свердловска (СССР); Индия; Египет; Медок (Канада); Трансильванские Альпы (Румыния); в долине р. Циллер, Гёпфенгрюн в горах Фихтель, в Тироле и других местах (ФРГ); в ГДР Цеблиц в Рудных горах (в серпентинитах), близ Глаухау недалеко от Лобздорфа, где тальк встречается в ассоциации с магнезитом.

167. ТЕННАНТИТ

$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$, или $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$

Назван по фамилии английского химика С. Теннанта (1761—1815)

Синоним: мышьяковая блеклая руда



Химический состав. Ср. с тетраэдритом.

Цвет. Темный, стально-серый, черноватый, сине-серый.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Красноватая, бурая, вишневая.

Твердость. 4.

Плотность. 4,4—4,9.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Тетраэдры, ромбоэдры, додекаэдры.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\bar{4}3m$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Плотные.

П. тр. Легко плавляется в серый королек; при этом мышьяк и сурьма улетучиваются в виде дыма (As_2O_3) и (Sb_2O_3).

Поведение в кислотах. Разлагается в HNO_3 с выпадением серы и окиси трехвалентного мышьяка (As_2O_3).

Сопутствующие минералы. Халькопирит, галенит, сфалерит, пирит, энаргит, борнит и др.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождение. Иногда образует выделения в эффузивных (вулканический) или интрузивных (гидротермальный) породах. Месторождения те же, что и у тетраэдрита.

168. ТЕТРАЭДРИТ

$Cu_{12}Sb_4S_{13}$, или $3Cu_2S \cdot Sb_2S_3$

Назван по тетраэдрической форме кристаллов, которые отличаются от кристаллов других минералов семейства блеклых руд своей огранкой

Синонимы: блеклая руда, сурьмяная блеклая руда



Химический состав. Среди блеклых руд по содержанию различных элементов выделяют *теннантит*, $Cu_{12}As_4S_{13}$, — мышьяковая блеклая руда и *тетраэдрит*, $Cu_{12}Sb_4S_{13}$, — сурьмяная блеклая руда. В природе наибольшее распространение имеют смешанные «блеклые руды», $Cu_{12}(As, Sb)_4S_{13}$. Все минералы и их разновидности, относящиеся к этой группе, характеризуются многими об-

щими физическими свойствами. Как видно из нижеследующей таблицы, в химическом составе различных блеклых руд наблюдаются колебания в содержании отдельных компонентов (в %).

Медь (Cu)	22—53	Кобальт (Co)	0—4,2
Серебро (Ag)	0—36	Марганец (Mn)	0—1,5
Цинк (Zn)	0—9	Мышьяк (As)	0—20,0
Железо (Fe)	0—4,5 (13,07)	Сурьма (Sb)	0—29,0
Ртуть (Hg)	0—17,0	Висмут (Bi)	0—13,1
Никель (Ni)	0—3,5	Сера (S)	20,6—29,1

Как показывает обзорная таблица, при замещении меди в большей или меньшей степени серебром, цинком, железом, ртутью, сурьмой, мышьяком, висмутом и в меньшей мере оловом, германием и серой — теллуром могут образоваться смешанные кристаллы.

Разновидности: *фрейбергит* — тетраэдрит, богатый серебром; *зандбергерит* — теннантит (или тетраэдрит), богатый цинком; *ферротетраэдрит* с содержанием железа до 13,08%; *ферротеннантит* и др.

Цвет. Стально-серый, железно-черный (темнее, чем теннантит), с пестрой побелалостью; кристаллы, покрытые тонкой пленкой халькопирита, имеют латунно-желтый цвет.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная, иногда буроватая или вишневая (у теннантита при легком царапаны).

Твердость. 3,5—4,5, хрупкий.

Плотность. 4,4—5,4.

Излом. Раковистый до неровного.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Тетраэдры, додекаэдры, ромбододекаэдры.

Кристаллическая структура. Сложная.

Класс симметрии. Гексатетраэдрический — $\bar{4}3m$.

Спайность. Почти отсутствует.

Агрегаты. Плотные, зернистые, сливные, часто обнаруживают треугольную штриховку.

П. тр. На угле блеклые руды легко дают серый корольек; при этом выделяются мышьяковый (As_2O_3) и сурьмяный (Sb_2O_3) возгоны.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 с выделением серы и окиси сурьмы (Sb_2O_3); в зависимости от

колебаний химического состава меняется и отношение к реагентам.

Сопутствующие минералы. Пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, прустит, бурнонит, малахит, азурит, карбонаты, кварц и др.

Сходные минералы. Халькозин (медный блеск).

Практическое значение. Блеклые руды редко образуют крупные скопления; в случае значительных концентраций они входят в состав медных руд вместе с другими минералами меди.

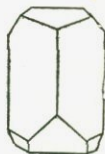
Происхождение. Тетраэдрит — самый распространенный минерал из числа блеклых руд, встречающихся в гидротермальных медных месторождениях. В зоне окисления блеклые руды легко разлагаются с образованием таких минералов, как ковеллин, малахит, азурит, лимонит. Месторождения, содержащие в составе руд минералы блеклых руд, пользуются широким распространением.

Месторождения. В ГДР минералы этой группы, в том числе богатый серебром фрейбергит, встречаются в многочисленных свинцово-цинково-(серебряных) месторождениях: Фрейберг, Мариенберг, Аннаберг, Садисдорф, Нидерпёпель, Шарфенберг (Рудные горы), близ Хоэнштейн-Эрнсттала (саксонские Гранулитовые горы) и др., в рудных жилах Среднего Гарца и в Нейдорфе (Пфaffenберг) близ Харцгероде, между Швендой и Вольфсбергом, в Камсдорфе (Тюрингия) и в других месторождениях; Санкт-Андреасберг, Роммельсберг, Клаусталь (Гарц) (ФРГ); минерал широко распространен в месторождениях СССР, ЧССР, США.

169. ТИТАНИТ

$\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$

Синоним: сфен (от греч. «клин» — назван по форме кристаллов)



Химический состав. Окись кальция (CaO) 28,6%, двуокись титана (TiO_2) 40,8%, двуокись кремния (SiO_2) 30,6%.

Цвет. Серый, желтый, бурый, зеленый, реже розовый, красный, черный.

Блеск. Алмазный, алмазно-жирный.

Прозрачность. Полупрозрачный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 5—6.

Плотность. 3,29—3,56.

Излом. Раковистый, минерал хрупкий.

Сингония. Моноклидная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, клиновидные, реже призматические, игольчатые.

Класс симметрии. Призматический — 2/*m*.

Отношение осей. 0,752 : 1 : 0,853; $\beta = 119^\circ 43'$.

Спайность. Несовершенная по (110), (111).

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Разлагается частично или полностью в горячей кислоте.

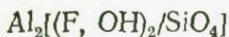
Сопутствующие минералы. Полевые шпаты (альбит, адуляр), кварц (горный хрусталь), ильменит, рутил, амфибол, нефелин, эгирин, циркон, апатит.

Сходные минералы. Аксинит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Титанит — распространенный акцессорный минерал магматических пород — гранитов, сиенитов, трахитов, андезитов. Характерные мелкие кристаллы сфена встречаются в сиенитах (сиенит-диоритах) между Дрезденом и Фрейталем (Плауэнскийgrund), близ Дрездена и Мейсена. В виде хорошо образованных кристаллов титанит встречается в альпийских жилах, гнейсах, слюдяных и хлоритовых сланцах, амфиболитах. Еще шире он распространен в щелочных породах: Ильменские горы (Урал), Кольский п-ов (СССР); Альпы (район Сен-Готтарда). Встречается во многих других районах земного шара.

170. ТОПАЗ



Фтор-алюминиевый силикат

Назван по острову Топазис в Красном море



Химический состав. Глинозем (Al_2O_3) 48,2—62,0%, двуокись кремния (SiO_2) 28,2—39,0%, фтор (F) 13,0—20,4%, вода (H_2O) до 2,45%.

Цвет. Бесцветный, водяно-прозрачный (редко), большей частью светло-желтый, винно-желтый, соломенно-желтый, розовый, красный, зеленый, голубой, фиолетовый.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 8.

Плотность. 3,52—3,57.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. В пегматитах кристаллизуются богатые гранями кристаллы, в грейзенах топаз образует столбчатые агрегаты, а также плотные массы, называемые пикнитом¹.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,528 : 1 : 0,955.

Спайность. Совершенная по базису (001).

Агрегаты. Плотные, лучистые.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Турмалин, слюда, берилл, розовый кварц, дымчатый кварц, полевой шпат, касситерит, вольфрамит и др.

Сходные минералы. Фенакит, корунд, арагонит, датолит, берилл.

Практическое значение. Красивые кристаллы топаза относятся к драгоценным камням, их шлифуют и используют в ювелирном деле. Находки топаза в речных россыпях указывают на возможное присутствие в окрестностях касситерит-вольфрамитовых месторождений.

Происхождение. Топаз — минерал пегматитов, в частности топазовых пегматитов.

Месторождения. В ГДР Шнекенштейн в долине Танненберг, шток цвиттеров Альтенберг, гора Грейфенштейн близ Гейера, гранитный массив Эйбеншток и другие месторождения Рудных гор; в гранитных пегматитах Пенига, Хартмансдорфа, Лимбаха, Курсдорфа, Мюлау и в других местах саксонских Гранулитовых гор. Крупные месторождения топазов имеются на Урале близ Свердлов-

¹ В отечественной литературе пикнитом чаще называют пластинчатые агрегаты топаза. — *Прим. перев.*

ловска, в Ильменских горах, в районе рек Каменки и Санарки (СССР); Минас-Жерайс, Минас-Новас (Бразилия); Спитскоп (Намибия) и другие месторождения.

171. ТОРБЕРНИТ

$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2[\text{PO}_4]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $n=8-12$

Назван по имени химика Торберна Бергманна

Синонимы: медно-урановая слюдка, медный уранит

Химический состав. Окись меди (CuO) 7,73%, триоксид урана (UO_3) 57,5%, пятиокись фосфора (P_2O_5) 14,5%, вода (H_2O) 20,3% (ср. с отенитом).

Цвет. Изумрудно-зеленый (более густой, чем у отенита).

Блеск. Стеклообразный, на плоскостях спайности перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Светло-зеленая, яблочно-зеленая.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 3,3—3,6.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Тонкопластинчатые, листоватые, нередко землистые массы, почти всегда в сростании с отенитом.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/mmm.

Отношение осей. $c/a=2,904$.

Спайность. Весьма совершенная перпендикулярно оси c , по базису (001).

Агрегаты. Чешуйчатые, листоватые.

П. тр. Сплавляется в черный королек.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 , при добавлении аммиака раствор окрашивается в синий цвет (присутствие меди), при этом выпадает желтый осадок.

Сопутствующие минералы. Отенит, урановая охра, лимонит, гематит, кварц.

Сходные минералы. Отенит (имеет желтую черту); торбернит сильно радиоактивен.

Практическое значение. Руда урана.

Происхождение и месторождения. Развивается в зоне окисления урановых месторождений. Широко распространен, хотя и в небольших количествах, в минерализо-

важных трещинах пород; крупные скопления этого минерала известны в Шинколобве (Центральная Африка); в гранитах и гнейсах саксонских Рудных гор — в Шнеберге, Шварценберге, Ауэ, Циннвальде и в других месторождениях.

172. ТРЕМОЛИТ



Назван по месту находки — долине Тремола в Центральном Альпах (Италия)

Минерал относится к группе амфиболов

Синоним: граматит

Химический состав. Окись кальция (CaO) 13,8%, окись магния (MgO) 24,6%, двуокись кремния (SiO₂) 58,8%, вода (H₂O) 2,8%.

Цвет. Белый, серый, зеленоватый.

Блеск. Стеклообразный, шелковисто-стеклянный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6, минерал хрупкий, ломкий.

Плотность. 2,9—3.

Излом. Занозистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Длиннопризматические, игольчатые, волосовидные, войлокоподобные агрегаты.

Кристаллическая структура. Двойные цепи (ленты) тетраэдров SiO₄.

Класс симметрии. Вероятно, призматический — 2/m.

Отношение осей. 0,545 : 1 : 0,292; $\beta = 104^\circ 42'$.

Спайность. По призме (110).

Агрегаты. Лучистые.

П. тр. Плавится с трудом, образуя бесцветное стекло.

Поведение в кислотах. Слабо растворим.

Сопутствующие минералы. Тальк, кальцит, доломит, серпентин.

Сходные минералы. Волластонит, цоизит, диаспор.

