

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Г.В. Тараборин

# **ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Путеводитель по музею и его экспонатам

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология.

Оренбург  
2014

УДК 069.015:55 (075.8)

ББК 26.3л 6 я73

T19

Рецензенты

доктор геолого-минералогических наук, профессор А.Я. Гаев,  
кандидат физико-математических наук, профессор Н.И. Шефер

**Тараборин, Г.В.**

T19 Геологический музей Оренбургского государственного университета.  
Путеводитель по музею и его экспонатам: учебное пособие /Г.В. Тараборин;  
Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 200с.  
ISBN

В учебном пособии приводится систематическое описание более 200 минералов и их естественных сообществ, горных пород и руд, интересных или важных своей практической ценностью. Рассматриваются их условия образования, даются примеры месторождений, указываются области их практического применения. В разделе «Магматические горные породы» показываються их главные группы по химическому составу; приводятся общие понятия о метаморфизме и метасоматозе. Описание осадочных пород сопровождается рудами алюминия, марганца, железа и др. приводятся разнообразные типы месторождений металлов и неметаллов. Для территории Оренбургской области отмечается свыше 2 тыс. месторождений и проявлений 72 видов полезных ископаемых, главнейшими из которых являются газ, нефть, медь, никель, асбест, каменная соль и бурый уголь.

Учебное пособие может быть полезно для преподавателей естественно-научных дисциплин, аспирантов, профессионалов – геологов широкого профиля, для тех, кто хочет познакомиться с основами наук о Земле, любителей камня и коллекционеров.

УДК 069.015:55 (075.8)

ББК 26.3л6я73

© Тараборин Г.В., 2014

© ОГУ, 2014

## Содержание

Введение.....	7
1 Характерные признаки минералов.....	10
1.1 Морфологические особенности минералов.....	11
1.2 Физические свойства минералов.....	12
1.3 Механические свойства минералов.....	14
1.4 Кристаллы.....	15
2 Группы минералов и их свойства.....	18
2.1 Самородные элементы.....	18
2.1.1 Металлы.....	19
2.1.2 Металлоиды.....	21
2.2 Сульфиды.....	23
2.2.1 Простые сульфиды.....	24
2.2.2 Сложные сульфиды.....	28
2.2.3 Сульфосоли.....	30
2.3 Кислородные соединения (окислы и гидроокислы).....	30
2.3.1 Простые оксиды.....	31
2.3.2 Сложные оксиды.....	38
2.3.3 Гидроксиды.....	39
2.4 Силикаты и алюмосиликаты.....	40
2.4.1 Островные силикаты.....	41
2.4.2 Кольцевые силикаты.....	45
2.4.3 Цепочечные силикаты.....	48
2.4.4 Ленточные силикаты.....	51
2.4.5 Листовые силикаты.....	52
2.4.6 Каркасные силикаты.....	56
2.4.7 Кислородные соли (оксисоли).....	59
2.4.7.1 Фосфаты, арсенаты ванадаты.....	59

2.4.7.2 Хроматы, вольфраматы, молибдаты.....	60
2.4.7.3 Сульфаты.....	62
2.4.7.4 Карбонаты.....	66
2.4.7.5 Бораты, нитраты.....	70
2.4.7.6 Галогениды, хлориды.....	72
3 Процессы минералообразования и ассоциации минералов.....	75
4 Горные породы.....	83
4.1 Магматические горные породы.....	83
4.1.1 Ультраосновные породы.....	86
4.1.2 Основные породы.....	87
4.1.3 Средние породы.....	88
4.1.4 Кислые породы.....	91
4.1.5 Щелочные породы.....	93
4.1.6 Жильные породы.....	94
4.1.6.1 Пегматиты.....	94
4.2 Осадочные горные породы.....	95
4.2.1 Обломочные породы.....	96
4.2.1.1 Вулканогенно–осадочные (пирокластические) породы.....	97
4.2.2 Глинистые породы.....	98
4.2.3 Породы химического и биохимического происхождения.....	101
4.2.3.1 Аллитовые породы.....	101
4.2.3.2 Железистые породы.....	102
4.2.3.3 Марганцевые породы.....	103
4.2.3.4 Фосфатные породы.....	105
4.2.3.5 Карбонатные породы.....	104
4.2.3.6 Кремнистые породы (силициты).....	108
4.2.3.7 Эвапориты.....	111
4.2.3.8 Каустобиолиты.....	112
4.2.3.9 Краткие сведения о нефти.....	114