Практическое значение. Имеет лишь тремолитовый асбест (см. асбест).

Происхождение. Тремолит — минерал регионального и контактового метаморфизма, распространен в кристаллических сланцах фундамента.

Месторождения. Важные месторождения тремолит-асбеста находятся в Италии, на Балканском п-ове, в Африке и Канаде.

173. ТУРМАЛИН

$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Al})_6[\text{B}_3\text{Al}_3\text{Si}_6(\text{O}, \text{OH})_{30}]$

(По-сингалезски — «турмали»)
(фото 17)



Химический состав. Изменчивый; двуокись кремния (SiO_2) 30—44%, окись бора (B_2O_3) 8—12%, окись алюминия (Al_2O_3) 18—44%, закись железа (FeO) + окись железа (Fe_2O_3) 0—38%, окись магния (MgO) 0—25%, окись натрия (Na_2O) 0—6%, окись кальция (CaO) 0—4%, вода (H_2O) 1—4%. Кроме того, в состав минерала может входить калий, литий, марганец, хром, фтор, хлор. Изменчивость химического состава обуславливает многообразие окрасок кристаллов турмалина, многие разновидности которого относятся к драгоценным камням.

Цвет. Черный, бесцветный, розовый, красный, темно-красный, зеленый, темно-зеленый, глубокий темно-зеленый, темно-синий, иногда зональный. По цвету выделяются следующие разновидности турмалина: *шерл* (железистый турмалин) — глубокого черного цвета (самая распространенная разновидность); *ахроит* — бесцветный, прозрачный; *рубеллит* — красный, темно-красный (марганцово-литиево-цезиевый турмалин); *верделит* — глубокого темно-зеленого цвета (хромовый турмалин); *индиголит* — темно-зеленый или темно-синий турмалин; *дравит* — бурая магнезиальная разновидность.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 7—7,5.

Плотность. 2,90—3,25.

Излом. Раковистый, неровный, занозистый.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Столбчатые, призматические, игольчатые, всегда исштрихованные (вертикальная штрихов-

ка по призме); в поперечном сечении обычно наблюдается сферический треугольник.

Кристаллическая структура. Двуслойные кольца из анионных радикалов с формулой Al_2O_3 (сложная).

Класс симметрии. Дитригонально-пирамидальный — 3т.

Отношение осей. $c/a \sim 0,45$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Лучистые (турмалиновое солнце).

П. тр. Не плавится или плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

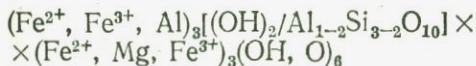
Сходные минералы. Эпидот, ильваит, изумруд, акмит, эгирин.

Практическое значение. Драгоценный камень.

Происхождение. Пегматитово-пневматолитовый минерал, образующийся в остаточную стадию кристаллизации гранитного расплава. Характерен также для контактово-метасоматических пород (турмалиновых сланцев), известково-силикатных пород, гнейсов и кристаллических сланцев; в гидротермальных жилах с сидеритом, магнезитом, кварцем; турмалин широко распространен в районах развития гранитов. Особый интерес представляет драгоценный турмалин.

Местонахождения. Урал, Забайкалье (СССР); Мадагаскар; Сан-Диего (Калифорния); Бразилия, Спитскоп (Намибия) и др. В ГДР железистый турмалин (шерл) встречается в гранитах Лаузица, гранитах Рудных гор (массив Эйбеншток) и в турмалиновых сланцах Ауэрсберга в Фогтланде; многочисленные месторождения турмалиновых пегматитов известны также в Гранулитовых горах (Саксония) близ Пенига, в Роксбурге, в долине Хемница близ Лимбаха; наряду с шерлом там встречаются красные и зеленые турмалины. Кроме того, районами распространения турмалиновой минерализации являются граниты массива Броккен (Гарц) и граниты Тюрингенского Леса.

174. ТЮРИНГИТ



Назван по месту находки — Тюрингии (ГДР)

Химический состав. Изменчивый; закись железа (FeO) 19,8—39,3%, окись железа (Fe_2O_3) 7,2—31,7%, окись

алюминия (Al_2O_3) 15,6—25,1%, двуокись кремния (SiO_2) 19,4—28,8%, вода (H_2O) 4,6—12,2%.

Цвет. Темно-зеленый.

Блеск. Перламутровый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленоватая.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 3,15—3,19.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Кристаллы встречаются редко.

Кристаллическая структура. Слоистая.

Класс симметрии. Вероятно, призматический — $2/m$.

Отношение осей. $\sim 0,6 : 1 \sim 1,6$; $\beta = 97^\circ 20'$.

Спайность. Совершенная.

Агрегаты. Плотные, состоящие из овоидов, скорлуповатые, мелкозернистые.

П. тр. Сплавляется в черное магнитное стекло.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl .

Сопутствующие минералы. Лимонит, магнетит, гранат.

Сходные минералы. Шамозит (богатый железом).

Практическое значение. В случае больших скоплений может использоваться в качестве железной руды.

Происхождение. Образуется как вторичный минерал в прибрежной зоне морей при дефиците кислорода, а также при гидротермальном разложении пород, богатых железом.

Месторождения. Шмидефельд близ Заальфельда в Тюрингии (ГДР); Бенешов (ЧССР); Центральный Казахстан (СССР).

175. УРАНИНИТ

UO_2

Синонимы: урановая смоляная руда (урановая смолка), урановая чернь

Химический состав. Уран (U) 88% ($=104\% \text{ U}_3\text{O}_8$); вследствие окисления и радиоактивного распада в минерале содержится больше кислорода, чем это соответствует формуле UO_2 . Минерал содержит радий (Ra), актиний (Ac), полоний (Po) и другие элементы — продукты радиоактивного распада.

Цвет. Черный, зеленовато-черный, иногда фиолетовый.
Блеск. Жирный, восковой, матовый.
Прозрачность. Непрозрачный.
Черта. Темно-зеленая до коричневатой-черной.
Твердость. 4—6.
Плотность. 6,0—10,5.
Сингония. Кубическая.
Форма кристаллов. Кубы, октаэдры, ромбододекаэдры (кристаллы редки).
Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка соответствует решетке флюорита.
Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.
Спайность. Отсутствует.
Излом. Раковистый.
Агрегаты. Плотные массы, почковидные и клубневидные образования.
Поведение в кислотах. В HNO_3 , H_2SO_4 и H_2F_2 растворяется легко, в HCl — очень медленно.
Сопутствующие минералы. Урановые слюдки (отенит, торбернит), галенит, халькопирит, молибденит, хлоантит, самородный висмут, пираргирит, барит, доломит, флюорит, сидерит, кварц и др.
Сходные минералы. Бурый (битуминозный) уголь, псиломелан.
Практическое значение. Используется для получения радия, который содержится в уранините в количестве 3,4 г на 10 т урана; препараты радия имеют исключительно большое значение для практического использования ядерной энергии; они применяются в медицине при лечении опухолей (облучение радием) и в различных областях техники, например окрашивание стекол, изготовление светящихся циферблатов и стрелок часов.
Происхождение. Уранинитом нередко обогащены гранитные и сиенитовые пегматиты; он образуется пневматолитово-гидротермальным путем в рудных жилах совместно с сульфидами серебра, кобальта, никеля, висмута, меди и другими минералами. В зонах окисления урансодержащих рудных месторождений происходит вторичное (экзогенное) обогащение уранинитом. Небогатые, но пригодные для эксплуатации залежи уранинита приурочены к углеродсодержащим осадочным породам (кремнистым сланцам). Уранинит предположительно органического происхождения присутствует в иглах радиоля-

рий, сорбирующих соединения урана из морской воды; подобные концентрации возникают отчасти благодаря способности урановых соединений хорошо мигрировать в водных растворах.

Месторождения. Месторождения урана редки. Многочисленные месторождения были открыты во время второй мировой войны и после нее. Известные старые месторождения расположены в саксонских и богемских Рудных горах (Ауэ, Шнеберг и др.); в урановой смолке Яхимова (ЧССР) супруги Кюри открыли радий. Новые месторождения выявлены в кремнистых сланцах близ Роннебурга (район Геры), в песчаниках Эльбзанд Штейнгебирге и в других районах (ГДР); особенно крупные месторождения известны в окрестностях Большого Медвежьего озера (Канада), в Катанге (Заир), в золотоносных конгломератах Трансвааля (Южная Африка); Блайнд-Ривер (Австралия) и другие вновь открытые месторождения.

176. ФАЯЛИТ



Минерал назван по вулканическому острову Файял из группы Азорских островов. Относится к группе оливина

Химический состав. Закись железа (FeO) 76%, двуокись кремния (SiO₂) 24%.

Цвет. Зеленовато-черный, темно-желтый.

Блеск. Стеклообразный, приближается к алмазному.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 4,0—4,35.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Форма кристаллических выделений. Плотные, зернистые массы.

Отношение осей. 1,283 : 1 : 2,206.

Спайность. Отчетливая по (010).

П. тр. Сплавляется в черное магнитное стекло.

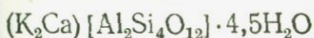
Поведение в кислотах. Растворяется в соляной кислоте с выпадением желеобразного кремнезема.

Сопутствующие минералы. Оливин, гортонолит (богатый железом оливин).

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Встречается в вулканических стеклах (обсидианах); в виде плотных зернистых масс отмечается по берегам оз. Байкал. В целом сравнительно редок (см. оливин).

177. ФИЛЛИПСИТ



Назван в честь английского минералога Дж. Филлипса

Минерал относится к группе цеолитов



Химический состав. Окись калия (K_2O) 4—11%, окись кальция (CaO) 3—8%, окись алюминия (Al_2O_3) 22—24%, двуокись кремния (SiO_2) 44—48%, вода (H_2O) 15—17%, окись натрия (Na_2O) до 6%.

Цвет. Белый, серый, желтый, бесцветный.

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Просвечивающий или прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 4—4,5, хрупкий.

Плотность. 2,2.

Излом. Неровный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые кристаллы, сложные двойниковые сростки.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,702 : 1 : 0,605$; $\beta = 125^\circ 40'$.

Спайность. Нередко проявлена слабо по (001) и (010).

Агрегаты. Радиально-лучистые, сферолитовые, заполнения миндалины.

П. тр. Сильно вспучивается вследствие потери кристаллизационной воды.

Поведение в кислотах. Легко растворяется в HCl .

Сопутствующие минералы. Гармотом.

Сходные минералы. Гармотом, шабазит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение и местонахождения. Образуется гидро-

термальным путем при выполнении миндалин в пузырчатых лавах, например в лавах Монте-Соммы (Везувий, Италия), в базальтовых лавах Исландии и др.

178. ФЛОГОПИТ



или



Греч. «флёгопос» — огнеподобный (по красноватому оттенку)

Синоним: магнезиальная слюда

Химический состав. Окись калия (K_2O) 7,0—10,3%, окись магния (MgO) 21,4—29,4%, окись алюминия (Al_2O_3) 10,8—17%, двуокись кремния (SiO_2) 38,7—45%, вода (H_2O) 0,3—5,4%, фтор (F) до 6%; примеси: окислы железа, бария, натрия, марганца, кальция, хрома, никеля.

Цвет. Бесцветный, серебристый, серый, белый, светло-желтый, бурый, темно-бурый.

Блеск. Перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 2—3.

Плотность. 2,70—2,85.

Излом. Минерал листоватый, гибкий.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Таблитчатые, короткопризматические.

Кристаллическая структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. 0,577 : 1 : 1,112; $\beta = 100^\circ 12'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (001).

Агрегаты. Плотные, чешуйчатые.

П. тр. Плавится с трудом (1330°C).

Поведение в кислотах. Разлагается в горячей H_2SO_4 .

Сопутствующие минералы. Кальцит, доломит, серпентин, апатит, диопсид, визувиян и др.

Сходные минералы. Мусковит, парагонит, биотит.

Практическое значение. Крупнокристаллический флогопит находит такое же применение, как и мусковит.

Происхождение и типы месторождений. Особенно часто развивается в контактово-измененных метаморфизованных доломитах (известково-силикатных породах), в серпентинитах и других метаморфических породах; присутствует в пегматитах.

Месторождения. Прибайкалье — пегматиты с кристаллами до 1,5 м (СССР); провинция Онтарио (Канада); Мадагаскар; Шри Ланка; Корея; Швеция; Финляндия и др.

179. ФЛЮОРИТ



Синоним: плавиновый шпат (минерал, богатый фтором, металлургический флюс, добавка которого способствует быстрой плавке руд)

Химический состав. Кальций (Ca) 51,2%, фтор (F) 38,8%; примеси хлора, окиси железа, редких земель, иногда урана (до 1%), атомарного (газообразного) фтора и гелия.

Цвет. Желтый, зеленый, синий, фиолетовый, красный, розовый, фиолетово-черный, зональная окраска со сменной цветов, реже минерал бесцветный.

Блеск. Стеклообразный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Бесцветная, белая.

Твердость. 4, хрупкий.

Плотность. 3,1—3,2.

Излом. Ровный.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Чаще всего кубы, реже октаэдры или ромбододекаэдры, а также различные сложные комбинации: тетрагонтриоктаэдры, тетрагексаэдры, гексаоктаэдры; нередко кристаллы флюорита искажены, иногда сдвойникованы.

Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка флюорита характеризуется двумя координационными числами: 8 (кальций) и 4 (фтор). Расположение ионов Ca^{2+} отвечает гранецентрированной кубической решетке. Ионы F^- занимают центры всех малых кубов (табл. 1; фото 4).

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — *тЗт*.

Спайность. Весьма совершенная по октаэдру (111).

Агрегаты. Плотные, массивные, шлатоподобные.

П. тр. Плавится с трудом, при нагревании растрескивается, обычно со свечением (флюоресценция).

Поведение в кислотах. Полностью растворяется только в концентрированной H_2SO_4 с выделением плавиковой кислоты, разъедающей стекло.

Сопутствующие минералы. Молибденит, касситерит, вольфрамит, апатит, топаз, турмалин, циннвальдит, литионит, шеелит, кварц, барит, сидерит, галенит, сфалерит, халькопирит, аргентит, самородное серебро и др.

Сходные минералы. Барит, апатит, ортоклаз.

Практическое значение. Примерно 70% добываемого флюорита применяется в качестве металлургического флюса в производстве железа и алюминия. В химической промышленности является важным сырьем для получения плавиковой кислоты; используется в керамическом производстве при изготовлении эмалей и глазурей. Бесцветные кристаллы находят применение в оптике.

Происхождение и типы месторождений. Широко распространен в месторождениях цветных металлов (полиметаллические провинции). Красивые кристаллы образуются в пустотах выполнения в виде друз совместно с другими минералами; характерно нарастание кристалликов кварца на грани флюорита. Специфической разновидностью является черно-фиолетовый флюорит — антозонит (вонючий шпат, который при раскалывании издает запах фтора). Антозонит особенно широко распространен близ Вёльзендорфа в Баварии (ФРГ).

Месторождения. Промышленные месторождения сравнительно редки. В Гарце — Штрассберг, Штольберг и другие мелкие месторождения вокруг гранитного массива Рамберг; в Тюрингенском Лесу — Либенштейн, Герен близ Ильменау; в Фогтланде — Эльсниц (Шейнбрун, Бёзенбрун); в саксонских Рудных горах — Нидершлаг, Беренштейн, много проявлений флюоритовой минерализации наблюдается в трещинных жилах Фрейберга, Мариенберга, Аннаберга, Шнеберга, Ауэ, Иоганнсгеоргенштадта и других районов (ГДР); Вёльзендорф (Бавария) (ФРГ). Крупные месторождения: Забайкалье (СССР); Китай; Ньюфаундленд; шт. Иллинойс (США) и др.

180. ФОРСТЕРИТ



Назван по фамилии минералога Форстера
Минерал группы оливина

Химический состав. Окись магния (MgO) 57,1%, дву-
окись кремния (SiO₂) 42,9%.

Цвет. Желтый, оливково-зеленый, бесцветный, светло-
серый.

Блеск. Стеклоанный.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 7.

Плотность. 3,3—3,5.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Форма кристаллических выделений. Зернистые агрега-
ты, плотные массы.

Отношение осей. 1,255 : 1 : 2,151.

Спайность. Ясная по (010)¹.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в серной кислоте
с образованием студенистого осадка кремнезема.

Сопутствующие минералы. Магнетит, флогопит, гема-
тит, шпинель, авгит, брукит.

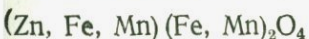
Сходные минералы. Светлые гранаты, оливин, везувиан
и др.

Практическое значение. Возможно применение в качест-
ве сырья для огнеупоров.

Происхождение и типы месторождений. Образуется при
контактовом метаморфизме доломитовых мраморов (из-
вестково-силикатных пород); известны известково-сили-
катные выбросы Монте-Соммы (Везувий) (см. оливин)

Местонахождения. Норвегия; США и др.

181. ФРАНКЛИНИТ



Назван по цинково-марганцевому месторождению Фран-
клин, шт. Нью-Джерси (США)

Минерал относится к группе магнетита

¹ Обычно спайность несовершенная. — *Прим. перев.*

Химический состав. Окись цинка (ZnO) 23,11%, окись двухвалентного марганца (MnO) 10,46%, окись железа (Fe_2O_3) 63,40%, окись трехвалентного марганца (Mn_2O_3) 4,4%; примеси варьируют.

Цвет. Железно-черный.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Красновато-коричневая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 5,07—5,22.

Сингония. Кубическая.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Форма кристаллических выделений. Зернистые агрегаты, плотные сплошные массы.

Спайность. Плохая по (111); излом раковистый.

П. тр. Не плавится; на угле образует с содой растворимую в соляной кислоте окись цинка (ZnO).

Сопутствующие минералы. Виллемит, кальцит, родохрозит, гранаты, аксинит и др.

Сходные минералы. Хромит, магнетит, герцинит.

Практическое значение. Руда цинка.

Происхождение. Контактный метаморфизм (метасоматоз) известковых пород.

Месторождения. Редки; наиболее известное — месторождение Франклин в шт. Нью-Джерси (США), где франклинит встречается в ассоциации с другими редкими минералами.

182. ХАЛЬКОЗИН

Cu_2S

Греч. «халькос» — медь

Химический состав. Медь (Cu) 79,8%, сера (S) 20,2%; примеси: серебро, кобальт, никель, мышьяк, золото.

Цвет. Свинцово-серый, с черноватым оттенком, иногда со стально-синей или черной побежалостью.

Блеск. Сильный металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Блестящая темно-серая.

Твердость. 2,5—3.

Плотность. 5,7—5,8.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Редкие толстотаблитчатые и короткостолбчатые кристаллы.

Кристаллическая структура. Очень сложная.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $mm2$.

Отношение осей. 0,436 : 1 : 0,492.

Спайность. Весьма несовершенная по (110).

Агрегаты. Сплошные, мелкозернистые.

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

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Халькопирит, борнит, энаргит, ковеллин, тетраэдрит, пирит, малахит, азурит.

Сходные минералы. Темная блеклая руда, куприт, борнит, бурнонит, серебряный блеск, стефанит, гематит, магнетит, хромит.

Практическое значение. Халькозин является важной и богатой медной рудой, иногда образует крупные месторождения.

Происхождение. Возникает при магматогенных процессах (пневматолитовых, гидротермальных), осаждается химическим путем в зонах цементации медно-сульфидных месторождений, образуется в биогенном круговороте серы в меденосных углеродистых породах (тип медистых сланцев).

Месторождения. Северный Урал, Коунрад в Казахстане (СССР); Бьютт, шт. Монтана (США); Рио-Тинто (Испания); Браден и Чукикамата (Чили); Мансфельд, Эйслебен, Зангерхаузен (ГДР).

183. ХАЛЬКОПИРИТ

$CuFeS_2$

Греч. «халькос» — медь, «пир» — огонь

Синоним: медный колчедан (важнейшая медная руда); легко распознается по желтому цвету и низкой твердости, однозначно отличаясь этим от пирита



Химический состав. Медь (Cu) 34,57%, железо (Fe) 30,54%, сера (S) 34,9%; в качестве примесей могут при-

существовать золото, серебро, платина и другие металлы.
Цвет. Латунно-желтый, с зеленым оттенком, часто с темно-желтой, черной или пестрой побелалостью.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленовато-черная.

Твердость. 3,5—4.

Плотность. 4,1—4,3.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Тетрагональная (псевдотетраэдрическая); грани главного тетраэдра матовые или покрыты штриховкой.

Кристаллическая структура. Тетрагональная решетка.

Класс симметрии. Тетрагонально-скаленоэдрический — 42m.

Отношение осей. $c/a = 1,966$.

Спайность. Редко по (111), (201).

Агрегаты. Сплошные, почковидные, мелкозернистые, плотные.

П. тр. Плавится, при нагревании растрескивается, сплавляется в черный магнитный шарик; в закрытой стеклянной трубочке появляется налет серы.

Поведение в кислотах. В HNO_3 медный колчедан постепенно разлагается с выделением серы.

Сопутствующие минералы. Галенит, сфалерит, пирит; часто встречается в ассоциации с новообразованными минералами зоны окисления — малахитом, азури́том, лимонитом, карбонатами, кварцем (ячеистыми, разъеденными).

Сходные минералы. Пирит, марказит, магнитный колчедан, золото, блеклая руда, сфалерит.

Практическое значение. Халькопирит является одной из наиболее часто встречающихся и важных медных руд (мировая добыча примерно 2 млн. т в год) и вместе с никелевым колчеданом образует редкие, но довольно значительные медно-никелево-пирротиновые месторождения.

Происхождение. Халькопирит образуется 1) собственно магматическим путем вместе с пентландитом, пирротином, сперрилитом и другими минералами норитов; 2) при пегматитово-пневматолитовых процессах в жилах с медным блеском, пиритом; 3) в гидротермальных

жилах и в массивных скоплениях (рудные линзы) и вкраплениях с пиритом и другими минералами; 4) осадочно-сингенетическим путем в глинистых сланцах с галенитом, сфалеритом и другими минералами (так называемые смешанные руды).

Месторождения. Садбери (Канада); Урал, Закавказье, Кузнецкий Алатау, Казахстан, Норильск и другие районы (СССР); Бингем, шт. Юта (США); Чукикамата (Чили); Катанга (Заир), Замбия (Южн. Африка); Рио-Тинто (Испания); Бор (Югославия); Мирдита (Албания); Сулихьельма (Норвегия); Фалун (Швеция); Раммельсберг близ Гослара (ФРГ); многочисленные проявления в контактово-измененных породах вокруг гранитов Рамберг и Броккен в Гарце, в гидротермальных месторождениях и месторождениях вкрапленных руд в саксонских Рудных горах: Фрейберг, Аннаберг, Иоганн-георгенштадт, Садисдорф, Побершау, в скарнах Брейтенбрунна, Шмальцгрубе, Шварценберг, Бергписхюбель и др., осадочный мелкозернистый халькопирит в медистых сланцах Мансфельда, Эйслебена, Зангерхаузена (ГДР) и другие многочисленные месторождения.

184. ХЛОАНТИТ



Синоним: никелевый скуттерудит

Цвет. Оловянно-белый.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Серо-черная.

Твердость. 5—6.

Плотность. 6,4—6,9.

Сингония. Кубическая.

Класс симметрии. Дидодекаэдрический — $m\bar{3}$.

Форма кристаллических выделений. Кубики, часто искривленные, растрескавшиеся; сплошные, почковидные массы.

Кристаллическая структура. См. скуттерудит.

Спайность. Мнимая благодаря зональному строению.

П. тр. Сплавляется в магнитный шарик.

Поведение в кислотах. Растворяется в HNO_3 .

Сопутствующие минералы. Висмут и уранинит, мышьяк, никелин и др.

Сходные минералы. Лёллингит, арсенопирит, скуттерудит.

Практическое значение. Руда никеля.

Происхождение. Высокотемпературное гидротермальное (минерал катазоны).

Месторождения. См. скуттерудит.

185. ХЛОРИТЫ

Группа минералов, по свойствам похожих на слюду
Греч. «хлорос» — зеленый

Хлориты образуют группу минералов, которые внешне весьма сходны; они пользуются очень широким распространением в качестве породообразующих минералов зеленых сланцев, филлитов, хлоритовых гнейсов, диабазов, спилитов, кератофинов и др. К группе хлоритов относятся пеннин, клинохлор, прохлорит, кеммерерит, кочубейт, шамозит, тюрингит и другие более редкие минералы.

В их химическом составе наблюдаются значительные колебания в содержании окислов магния, железа и алюминия, а также кремнекислоты и воды. Химический состав хлоритов сложен; как и у слюды, хлориты характеризуются слоистой решеткой.