4.3	Метаморфические породы.....	115
4.3.1	Породы динамического метаморфизма.....	116
4.3.2	Породы контактово – термального метаморфизма.....	117
4.3.3	Породы регионального метаморфизма.....	118
4.3.4	Метасоматиты.....	121
5	Полезные ископаемые.....	122
5.1	Металлические полезные ископаемые.....	122
5.1.1	Черные металлы.....	123
5.1.2	Цветные металлы.....	124
5.1.3	Легирующие металлы.....	129
5.1.4	Легкие металлы.....	133
5.2	Нерудные или неметаллические полезные ископаемые.....	135
5.2.1	Индустриальное сырье: драгоценные, технические и поделочные камни.....	135
5.2.2	Химическое и агрохимическое сырье.....	140
5.2.3	Минеральное сырье для производства строительных материалов.....	141
6.	Геологическое строение и полезные ископаемые Оренбургской области.....	143
6.1	Краткий очерк геологического строения.....	143
6.2	Полезные ископаемые.....	146
6.2.1	Нефть и газ.....	147
6.2.2	Асфальтит.....	149
6.2.3	Горючие сланцы.....	150
6.2.4	Бурый уголь.....	150
6.2.5	Железные руды.....	152
6.2.6	Марганцевые руды.....	154
6.2.7	Титановые руды.....	155
6.2.8	Хромитовые руды.....	155
6.2.9	Медные руды.....	156

6.2.10 Никелевые руды.....	159
6.2.11 Золото Оренбургской области.....	162
6.2.12 Асбест.....	165
6.2.13 Каменная (поваренная) соль.....	166
6.2.14 Строительные материалы.....	169
6.2.15 Цветные камни.....	171
7 Новые и обновленные тематические материалы, фильмотека.....	176
7.1 Медистые песчаники Оренбургского Приуралья.....	178
7.2 Органические камни.....	179
7.3 Породы – коллекторы из основных нефтегазоносных горизонтов Оренбуржья.....	184
7.4 Месторождения каменной соли Стерлитамакского района.....	185
7.5 Учебная полевая геологическая практика.....	187
7.6 Геологическая история Оренбуржья.....	190
7.7 Оснащенность геологического музея.....	193
Список использованных источников .....	195

## Введение

Геологический музей «можно назвать библиотекой, книги которой написаны самой природой. Они всегда открыты и никогда не прочитываются». Эта мысль подчеркивается в решении комиссии Всероссийского минералогического общества по музеям: «Минералогические музеи и музейные коллекции в вузах предназначены, прежде всего «быть каменными учебниками минералогии», ибо ни одна книга не сообщит столько сведений о минерале, как сам минерал человеку, умеющему его понять.

Геологическому музею ОГУ - 40 лет. Его основатель - большой знаток природы Оренбургского края член - корреспондент АН СССР, лауреат государственной премии СССР доктор геолого - минералогических наук, профессор А. С. Хоментовский. Музей создан на базе и для нужд существовавшей в Оренбургском политехническом институте кафедры инженерной геологии, геодезии и охраны природы. Начиная с 1974г. при активном участии доктора геолого-минералогических наук А.Я. Гаева, научного сотрудника Г.Д. Мусихина началось формирование музея. Оформлением коллекции занималась долгое время работавшая в музее геолог Н.А. Дегтярева. В то же время костяк музейных экспозиций – образцы горных пород, минералов, руд, облицовочных и поделочных материалов – был заказан в объединениях «Союзкварцсамоцветы» и «Уральские самоцветы»

В период с 1989 по 1995гг в связи с расформированием кафедры инженерной геологии в жизни музея наступает период застоя. Развитие музея приостанавливается. Вся его деятельность ограничивается в основном хранением имеющихся коллекций и проведением экскурсий для студентов – строителей, обучающихся на инженерно - строительном факультете.

В связи с воссозданием в 1996 г. кафедры геологии и превращением ее в выпускающую кафедру, с переходом к классическому университетскому образованию, возросла роль музея как научно-методического и учебного центра.

В 1997г. начался новый этап в существовании музея. К тому времени в нем насчитывалось около 850 экспонатов. Позже геологическому музею была передана в дар коллекция минералов (около 350 образцов) Орского индустриального института. Музейный фонд пополняется также благодаря усилиям преподавателей и студентов, которым удавалось найти интересные экспонаты во время учебных и производственных геологических практик; музею оказывали помощь и геологи - производственники. За этот период была проведена реорганизация музейной экспозиции, в которой в настоящее время выставлено около 1900 экспонатов; представляющих собой наглядный материал большой познавательной ценности по различным аспектам геологии:

- минералам, минеральным парагенезисам;
- породам магматическим, осадочным, метаморфическим;
- типам и видам минерального сырья;
- характеристике месторождений, рудопроявлений полезных ископаемых;
- стратификации разреза и палеонтологическому его обоснованию;
- литолого-петрографическим типам разрезов;
- геологическому строению.