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ ХЛОРИТОВ

Пеннин, $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_3$

Клинохлор, $(\text{Mg}, \text{Fe})_{4,75}\text{Al}_{1,25}[\text{Si}_{2,75}\text{Al}_{1,25}\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$

Прохлорит, $(\text{Mg}, \text{Fe})_{4,5}\text{Al}_{1,5}[\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$

Шамозит } $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2/\text{Al}_{1-2}\text{Si}_{3-2}\text{O}_{10}](\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_3$

Тюрингит } $(\text{OH}, \text{O})_6$ (иногда важная железная руда)

Никелевый хлорит, $(\text{Mg}, \text{Ni})_3(\text{Mg}, \text{Ni}, \text{Al})_3[(\text{OH})_8/(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

Кеммерерит-пеннин, в котором алюминий замещен хромом (5% Cr_2O_3)

Кочубейт-клинохлор, в котором алюминий замещен хромом (до 8% Cr_2O_3)

186. ХРИЗОБЕРИЛЛ

BeAl_2O_4

Греч. «хрисос» — золото

Химический состав. Окись бериллия (BeO) 19,8%, глинозем (Al_2O_3) 80,2%; примеси: окись железа (Fe_2O_3) 3,5—6%, окись хрома (Cr_2O_3) до 0,4% (придает изумрудно-зеленую окраску драгоценному камню александриту).

Цвет. Зеленый, желтый.

Блеск. Стеклообразный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 8,5.

Плотность. 3,7.

Сингония. Ромбическая (псевдогексагональная).

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 1,237 : 1 : 2,124.

Агрегаты. Зернистые.

Спайность. Средняя; раковистый излом.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Нерастворим.

Сопутствующие минералы. Берилл, фенакит, гранат, турмалин.

Сходные минералы. Берилл, апатит.

Практическое значение. Иногда как руда бериллия; драгоценный камень (александрит).

Происхождение. Пегматитовое (гидротермальное) в слюдяных сланцах, гнейсах, гранитах; в гранитных пегматитах; в россыпях.

Месторождения. СССР; шт. Минас-Жерайс (Бразилия); Шри Ланка.

187. ХРОМШПИНЕЛИДЫ

Общая формула: $(\text{Mg, Fe})(\text{Cr, Al, Fe})_2\text{O}_4$

Греч. «хрома» — цвет

Группа минералов, кристаллизующихся из магмы. Несмотря на различия химического состава (в хромшпинелидах могут колебаться содержания всех химических компонентов — двухвалентного магния и железа, трехвалентных хрома, алюминия и железа), их невозможно идентифицировать без помощи химического анализа.

В группу хромшпинелидов входят следующие минералы:

Хромит, FeCr_2O_4 , или $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$

Магнезихромит, MgCr_2O_4 , или $\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$

Алюмохромит, $\text{Fe}(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$, или $\text{FeO} \cdot (\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$

Пикотит, $(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$, или $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, %

Окись хрома, Cr_2O_3 18—62

Закись железа, FeO 0—18

Окись магнезия, MgO 6—16

Окись алюминия, Al_2O_3 0—33

Окись железа, Fe_2O_3 2—30

Кроме того, в хромшпинелидах присутствуют окись титана (TiO_2) до 2%, окись ванадия (V_2O_3) до 0,2%, закись марганца (MnO) до 1%, окись никеля (NiO) десятые доли процента и окись кобальта (CoO) сотые доли процента.

Цвет. Черный.

Блеск. Металлический, жирный.

Прозрачность. Непрозрачные, в очень тонких осколках (0,03—0,02 мм) просвечивают темно-красным.

Черта. Бурая.

Твердость. 5,5—6.

Плотность. 4,5—4,8.

Излом. Неровный, раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллических выделений. Редко встречаются октаэдрические кристаллы, чаще плотные зернистые агрегаты.

Кристаллическая структура. Такая же, как у шпинели (шпинелевая решетка).

Класс симметрии. Гексооктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отсутствует.

Агрегаты. Сплошные, зернистые.

П. тр. Не плавятся; перл буры или фосфорной соли после охлаждения становится изумрудно-зеленым.

Поведение в кислотах. Нерастворимы.

Сопутствующие минералы. Оливин, бронзит, уваровит (хромовый гранат), металлы платиновой группы, магнетит, кеммерерит.

Сходные минералы. Магнетит, франклинит.

Практическое значение. Хромшпинелиды являются единственным источником получения феррохрома, используе-

мого для изготовления высококачественных хромовых и хром-никелевых легированных сталей. Хромовые руды, бедные хромом и железом, но богатые окисью алюминия и окисью магния, используются в производстве огнеупорных материалов для футеровки печей; хромшпинелиды применяются в химической промышленности для получения различных солей хрома.

Происхождение. Хромшпинелиды образуются при кристаллизации ультраосновных пород (дунитов, гарцбургитов, пироксенитов). Месторождения этих минералов очень редки.

Месторождения. Крупнейшие месторождения находятся на Урале (СССР); на Балканском п-ове (Албания, Югославия, Греция); Турция; Бушвелдский массив (Южная Африка); Великая дайка (Южная Родезия). В ГДР шлировые выделения хромшпинелидов иногда встречаются в серпентинизированных дунитах и гарцбургитах у Хоэнштейн-Эрнстсталь; в ФРГ хромит в небольших количествах содержится в гарцбургитах долины Радау близ Гарцбурга.

188. ЦЕЛЕСТИН



Лат. «целестис» — небесно-голубой (целестин часто имеет голубой оттенок)



Химический состав. Окись стронция (SrO) 56,4%, трехокись серы (SO₃) 43,6%.

Цвет. Белый, синий, с желтоватым, реже красновато-бурым оттенком.

Блеск. Стекланный, на плоскостях спайности перламутровый, шелковистый.

Прозрачность. Просвечивающий, в тонких осколках прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 3.

Плотность. 3,95—4.

Излом. Занозистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Таблитчатые, призматические.

Кристаллическая структура. Полностью аналогична структуре барита; присутствует тот же анионный комплекс $[\text{SO}_4]^{2-}$ и стронций (Sr) в позициях бария (Ba).

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный.

Отношение осей. 1,561 : 1 : 1,276.

Спайность. Средняя по (001), (110).

Агрегаты. большей частью зернистые, волокнистые, плотные. В зернистых массах отличается голубым цветом от внешне сходных карбонатов — доломита и кальцита.

П. тр. Обнаруживает отчетливую реакцию на стронций, сплавляясь в белый шарик и окрашивая пламя в карминно-красный цвет, особенно после смачивания HCl.

Поведение в кислотах. В порошке целестин растворяется в концентрированной H_2SO_4 , при добавлении воды раствор мутнеет.

Сопутствующие минералы. Кальцит, арагонит, гипс, сера.

Сходные минералы. Криолит, гипс, барит, кальцит.

Практическое значение. Целестин является главным минералом для получения стронциевых солей, которые применяются в пиротехнике благодаря их способности окрашивать пламя в яркий карминно-красный цвет, а также при производстве стекла, керамических изделий и в металлургии.

Происхождение. Целестин образует мощные залежи в осадочных породах — доломитах, известняках, гилсоновых глинах, мергелях и т. д. Известное целестиновое месторождение такого типа приурочено к отложениям верхнего рёта в Дорнбурге близ Йены.

Месторождения. Сицилия; Бристоль (Англия); различные районы СССР и др.

189. ЦЕОЛИТЫ

Греч. «зео» — вскипаю, «литос» — камень (по поведению перед паяльной трубкой)

Водные алюмосиликаты щелочей и щелочных земель. По своему составу они близки полевым шпатам, фельшпатоидам и другим силикатам, от которых отличаются особенно высоким содержанием кристаллизационной воды. Содержат следующие элементы: калий, натрий, кальций, барий, алюминий, кремний, кислород.

Наиболее важными минералами этой группы являются анальцим, шабазит, десмин, гармотом, гейландит, натролит, филлипсит, сколецит.

Цеолиты прежде всего приурочены к молодым базальтовым, трахитовым и фанолитовым лавам, иногда они присутствуют в гидротермальных рудных месторождениях; образование цеолитов происходит и хемогенно-осадочным путем. Цеолиты находят применение в качестве эффективных сорбентов, молекулярных сит, используемых в химической промышленности и для смягчения воды (пермутиты).

МИНЕРАЛЬНЫЕ ГРУППЫ ЦЕОЛИТОВ

Шабазит, $(\text{Ca}, \text{Na}_2) [\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Натролит, $\text{Na}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Сколецит, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Гейландит, $\text{Ca}, \text{Na}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_8]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Филлипсит, $(\text{K}_2\text{Ca}) [\text{AlSi}_4\text{O}_{12}] \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$

Гармотом, $(\text{K}_2\text{Ba}) [\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{14}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Десмин, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (см. фото 26)

Томсонит, $\text{NaCa}_2[\text{Al}_2(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Ломонтит, $\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

ЦЕОЛИТОПОДОБНЫЕ МИНЕРАЛЫ

Анальцим, $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Апофиллит, $\text{KCa}_4[\text{F}/(\text{Si}_4\text{O}_{10})]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

190. ЦЕРУССИТ

PbCO_3



Лат. «церусса» — белила

Синоним: белая свинцовая руда

Химический состав. Окись свинца (PbO) 83,5% (свинец 77,5%), двуокись углерода (CO_2) 16,5%.

Цвет. Белый, серый, черный, бурый, желтый.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая до светло-серой.

Твердость. 3—3,5, очень хрупкий.

Плотность. 6,4—6,6.

Излом. Раковистый.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Псевдогексагональные, пластинчатые, таблитчатые, шестовые.

Кристаллическая структура. Такая же, как у арагонита.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 0,608 : 1 : 0,721.

Спайность. Несовершенная по граням пирамиды.

Агрегаты. Сплошные, плотные, землистые, шестоватые.

П. тр. Сильно растрескивается; благодаря образованию окиси свинца желтеет.

Поведение в кислотах. В разбавленной HNO_3 происходит бурное выделение углекислоты.

Сопутствующие минералы. Галенит, пироморфит, англезит, кальцит, кварц.

Сходные минералы. Шеелит, целестин, барит, англезит.

Практическое значение. Важная свинцовая руда.

Происхождение. Главным образом в зонах окисления сульфидных свинцово-цинковых месторождений.

Месторождения. В ГДР в Рудных горах: Фрейберг, Мариенберг, Иоганнгеоргенштадт, Шнеберг, Эйбеншток; в ФРГ многочисленные проявления в Высоком Гарце; Южный Казахстан, Забайкалье, Алтай (СССР); Колорадо (США); Брокен-Хилл, шт. Квинсленд (Австралия) и другие районы.

191. ЦИННВАЛЬДИТ



(Калий-литий-железистая слюда)

Названа по месту находки — Циннвальд в Рудных горах

Химический состав. Весьма непостоянный; различают богатые и бедные железом циннвальдиты. Окись калия (K_2O) 9,5—13%, окись лития (Li_2O) 1—5%, закись железа (FeO) 6—12,5%, окись железа (Fe_2O_3) 1—5%, вода (H_2O) 0,5—1,5%, фтор (F) 1,5—8%.

Цвет. Серебристо-серый, сиреневый, светло-бурый, реже черный, темно-зеленый.

Блеск. Перламутровый.

Прозрачность. Прозрачный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 2—3.

Плотность. 2,9—3,2.

Излом. Минерал не ломкий; гибкий и эластичный.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Тонко- или груболистоватые кристаллы, сросшиеся в псевдогексагональные пакеты.

Структура. Слоистая решетка.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $0,580 : 1 : 1,108$; $\beta = 100^{\circ}00'$.

Спайность. Весьма совершенная по базису (001).

Агрегаты. Плотные, листоватые, веерообразные или боченковидные.

Поведение в кислотах. Разлагается.

Сопутствующие минералы. Кварц, касситерит, вольфрамит, шеелит, топаз (пикнит), флюорит, апатит и др.

Сходные минералы. Мусковит.

Практическое значение. Сырье для получения солей лития.

Происхождение. Пневматолитовый в месторождениях олова.

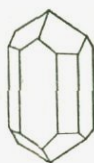
Месторождения. Альтенберг, Циннвальд (ГДР); Корнуэлл (Англия).

192. ЦИРКОН



Название происходит от древних персидских слов «цар» — золото и «гун» — цвет

Синоним: гиацинт



Химический состав. Окись четырехвалентного циркония (ZrO_2) 67,1% (Zr 49,5%), двуокись кремния (SiO_2) 32,9%; примеси: гафний, иттрий, церий, фосфор, ниобий, тантал, торий, уран и другие элементы (в форме окислов).

Цвет. Бесцветный, желтый, оранжевый, красный, реже зеленый, темно-бурый.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 7—8.

Плотность. 3,90—4,70.

Излом. Раковистый.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллов. Короткостолбчатые призматические кристаллы, коленчатые двойники. Встречается во многих магматических породах в виде мелких кристаллов, нередко в виде вкрапленников в биотите и роговой обманке.

Класс симметрии. Дитетрагонально-бипирамидальный — 4/mmm.

Отношение осей. $c/a=0,901$.

Спайность. Отсутствует.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Биотит, амфибол, полевой шпат, кварц, диопсид, гранат, хлорит и др.

Сходные минералы. Титанит (сфен), касситерит, гранат, рутил, торит.

Практическое значение. Важное сырье для получения циркония и тория; отдельные кристаллы являются кондиционными драгоценными камнями.

Происхождение. Минерал образуется главным образом при высоких температурах. Акцессорный минерал гранитов, сиенитов, диоритов; в качестве реликтового минерала встречается в орто- и парагнейсах.

Месторождения. Урал (СССР); Норвегия; россыпные месторождения Шри Ланки, Индии, Мадагаскара, Бразилии, Австралии; в ГДР прибрежные россыпи в Остзее, Узедом и др.

193. ЦОИЗИТ



Назван по фамилии первооткрывателя барона фон Цойза



Химический состав. Окись кальция (CaO) 24,6%, окись алюминия (Al_2O_3) 33,9%, двуокись кремния (SiO_2) 39,5%, вода (H_2O) 2,0%.

Цвет. Серый, зеленый, красный (тулит).

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 6.

Плотность. 3,25—3,36.

Излом. Неровный.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Призматические; грани обычно сильно исстрихованы.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный — *mmm*.

Отношение осей. 2,879 : 1 : 1,791.

Спайность. Совершенная по (010), несовершенная по (100).

Агрегаты. Плотные, столбчатые, лучистые, шпатоподобные.

П. тр. Плавится с образованием белой пузырчатой массы.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Амфибол, гроссуляр, везувиан, эпидот, дистен, ортоклаз, кварц и др.

Сходные минералы. Тремолит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Цоизит образуется в процессе замещения богатых кальцием минералов в гидротермальных условиях, а также при контактовом метаморфизме (в известково-силикатных породах) вместе с рудными минералами (пирротин, халькопирит).

Местонахождения. Гора Юрма (Урал), Алтай, Забайкалье (СССР); в горах Зауальпе (Каринтия) (Австрия); Гефрес в горах Фихтель (ФРГ); Берггизхюбель, Шварценберг, Брейтенбрунн, Обервизенталь в Рудных горах (ГДР).

194. ШАБАЗИТ



Греч. «хабазис» — камень, упоминающийся в орфических гимнах

Синоним: хабазит

Минерал группы цеолитов



Химический состав. Изменчивый; приблизительный состав: окись кальция (CaO) 4—11,5%, окись натрия (Na_2O) 0,2—10%, окись алюминия (Al_2O_3) 11—18%,

двуокись кремния (SiO_2) 46—51%, вода (H_2O) 18—22%.

Цвет. Бесцветный, белый, с красноватым оттенком, бурый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный, просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 4—5, хрупкий.

Плотность. 2,08—2,16.

Излом. Неровный.

Сингония. Тригональная.

Форма кристаллов. Ромбоэдры, «кубы», часто встречаются двойники прорастания.

Кристаллическая структура. Каркасная решетка.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}m$.

Отношение осей. $c/a=1,086$.

Спайность. По ромбоэдру ($10\bar{1}0$).

Агрегаты. Друзы кристаллов, сплошные массы.

П. тр. Вспучивается и плавится.

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl .

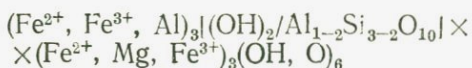
Сопутствующие минералы. Филлипсит, гармотом, гейландит, анальцит, кальцит, ортоклаз, альбит, эпидот, флюорит, дымчатый кварц.

Сходные минералы. Кальцит, доломит.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. В гидротермальных жилах, в пустотах базальтов, фонолитов, андезитов, трахитов; встречается повсеместно.

195. ШАМОЗИТ



Назван по месту находки в Шамозон (Швейцария); богатый железом хлорит (см. тюрингит)

Химический состав. Изменчивый; закись железа (FeO) 34,3—43,3%, окись железа (Fe_2O_3) 0—6%, окись алюминия (Al_2O_3) 13—20,1%, двуокись кремния (SiO_2) 22,8—29%, вода (H_2O) 10—13%.

Цвет. Зеленоватый, темно-серый.

Блеск. Стекланный, матовый.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Зеленовато-серая.

Твердость. 3.

Плотность. 3,03—3,40.

Излом. Неровный.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Кристаллы слабо развиты.

Класс симметрии. Вероятно, призматический.

Отношение осей. $\sim 0,6 : 1 \sim 1,7$; $\beta \sim 90^\circ$.

Спайность. По ромбоэдру ясная.

Агрегаты. Оолитовые, концентрически-скорлуповатые, плотные, сплошные.

П. тр. Сплавляется в черное магнитное стекло.

Поведение в кислотах. Разлагается в HCl.

Сопутствующие минералы. Лимонит, магнетит, сидерит, кальцит, галенит, пирит.

Сходные минералы. Тюрингит (беднее железом).

Практическое значение. Иногда является важной железной рудой.

Происхождение. Хемогенно-осадочный в зонах морских побережий, преимущественно юрского возраста.

Месторождения. В палеозойско-мезозойских отложениях на восточном склоне Урала, в юрских отложениях северного Кавказа (СССР); в кантоне Ури (Швейцария); в Тюрингии близ Заальфельда вместе с тюрингитом (ГДР).

196. ШЕЕЛИТ

$\text{Ca}[\text{WO}_4]$

Назван в честь немецкого химика Шееле (1742—1786)



Химический состав. Окись кальция (CaO) 19,4%, окись шестивалентного вольфрама (WO_3) 80,6%; примеси: редкие земли цериевой группы.

Цвет. Серый, желтый, зеленовато-желтый, коричневый, иногда красный, реже бесцветный.

Блеск. Алмазный, жирный.

Прозрачность. Просвечивающий, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 4,5—5, хрупкий.

Плотность. 5,8—6,2.

Излом. Раковистый, неровный.

Сингония. Тетрагональная.

Форма кристаллических выделений. Таблитчатые, пирамидальные кристаллы, полосчатые сростки или плотные массы; отмечаются двойники.

Кристаллическая структура. Элементарная ячейка представлена центрированной тетрагональной призмой.

Класс симметрии. Тетрагонально-бипирамидальный — 4/m.

Отношение осей. $c/a=2,171$.

Спайность. Ясная по октаэдру (111).

Агрегаты. Плотные, зернистые.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Разлагается под действием HCl и HNO₃ с выпадением желтой, растворимой в аммиаке вольфрамовой кислоты (H₂WO₄·H₂O).

Сопутствующие минералы. Молибденит, вольфрамит, кварц, известково-силикатные минералы: пироксен, гранат.

Сходные минералы. Англезит, церуссит, барит, штольцит.

Практическое значение. Важная руда вольфрама.

Происхождение и типы месторождений. Часто контактово-метасоматический в известковых породах (шеелитовых скарпах).

Месторождения. Кавказ, Забайкалье (СССР); контактовые месторождения западных штатов США; оловорудные месторождения саксонских Рудных гор, приконтактная зона гранитного массива Бергнер, южнее Троена (ГДР); Корнуэлл (Англия) и в других местах (см. вольфрамит).

197. ШПИНЕЛЬ



Лат. «шпинус» — терн (окраска некоторых разновидностей минерала похожа на цвет ягод терновника)

Синонимы: магнезиальная шпинель, благородная шпинель



Химический состав. Окись магния (MgO) 28,2%, окись алюминия (Al_2O_3) 71,8%; примеси: Fe_2O_3 , ZnO , MnO , Cr_2O_3 .

Цвет. Зеленый, синий, черный, красный (обусловлен примесями).

Блеск. Стекланный.

Прозрачность. Прозрачный, непрозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 8.

Плотность. 3,5—3,7.

Излом. Раковистый.

Сингония. Кубическая.

Форма кристаллов. Чаще всего мелкие октаэдры.

Кристаллическая структура. Шпинелевая решетка, весьма сложная.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический — $m\bar{3}m$.

Спайность. Отчетливая.

Агрегаты. Встречается только в виде отдельных зерен.

П. тр. Не плавится.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Пироксен, биотит, корунд, графит, доломит.

Сходные минералы. Фенакит, арагонит, датолит, берилл.

Практическое значение. Так называемая благородная шпинель является драгоценным камнем; в качестве поделочного камня для украшений используется и синтетическая шпинель.

Происхождение. Образуется при контактовом метаморфизме доломитов; в магматических породах и пегматитах, в гнейсах и кристаллических сланцах.

Разновидности. Благородная шпинель — прозрачная, красная; голубая шпинель содержит до 3,5% FeO ; зеленая шпинель (хлорошпинель) содержит до 9—15% Fe_2O_3 ; герцинит (лат. «герцина» — горы Гарц) (феррошпинель), $FeAl_2O_4$, распространен в породах высокой степени метаморфизма (гранулиты); плеонаст (греч. «плеонэцайн» — превосходить) (цейлонит), $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2O_3$, распространен в вулканических выбросах Везувия (известково-силикатных породах); галаксит (марганцовая шпинель), $MnAl_2O_4$, назван по месторождению Галакс в Северной Каролине (США).

198. ЭВДИАЛИТ



Греч. «эу» — хорошо, «диалитос» — разлагаемый

Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 11,6—17,3%, окись кальция (CaO) 8,9—11,3%, двуокись циркония (ZrO_2) 12—14,5%, трехокись церия, лантана и иттрия ($\text{Ce}, \text{La}, \text{Y})_2\text{O}_3$ 0,3—2,9%, закись железа (FeO) 3,1—7,1%, окись двухвалентного марганца (MnO) 0,3—3,1%, двуокись кремния (SiO_2) 47,2—51,2%, вода (H_2O) 0,03—2,9%, хлор (Cl) 0,7—1,6%.

Цвет. Розовый, красно-розовый, красновато-бурый, бурый, желтовато-бурый, светло-желтый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Белая, светло-серая.

Твердость. 5—5,5.

Плотность. 2,84—2,98.

Сингония. Тригональная.

Класс симметрии. Дитригонально-скаленоэдрический — 3т.

Отношение осей. $c/a=2,107$.

Форма кристаллов. Толстотаблитчатые, реже призматические.

Агрегаты. Плотные, зернистые.

Спайность. Хорошая.

П. тр. Легко сплавляется в зеленое стекло.

Поведение в кислотах. Быстро растворяется.

Сопутствующие минералы. Циркон, содалит, молибденит.

Практическое значение. Богатые эвдиалитом щелочные породы являются сырьем для получения циркония.

Происхождение. Эвдиалит приурочен к нефелиновым сиенитам.

Местонахождения. Кольский п-ов и др.

199. ЭГИРИН



Назван по имени исландского бога моря Эгира

Синоним: акмит

Минерал группы пироксенов



Химический состав. Окись натрия (Na_2O) 13,4%, окись железа (Fe_2O_3) 34,6%, двуокись кремния (SiO_2) 52%; примеси: окисные соединения кальция, марганца, магния, алюминия, титана. Разновидности (смешанные кристаллы): эгирин-авгит, эгирин-диопсид, эгирин-геденбергит.

Цвет. Зеленовато-черный.

Блеск. Стеклоанный, полуметаллический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Светло-зеленая.

Твердость. 6—6,5.

Плотность. 3,6—3,4.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллов. Столбчатые, игольчатые.

Кристаллическая структура. Простые цепочки ионов.

Класс симметрии. См. авгит.

Отношение осей. Как у авгита.

Спайность. Совершенная по призма (110).

Агрегаты. Сплошные, волокнистые.

П. тр. Легко плавится.

Поведение в кислотах. Слабо растворяется.

Сопутствующие минералы. Санидин, плагиоклаз, нефелин, содалит и др.

Сходные минералы. Роговая обманка (амфибол).

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Пороодообразующий минерал изверженных горных пород как кислого, так и основного состава: базальтов, трахитов, андезитов и т. д.; встречается также в щелочных гранитах, нефелиновых сиенитах; распространен повсеместно.

200. ЭНАРГИТ



Греч. «энаргис» — отчетливый (очевидно, имелась в виду совершенная спайность минерала)

Химический состав. Медь (Cu) 48,4%, мышьяк (As) 19,0%, сера (S) 32,6%.

Цвет. Стально-серый, железно-черный.

Блеск. Металлический.

Прозрачность. Непрозрачный.

Черта. Черная.

Твердость. 3,5, хрупкая.

Плотность. 4,4—4,5.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Столбчатые, на гранях вертикальная штриховка, реже таблитчатые.

Кристаллическая структура. Аналогична структуре вюртцита.

Класс симметрии. Ромбо-пирамидальный — $mm2$.

Отношение осей. 0,870 : 1 : 0,832.

Спайность. Совершенная по (110).

Агрегаты. Плотные массы, шпатоподобные агрегаты или вкрапленники.

П. тр. На угле плавится с образованием белого налета окиси трехвалентного мышьяка.

Поведение в кислотах. Растворяется.

Сопутствующие минералы. Теннантит, халькопирит, пирит, борнит, галенит, малахит, азурит.

Сходные минералы. Манганит, сфалерит, пиролюзит.

Практическое значение. Минерал является важной рудой меди в тех случаях, когда он встречается в больших количествах.

Происхождение. В месторождениях меди, обогащенных мышьяком и бедных железом.

Месторождения. Бор (восточная Югославия); Парад, горы Матра (Венгрия); Бьютт, шт. Монтана, шт. Юта, Аризона, Колорадо (США); Серро-де-Паско (Перу); Бразден, Чукикамата (Чили); горы Сьерра-де-Фаматина близ Риохи (Аргентина); Аридад, шт. Сонора (Мексика); Лусон (Филиппины); Цумеб (Намибия).

201. ЭНСТАТИТ



Греч. «энстатес» — противный (минерал с трудом плавится в пламени паяльной трубки)

Минерал группы пироксенов

Химический состав. Окись магния (MgO) 30%, закись железа (FeO) 9%, окись кальция (CaO) до 2,5%, окись железа (Fe₂O₃) 0,5%, окись алюминия (Al₂O₃) 2,6%, двуокись кремния (SiO₂) 54,50%.

Цвет. Бесцветный, зеленовато-серый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Непрозрачный, в осколках просвечивающий.

Черта. Белая.

Твердость. 5,5.

Плотность. 3,1—3,3.

Сингония. Ромбическая.

Форма кристаллов. Призматические, таблитчатые.

Кристаллическая структура. Простые цепочки ионов.

Класс симметрии. Ромбо-бипирамидальный.

Отношение осей. 2,068 : 1 : 0,590.

Спайность. Хорошая по призме, угол между плоскостями спайности составляет 85°.

Агрегаты. Обычно плотные, зернистые.

П. тр. Плавится с трудом.

Поведение в кислотах. Не растворяется.

Сопутствующие минералы. Оливин, бронзит, диопсид, серпентин, рутил, хромит, магнетит и др.

Сходные минералы. Апатит, флогопит, гиперстен.

Практическое значение. Не имеет.

Происхождение. Породообразующий минерал основных магматических пород, обогащенных магнием, — норитов, габбро, пироксенитов (энстатититов), а также перидотитов — гарцбургитов, дунитов, лерцолитов и др.

Месторождения. Хоэнштейн-Эрнсталь, Вальдгейм, округ Карл-Маркс-Штадт (ГДР); Балканский п-ов; Урал, Норильск и др. (СССР). Встречается также в различных районах США и во многих других районах мира.

202. ЭПИДОТ



Греч. «эпидос» — приращение (название указывает на особенности формы кристаллов)¹

Синоним: листацит

Химический состав. Окись кальция (CaO) 23,5%, окись алюминия (Al₂O₃) 24,1%, окись железа (Fe₂O₃) 12,6%, двуокись кремния (SiO₂) 37,9%, вода (H₂O) 1,9% (ср. с цоизитом).

¹ Поперечное сечение эпидота — параллелограмм, а не ромб, как у амфибола, с которым его легко спутать. — *Прим. перев.*

Цвет. Темно-зеленый, синева-зеленый, черно-зеленый, иногда желтый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный, непрозрачный.

Черта. Серая.

Твердость. 6—7.

Плотность. 3,25—3,38.

Излом. Раковистый, неровный, занозистый.

Сингония. Моноклиная.

Форма кристаллов. Призматические; грани призмы несут штриховку, параллельную оси *c*. Хорошо образованные кристаллы характеризуются обилием граней (около 200 простых форм!); самые распространенные формы кристаллов — длиннопризматические, игольчатые или столбчатые.

Кристаллическая структура. Силикат с изолированными группами кремнекислородных тетраэдров.

Класс симметрии. Призматический — $2/m$.

Отношение осей. $1 : 592 : 1 : 1,812$; $\beta = 115^\circ 24'$.

Спайность. Совершенная параллельно оси *b* (001) и ясная параллельно (100).

Агрегаты. Плотные, пластинчатые, лучистые, пучки.

П. тр. Плавится с образованием бурого магнитного шарика.

Поведение в кислотах. Растворяется с трудом.

Сопутствующие минералы. Хлорит, амфибол, адуляр, альбит, аксинит, диопсид, гранаты, везувиан, кварц.

Сходные минералы. Актинолит, турмалин, эгирин, виллемит.

Практическое значение. Красиво ограненные прозрачные разновидности могут быть отнесены к драгоценным камням.

Происхождение и местонахождения. Главным образом гидротермальный в трещинах и пустотах, выполняет миндалины древних базальтовых лав (мелафиры; частично вместе с самородной медью). В качестве вторичного минерала присутствует в диоритах, габброидах, нередко в гранитах. Характерен для метасоматических пород: слагает сплошные зоны эпидозитов или входит в состав известково-силикатных пород и рудоносных скарнов. Эпидот широко распространен в породах кристаллического фундамента. Известны следующие местонахождения (в том числе иногда с прекрасными кри-

таллами): Кнаппенванд в долинах Унтерзульцбах и Циллер (Альпы); Урал; в ГДР скарновые породы с эпидотом встречаются близ Шварценберга, эпидот известен также в выходах массивных пород, обнажающихся возле автомобильного моста на шоссе у Хайнихена, кристаллы эпидота найдены близ Пенига (между Волькенбургом и Тиербахом, округ Карл-Маркс-Штадт). Многочисленные находки отмечались в районе Лаузица в самом гранитном массиве и в многочисленных связанных с ним жилах лампрофиров. Известен эпидот и в других районах Гарца, Тюрингенского Леса и др.

Разновидности. *Пьемонтит*, $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})_2\text{Al}[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}[\text{OH}]$, кальциево-марганцовистый эпидот, образует красные или темно-красные лучистые агрегаты, встречается в метаморфизованных месторождениях Mn, например в месторождении Сен-Марсель в Пьемонте (Швейцария); *хромэпидот (тавмавит)* содержит окись трехвалентного хрома, имеет светло-желтую до светло-зеленой окраску. Определенное родство с эпидотом имеют некоторые минералы церия и титана, такие, как *ортит*, *церит*¹, *перрьерит* $(\text{Ce}_2\text{Ti}_2[\text{O}_4\text{Si}_2\text{O}_7])^2$, *пумпеллит* $(\text{Ca}_4(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Ti})_5\text{O}(\text{OH})_2(\text{SiO}_3\text{OH})(\text{SiO}_4)[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot 2\text{H}_2\text{O})$. Этот минерал, имеющий сложный химический состав, встречается в месторождениях меди оз. Верхнего (США); в Южной Африке; на Урале (СССР); в кератофирах ГДР и ФРГ.

203. ЭПСОМИТ



Назван по минеральному источнику Эпсом в Англии

Синоним: горькая соль

Химический состав. Окись магния (MgO) 16,3%, сульфат (SO₃) 25,5%, вода (H₂O) 51,2%; в качестве изоморфной примеси может присутствовать закись железа

¹ Структура церита, $\text{Ce}_3[\text{SiO}_4]_2(\text{OH})$, пока не изучена, однако его кристаллохимическое сходство с эпидотом представляется маловероятным. — *Прим. перев.*

² Формула приблизительная. Более точная формула перрьерита $\text{A}_4\text{B}_3(\text{TiO}_4)_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2$, где A=Ce, Ca, Sr, Th; B=Fe, Ti, Sc. — *Прим. перев.*

(FeO) (железистый эпсомит) или окись никеля (NiO) (никельэпсомит).

Цвет. Бесцветный, белый.

Блеск. Стеклянный.

Прозрачность. Прозрачный.

Черта. Белая.

Твердость. 2—2,5.

Плотность. 1,68—1,75.

Сингония. Ромбическая.

Класс симметрии. Ромбо-дисфеноидальный — 222.

Форма кристаллических выделений. Выцветы, натечные образования (сосульки), зернистые, волокнистые, землистые массы, иногда кристаллы размером до 10 см.

Отношение осей. 0,993 : 1 : 0,571.

Спайность. Хорошая по (011); минерал очень хрупкий.

П. тр. При нагревании образует неплавкую белую массу, при температуре 100—238 °С теряет кристаллизационную воду.

Сопутствующие минералы. Карналлит, кизерит, сильвин, галит, ангидрит, гипс.

Сходные минералы. Кизерит.

Практическое значение. Сырье для химической и фармацевтической промышленности.

Происхождение. Образуется при высыхании соляных озер, в месторождениях калийных солей.

Месторождения. Богатые магнием соляные озера США, Мексики, Египта, Тибета; в месторождениях калийных солей. Особенно красивые кристаллы известны в руднике калийных солей Рослебен близ Намбурга (ГДР).

204. ЭРИТРИН



Греч. «эритрос» — красный

Синоним: кобальтовые цветы

Химический состав. Окись кобальта (CoO) 37,5%, окись пентавалентного мышьяка (As₂O₅) 38,4%, вода (H₂O) 24,1%.

Цвет. Темно-розовый, малиновый, персиково-розовый.

Блеск. Стеклянный, перламутровый.

Прозрачность. Просвечивающий.

Черта. Блекло-розовая.

Твердость. 2—2,5 (в землистых образованиях — 1).

Плотность. 3,07.

Сингония. Моноклинная.

Форма кристаллических выделений. Хорошо образованные кристаллы редки, чаще мелкие игольчатые или тонкопластинчатые, волокнистые, лучистые формы, почковидные образования, землистые массы.

Класс симметрии. Призматический — 2/m.

Отношение осей. 0,763 : 1 : 0,355; $\beta = 105^{\circ}01'$.

Спайность. Весьма совершенная параллельно (010).

Агрегаты. Лучистые, землистые.

П. тр. Сплавляется в серый шарик (с запахом мышьяка).

Поведение в кислотах. Растворяется в HCl, окрашивая раствор в красно-розовый цвет.

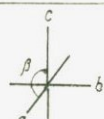
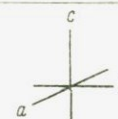
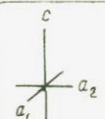
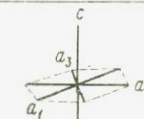
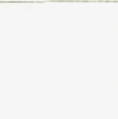
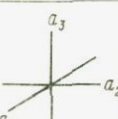
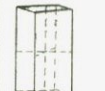
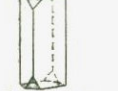
Сопутствующие минералы. Шмальтин, хлоантит, скуттерудит.

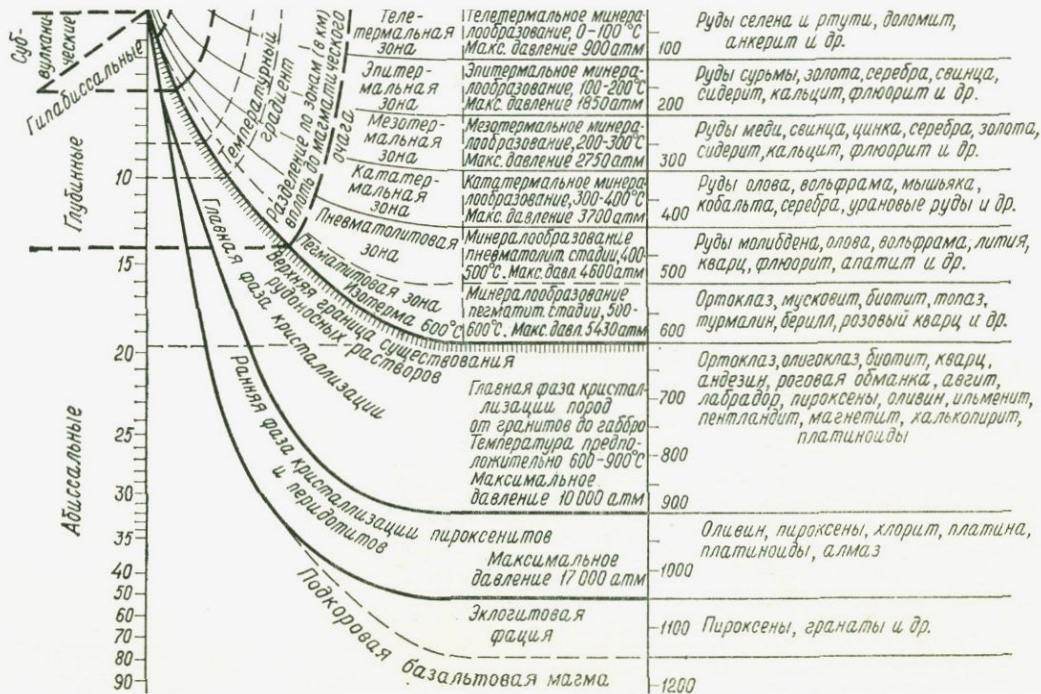
Происхождение и месторождения. Образуется в зоне окисления кобальт-мышьяковых месторождений. Наиболее известные месторождения: Шнеберг, Аннаберг в саксонских Рудных горах, Заальфельд и другие месторождения (ГДР); кобальтовые месторождения СССР, Канады и других стран.

205. ЯХОНТ (см. корунд).

Кристаллографические сингонии

Приложение 1А

Триклинная	Моноклиная	Ромбическая	Тетрагональная	Тригональная	Гексагональная	Кубическая
 Все углы различны, угол $\beta > 90^\circ$	 Все углы различны, угол $\beta > 90^\circ$	 Все углы равны 90°	 Все углы равны 90°	 Углы равны 90° и 60°	 Все углы равны 90°	 Все углы равны 90°
 Аксинит	 Гейландит	 Барит	 Тетрагональная призма	 Тригональный ромбоэдр	 Нефелин	 Спинелит
 Малахит	 Ортоклаз	 Андалузит	 Везувит	 Низкотемпературный кварц	 Высокотемпературный кварц	 Магнетит
 Родохрозит	 Гипс	 Арагонит	 Анастаз	 Турмалин	 Апатит	 Галит
		 Оливин				 Флюорит
						 Гранат



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Betechtin A. G.*, Lehrbuch der speziellen Mineralogie, Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1974. [Бетехтин А. Г., Минералогия, М., Госгеолиздат, 1950.]
2. *Börner R.*, Welcher Stein ist das? Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung, 1965.
3. *Hintze C.*, Handbuch der Mineralogie, Bd. 1—4. Verlag Walter de Gruyter and Co.
4. Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie: Neu herausgegeben von P. Ramdohr und H. Strunz. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1967.
5. *Linck G., Jung H.*, Grundriß der Mineralogie und Petrographie. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 1960.
6. *Schneiderhöhn H.*, Erzlagerstätten. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 1962.
7. *Schüller A.*, Die Eigenschaften der Minerale I. Berlin, Akademie-Verlag, 1960.
8. *Strunz H.*, Mineralogische Tabellen. 3. Auflage. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1966.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Авантюрин 85
Авгит 70, 228
Агат 169
Адуляр 218, 237
Азурит 71
Аквамарин 101
Акмит 304
Аксинит 72
Актинолит 73, 78, 79
Актинолит-асбест 73, 95
Алебастр 138
— змеевидный 138
Александрит 291
Алланит 217
Алмаз 74
Альбит 76, 234, 237
Альмандин 141, 142
Алюмохромит 292
Амазонит 237
Амблигонит 77
Аметист 168
Амиант 73
Амозит 96
Амозит-асбест 95
Амфибол-асбест 73, 95
Амфиболы 78
Анальцим 79, 295
Анатаз 80
Ангидрит 81
Англезит 83
Андалузит 84
Андезин 85, 234, 237
Андрадит 141, 142
Анизотропия, определение 27
Анимикит 251
Анортит 87, 234
Анортоклаз 88, 218, 237
Антигорит-асбест 95, 96
Антимониды 14
Антимонит 89
Антозонит (вожючий шпат) 284
Антофиллит 79, 96
Апатит 90
Аплом 141
Апофиллит 295
Арагонит 91
Аргентит 93
Арсенаты 15
Арсениды 14
Арсенопирит 94
Арфведсонит 79
Асбест 95
Атакамит 97, 195
Атмосфера 12
Аурипигмент 98
Аутунит 220
Ахроит 276
Аширит 149
Барит 99
Бархатная обманка 136

Бастит 253
Баститовый асбест 95, 96
Бауэрит 103, 116
Бейделлит 205
Белая свинцовая руда 295
Белый никелевый колчедан 257
Бентонит 204
Берилл 100
Бертонит 112
Бёмит 102
Биосфера 12
Биотит 103
Бирюза 104
Бисмутиды 14
Бисмутинит 119
Битовнит 105, 234, 237
Бишофит 160
Блеклая руда 269
Блеск минералов 50
Богемские гранаты 143
Бокситы 103
Болюс 204
Бораты 15
Борацит 106
Борнит 107
Браунит 108
Бронзит 109, 229
Брукит 81
Буланжерит 110
Бура 111
Бурая свинцовая руда 231
Бурнонит 112
Бурый железняк 189
— камень 230
— шпат 86

Вавеллит 113
Ванадаты 15
Ванадинит 146
Везувиян 114
Верделит 276
Вермикулит 116, 136

Верхняя мантия 14
Вивинанит 117
Виллемит 308
Вилуит (вилюит) 114
Висмут 118
Висмутин 119
Висмутовый блеск 119
Витерит 120
Внутреннее ядро Земли 14
Волластонит 121
Волосистый колчедан 200
Волосы Венеры 248
Вольфраматы 15
Вольфрамит 122
Воробьевит 101
Вулканизм 61
Вюртцит 123

Габитус кристаллов 26
Гадолинит 218
Галаксит 303
Галенит 124
Галит 21, 126
Галогениды 15
Гармотом 128, 295
Гарниерит 128
Гаусманит 129
Гаюин 130
Геденбергит 131, 228
Гейзерит 217
Гейландит 132, 295
Геленит 199
Гелиодор 101
Гематит 133
Геометрический индекс минера-
ла 42
Герсдорфит 135
Герцинит 303
Гессонит 141
Гётит 136
Гиацинт 297
Гидденит 261

Гидрогематит 133, 134
Гидромусковит 136, 137
Гидроокислы 15
Гидроопал 216
Гидрослюды 136
Гидросфера 12
Гиперстен 137, 229
Гипс 47, 138
— волокнистый 138
Главные направления в кри-
сталле 37
Глауберова соль 201
Глаукоцит 137, 140
Глаукофан 79
Глина отбеливающая 204
Гониометр 41
Горная шерсть 122
Горный хрусталь 168
Гороховая руда 134
Гороховый камень 92
Горшечный камень 267
Горькая соль 191, 309
Горький шпат 191
Грамматит 275
Гранат 48
Граната группа 141
Графит 144
Гросуляр 141, 142
Гюбнерит 122

Датолит 145
Двойники 46
— карлсбадские 46
— крестообразные 46
— манебахские 46
— полисинтетические 46
— прорастания 46
Двупреломление 55
Деклуазит 146
Демантоид 141
Десмин 295
Диккит 162

Динамометаморфизм 67
Диопсид 148, 228
Диоптаз 149
Дискразит 150
Дистен 151
Дихроит 178
Доломит 152
Дощатый шпат 121
Дравит 276
Дюмортьерит 153

Естественная огранка кристал-
лов 26

Жадит 154, 228
Железная слюдка 133
Железный блеск 133
— колчедан 226
— шпат 253
Железо-никелевый колчедан
223
Железо метеоритное, или кос-
мическое 155
— самородное 155
— теллурическое, или земное
155
Жировик 267

Закон постоянства углов Сте-
нона 41
— рациональности отношений
параметров 40, 42
Зандбергит 270
Зеленая Земля 140
— свинцовая руда 231
Земля, зональное строение 12,
14
Земная кора 12, 14

Золото 156

— россыпное 157

— рудное 157

Зона литофильная 14

— сидерофильная 14

— халькофильная 14

Идокраз 115

Известковое молоко 162

Известковый шпат 160

Изотропные вещества 28

Изумруд 100

Икряной камень 134

Иллит 137

Ильвант 157

Инверсия 29

Индиголит 276

Иносилкаты 16

Иризация 50

Исландский шпат 160

Каннит 159

Каламин 240, 260

Калиево-магнезио-кальциевая
соль 238

Калифорнит 115

Каллант 104

Кальцит 22, 160

Каменная соль 19, 21, 48, 126

Каолинит 162

Каолинита группа 162

Карбиды 14

Карбонаты 15

Карналлит 164

Карнеол 170

Карфолит 79

Касситерит 47, 165

Касситеритовые грейзены 166

Кварц 166, 168

— высокотемпературный 168

— голубой 169

Кварц губчатый 172

— дымчатый 168

— левый 170

— магматический 167

— молочный 169

— низкотемпературный 168

— порфировый 168

— правый 170

— розовый 169

— сапфировый 169

Кварца группа 166

Кварцевое стекло 168

Кеммерерит 221, 290

Кеммерерит-пеннин 290

Кернит 112

Кианит 151

Кизерит 172

Киноварь 173

Китайский фарфор 164

Клаусталит 156

Клинохлор 174, 290

Кобальтин 175

Кобальтовые цветы 310

Кобальтовый блеск 175

Ковеллин 177

Колесная руда 112

Контактовый метаморфизм 66

— метасоматоз 66

Копьевидный, или гребенчатый,
колчедан 197

Корднерит 178

Корнерупин 179

Корунд 179

Кочубейт 175, 290

Кочубейт-клинохлор 290

Кошачье золото 103, 156

Красная медная руда 183

— свинцовая руда 182

— серебряная 225

— стеклянная голова 190

Красный железняк 133

— никелевый колчедан 211

Криолит 181

Кристаллическая решетка, оп-
 ределение 19
 Кристаллические решетки, ти-
 пы 21
 — структуры 21
 Кристаллографические классы
 симметрии 29
 — — — гексагонально-бипира-
 мидальный 32
 — — — гексагонально-пирами-
 дальный 32
 — — — гексагонально-трапецо-
 эдрический 32
 — — — гексоктаэдрический 35
 — — — гексатетраэдрический
 35
 — — — giroидический 35
 — — — дигексагонально-бипи-
 рамидальный 32
 Кристаллографические классы
 симметрии, дигексагонально-
 пирамидальный 32
 — — — диодоэдрический 35
 — — — дитетрагонально-пира-
 мидальный 34
 — — — дитригонально-бипира-
 мидальный 32
 — — — дитригонально-пирами-
 дальный 33
 — — — дитригонально-скалено-
 эдрический 30
 — — — ледяной 30
 — — — моноклинно-доматиче-
 ский 30
 — — — призматические 30
 — — — ромбо-бипирамидаль-
 ные 31
 — — — ромбо-бисфеноидаль-
 ный 31
 — — — ромбо-пирамидальный
 31
 — — — ромбо-тетраэдрический
 31

Кристаллографические классы
 симметрии, сфеноидальный
 30
 — — — тетартоидические 35
 — — — тетрагонально-бипира-
 мидальный 34
 — — — тетрагонально-бисфе-
 ноидальный 35
 — — — тетрагонально-пирами-
 дальный 34
 — — — тетрагонально-скалено-
 эдрический 34
 — — — тетрагонально-тетра-
 эдрический 34
 — — — тетрагонально-трапецо-
 эдрический 34
 — — — тригонально-бипирами-
 дальный 32
 — — — тригонально-пирами-
 дальный 33
 — — — тригонально-ромбо-
 эдрический 33
 — — — тригонально-трапецо-
 эдрический 33
 — — — триклинно-моноэдриче-
 ский 30
 — — — триклинно-пинако-
 идальный 30
 Кристаллографические оси 24
 — сингонии 24, 29
 Кристалломорфология, наука
 18
 Кристофит 233, 267
 Крокидолит 79, 96
 Крокидолит-асбест 95
 Крокоит 182
 Кубанит 233
 Кунцит 261
 Куприт 183
 Лабрадор 184, 234, 237
 Лабрадор-анортозит 185
 Лазурит 185

Лейцит 48, 186
 Лёллинит 188
 Лепидолит 187
 Лепидомелан 103
 Лиєврит 157
 Лимонит 189
 Линнеит 176
 Листоватый цеолит 132
 Литионит 187
 Литосфера 12
 Ломонит 295
 Лунный камень 234, 237
 Лучистая обманка 123
 Лучистый камень 96
 Людвигит 191
 Люминесценция 50
 Ляпис-лазурь 185

Магма, определение 59
 Магматизм 59
 Магнезиохромит 292
 Магнетит 191
 Магнетит 46, 48, 193
 Магнитный железняк 193
 — колчедан 232
 Малахит 194
 Манганит 196
 Манганомелан 241
 Марганцевая руда 241
 Марганцовый шпат 246
 Марказит 197
 Марматит 267
 Мартит 193
 Мартитизация 193
 Марьино стекло (шпатовый гипс) 138
 Медная лазурь 71
 Медное индиго 177
 Медно-урановая слюдка 274
 Медный колчедан 287
 — уранит 274
 Медь золотистая 198
 — самородная 21, 198

Мелилит 199
 Мероксен 103
 Месторождения аномальные 62
 — апомагматические 62
 — гидротермальные 62
 — жидкомагматические 62
 — интрамагматические 62
 — кататермальные 62
 — криптомагматические 62
 — мезотермальные 62
 — пегматитовые 62
 — перимагматические 62
 — пневматолитовые 62
 — телемагматические 62
 — эпитеpmальные 62
 Металлический блеск 50
 Микроклин 218, 237
 Микроклин-пертит 237
 Миллерит 200
 Миметезит 232
 Минерал, определение 11
 Минерализаторы, или летучие компоненты 61
 Минералогия, определение 11
 Минеральные парагенезисы 68
 — — минеральных и рудных образований 61
 — — характерные для пород, испытавших динамометаморфизм 67
 — — хемогенно-осадочных пород 68
 Минералы аксессуарные 55
 — аморфные 11
 — кристаллохимическая классификация по X. Штрунцу 14
 — парамагнитные 55
 — породообразующие 12
 — рудные 11
 — сквозные 66, 227
 — ферромагнитные 55

Мирабилит 201
Миспикель 94
Модификации SiO_2 по А. Г. Бетехтину 168
Молибдаты 15
Молибденит 22, 201
Молибденовый блеск 201
Монацит 203
Монотермит 137
Монтмориллонит 204
Морион 169
Мусковит 205
Мыльный камень 267
Мышьяк 207
Мышьяковая блеклая руда 268, 269
Мышьяковый колчедан 94, 188

Наждак 179
Накрит 162
Нальчикит 204
Натролит 208, 295
Незосиликаты 15
Нефелин 210
Нефрит 73, 74, 79
Нижняя мантия 14
Никелевый блеск 135
— колчедан 200
— магнитный колчедан 223
Никелин 211
Никельсапонит 129
Никельскуттерудит 257
Никельэпсомит 310
Никколит 211
Нитраты 15
Нитриды 14
Нозеан 212
Нонтронит 205
Нумент 128

Окислы 15
Октаэдрит 80

Оливин 213
Олигоклаз 215, 234, 237
Оловянный камень 165
— колчедан 263
Оникс 170
Онтогения минералов 27
Оолиты железные 134
Опал 168, 216
— благородный 216
— драгоценный 216
— пламенный 217
— стеклянный 216
— яшмовый 217
Опалесценция 50
Ортит 217, 309
Ортоклаз 47, 218, 237
Ортоклаза группа 237
Ортосиликаты 15
Осевые системы, или сингонии 24
Оси симметрии 29
Отенит 220
Отунит 220

Пеннин 221, 290
Пентландит 222
Перидот 213, 214
Перовскит 224
Перрьерит 309
Пестрая медная руда 107
Пикнит 273, 297
Пикотит 292
Пимелит 129
Пираргирит 225
Пирит 226
Пироксены 228
— моноклинные 229
— ромбические 229
Пиролозит 229
Пироморфит 231
Пироп 141, 142
Пирротин 232

- Пирротин никелевый 232
 Пистацит 307
 Плавиковый шпат 283
 Плагноклаз 234
 Плазма 170
 Платина 235
 — иридиевая 235
 — никелевая 235
 — палладиевая 235
 — родиевая 235
 Плеонаст 303
 Плоскость зеркального отражения 29
 Плотность минералов 52
 Поверхность излома минералов 53
 Полевой шпат авантюриновый 234, 237
 Полевые шпаты 237
 — — известково-натриевые (натриево-кальциевые) 237
 — — калиевые 87
 — — калий-натриевые (щелочные) 237, 248
 Полианит 229
 Полигалит 238
 Поликсен 235
 Полиморфизм 24
 Полиморфные модификации 24
 Празопал 217
 Пренит 239
 Призматин 179
 Природные сплавы 14
 Прозрачность минералов 50
 Прохлорит 240, 290
 Прустит 241
 Псиломелан 241
 Пумпеллиит 309
 Пъемонтит 309

 Раммельсбергит 258
 Раухварц 168

 Раухтопаз 169
 Реакции плавления с помощью паяльной трубки 58
 Реальгар 242
 Роговая обманка 78, 243
 — — базальтическая 244
 — — обыкновенная 243
 Родонит 245
 Родохрозит 246
 Рубеллит 276
 Рубин 179
 Рutil 81, 247

 Салит 228
 Санидин 218, 237, 248
 Сапфир 179
 — водяной 179
 Сардер (или сард) 170
 Сассолин 112
 Сатиновый, или волокнистый, шпат 138
 Светлая красная серебряная руда 241
 — свинцовая руда 231
 Светопреломление 55
 Свинцовый блеск 124
 Свинчак 125
 Свойства минералов магнитные 55
 — — физиологические 56
 — — физические 49
 — — химические 57
 Селадонит 137
 Селениды 14
 Селенит 138
 Сенармонтит 107
 Сера 249
 — селеновая 249
 Сердолик 170
 Серебро 251
 — самородное 251
 Серебряный блеск 93

Серицит 205
 Серный колчедан 226
 Серпентин 252
 Серпентин-асбест 95, 252
 Сиаль 12
 Сиальма 12
 Сидерит 17, 253
 Сидерофиллит 103
 Силикаты 15
 Силлиманит 255
 Сильванит 156
 Сильвин 256
 Сима 12
 Симметрия 29
 Симметричные кристаллы 29
 Сингония гексагональная 25,
 32, 37, 38
 — кубическая 25, 35, 37, 38
 — моноклинная 24, 30, 37, 38
 — определение 36
 — ромбическая 24, 31, 37, 38
 — тетрагональная 25, 34, 37, 38
 — тригональная 25, 33, 37
 — триклинная 24, 30, 37
 Система обозначений по Гер-
 ману — Могену 36
 — — — Шенфлису 36
 — — (символов) классов сим-
 метрии 36
 Сколецит 295
 Скорлуповатая обманка 123
 Скрытокристаллические обра-
 зования 11
 Скуттерудит 257, 289
 Слюда магнезиальная 282
 Смальтин 257, 258
 Смарагд 100
 Смитсонит 259
 Содалит 260
 Солнечный камень 85, 86, 234,
 237
 Соотношение Эйлера 39
 Соросиликаты 16

Спайность минералов 54
 Спекулярит 133
 Сперрилит 215, 288
 Спессартин 141, 142
 Сподумен 228, 261
 Ставролит 262
 Станнин 263
 Стассфуртит 107
 Стеатит 267
 Стеклянная голова 190
 Стефанит 225
 Стибнит 89
 Стильбит 132, 147
 Стрелы амура 248
 Стронцианит 264
 Стронциокальцит 160
 Сульфаты 15
 Сульфиды 14
 Сурьма самородная 150
 Сурьмяная блеклая руда 269
 Сфалерит 265
 Сфен 271
 Сферосидерит 254

Тавмавит 309
 Тальк 267
 Твердость минералов 51
 Текстосиликаты 16
 Теллулаты 15
 Теллуриды 14
 Теннантит 268, 269
 Тетраэдрит 269
 Тинкал 111
 Титанавгит 71
 Титанистый железняк 158
 Титанит 271
 Титаногематит 133
 Титаномагнетит 193
 Томсонит 295
 Топаз 272
 Торбернит 274
 Тромолит 78, 275

Тремолит-асбест 95
Тройники 46
Тулит 298
Турмалин 276
Туф кремнистый 217
Тюрингит 277, 290

Уваровит 141, 142
Ульманит 135
Упругость минералов 53
Уранинит 274
Урановая смолка 278
— смоляная руда 278
— чернь 278

Фассаит 228
Фаялит 213, 280
Фенакит 291, 303
Ферберит 122
Феррит 155
Феррокобальтин 175
Ферротеннантит 270
Ферротетраэдрит 270
Филлипсит 281, 295
Филлосиликаты 16
Флогопит 282
Флуоресценция 50
Флюорит 22, 47, 283
Форма выделения минерала 25
Форстерит 213, 285
Фосфаты 15
Фосфиды 14
Фосфоресценция 50
Франклинит 285
Фрейбергит 270
Фторapatит 90
Фуксит 206
Фуллерова земля 204

Хабазит 299
Халькозин 286

Халькопирит 287
Халцедон 169
Хиастолит 84
Хлоантит 257, 289
Хлорапатит 90
Хлорит никелевый 290
Хлориты 290
Хлоропал 205
Хлорошпинель 303
Хризоберилл 290
Хризоколлa 149
Хризолит 213, 214
Хризопраз 170
Хризотил 96
Хризотил-асбест 95, 252
Хроматы 15
Хромит 292
Хроммагнетит 193
Хромшпинелиды 291
Хромэпидот 309
Хрупкость минералов 53

Цвет минералов 49
Цветовой отлив 50
Цвет черты минералов 51
Цвиттер 166
Цейлонит 303
Целестин 293
Центр симметрии 29
Цеолиты 294
Церит 309
Церуссит 295
Циклосиликаты 16
Циллерит 96
Цинковая обманка 265
Цинковый шпат 259
Циннабарит 173
Циннвальдит 296
Циприн 115
Циркон 297
Цитрин 169
Цонзит 298

Шабазит 295, 299
Шамозит 290, 300
Шеелит 301
Шерл 276
Шкала твердости Мооса 51
Шмальтин 258
Шпейсовый кобальт 257, 258
Шпинель 46, 302
— благородная 302, 303
— голубая 303
— зеленая 303
— магнезиальная 302
— марганцовая 303
Шпрудельштейн 92
Штаффелит 240
Штольцит 302
Шухардит 129

Эвдиалит 304
Эгеран 115
Эгирин 228, 304
Эгирин-авгит 305
Эгирин-геденбергит 305
Эгирин-диопсид 305
Электрум 150, 251
Элементы атмофильные 13
— геохимическая классификация 13

Элементы гидрофильные 13
— литофильные 13
— самородные 12
— сидерофильные 13
— симметрии, двумерные 29
— — нульмерные 29
— — одномерные 29
— среднее содержание в земной коре 16
— халькофильные 13
Элеолит (масляный камень) 210
Энаргит 305
Энстатит 229, 306
Эпидот 307
Эпсомит 309
— железистый 310
Эритрин 310

Яхонт 311

α -кварц 167, 168
 α -кристобалит 167, 168
 α -тридимит 167, 168
 α -сера 249
 β -кварц 167, 168
 β -кристобалит 167, 168
 β -тридимит 167, 168

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	5
К читателям	8
Предисловие ко второму изданию	10
ВВЕДЕНИЕ В МИНЕРАЛОГИЮ	11
ОБРАЗОВАНИЕ И ОБЛИК МИНЕРАЛОВ И КРИСТАЛЛОВ	18
КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ	27
ДВОЙНИКИ	46
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ	49
БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ	55
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ	57
ОБРАЗОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ	59
МИНЕРАЛЫ ОТ А ДО Я	70
Список литературы	314
Предметный указатель	315

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И—110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».

ИБ № 1036

Р. Юбельт

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ
МИНЕРАЛОВ

Редактор М. Е. Яковенко
Художник Е. К. Самойлов
Художественный редактор В. К. Бисенгалиев
Технический редактор Н. Б. Панфилова
Корректор Т. П. Пашковская

Сдано в набор 19.12.77. Подписано к печати 27.02.78.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Литературная гарнитура.
Высокая печать. 5,88 бум. л., 19,74 усл. печ. л., в т. ч. 0,84 цв.
вкл.+1,68 ч/б вкл., бандероль
Уч.-изд. л. 18,59. Зак. 2395. Цена 1 р. 80 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»
Москва, 1-й Рижский пер., 2

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, 113105, Нагатинская ул., д. 1.

1p.80x.

18983