Музей известен в городских структурах г. Оренбурга (школах, гимназиях, колледжах, высших учебных заведениях), зарегистрирован в кадастре геологических музеев России. Он непрерывно обобщает большие объемы информации, отбирает и перерабатывает ее для показа и рассказа музейными средствами, обновляет и совершенствует экспозиции. Это единственный в настоящее время в г. Оренбурге музей, располагающий систематической коллекцией, соответствующей тематическим разделам, обычно существующим в музеях геологии.

Музейные экспонаты в целом доставлены из различных регионов бывшей территории Советского Союза, около половины из них составлены из сборов по богатой минеральными ресурсами Оренбургской области. Не побоюсь сказать, что это очень красивая и богатая коллекция. С ней можно ознакомиться каждому, осмотрев все наши витрины. Благодаря нашим экспозициям, музей выполняет



ознакомительные, просветительные, учебные и научно – исследовательские функции.

О популярности геологического музея говорить не приходится. О ней свидетельствуют десятки записей благодарных посетителей в книге отзывов: «ваш замечательный музей оставляет очень хорошее впечатление и особенно богатством, разнообразием экспонатов»; «замечательный, прекрасный музей, открывающий сложность и красоту мира»; «удивительный и интересный музей. Коллекции минералов, горных пород поражают»; «даже камни имеют свою историю. У Вас обширная, богатая познавательная коллекция»; «увлекательный поход в мир геологии, к недрам Земли», и др.

Подготовке учебного пособия способствовали советы и помощь в оформлении многочисленных рисунков в тексте старшего преподавателя кафедры геологии Е.Б. Савиловой, подготовка рукописного текста (его набор) в готовое учебное пособие ведущим инженером Л.Г. Поляевой. Каждой из них я хотел бы выразить свою искреннюю признательность.

# 1 Характерные признаки минералов

Имеющаяся в музее коллекция минералов является наиболее представительной и характеризует практически все подразделения минералогической классификации. В музее можно увидеть не только разные минеральные индивиды, но и сообщества минералов, оценить своеобразие форм – кристаллы, различные кристаллические агрегаты, неправильной формы зерна, сплошные зернистые массы. Есть образцы минералов, образующихся в подземных пустотах из капающих растворов – сталактиты, а также минеральные стяжения радиально-лучистого сложения, секретиции, конкреции и искусственно выращенные кристаллы кварца.

*Минерал – однородный, обычно кристаллический продукт природных процессов, имеющий определенные физические свойства и химический состав.*

В настоящее время известно более 4 тысяч видов различных минералов и ежегодно открываются новые. Главный источник образования минералов скрыт от наших непосредственных наблюдений в недрах земного шара. Здесь в результате процессов, связанных с внутренним жаром Земли и с громадным давлением, образуется основная масса минералов. Они слагают глубинные (интрузивные) кристаллические породы, составляющие до 95 % земной коры.

Минералы встречаются во многих различных размерах, формах и цветах.

Размер и форма минерала или агрегата называется его *габитусом*. Есть несколько основных габитусов минералов. Они включают следующие:

- игольчатый (тонкие иглоподобные массы);
- удлиненно - пластинчатый (с острыми краями);
- дендритовый (по форме похожие на растения);
- волокнистый (похожие на мех);
- гранулярный (зернистые);
- листоватый (тонкие слои, плитки или чешуйки);
- массивный;
- почковидный (округлые сфероидальные массы);

- розеточный (или радиально - лучистый);
- призматический;
- таблитчатый (налегающие плоские прямоугольники).

### 1.1 Морфологические особенности минералов

*Штриховка.* Помимо формы кристалла характерным свойством минерала является штриховка на гранях: поперечная параллельная, продольная параллельная (турмалин, эпидот), либо пересекающаяся (магнетит).

*Друзы (или щетки)* - сrostки правильных хорошо образованных минералов на стенках пустот различной формы (трещин, каверн, пещер). Наиболее типичны для пегматитов, некоторых типов гидротермальных жил.



*Секреции* - выполнения пустот изометричной часто округлой формы, отличающиеся концентрически - зональным строением. Внешне зоны секреций часто бывают выполнены аморфными или скрыто - кристаллическими минералами, а во внутренней их части сохраняется полость, на стенках которой нарастают друзы кристаллов или натечные агрегаты минералов. Многие секреции, встречающиеся в изливишихся породах и туфах, называются миндалинами, крупные, особенно характерные для пегматитов – жеодами.

*Конкреции* – шарообразные или неправильной формы стяжения и желваки, образующиеся в рыхлых осадочных породах (илах, глинах, песках и др.). В отличие от секреций конкреции разрастаются от какого-либо центра (обломочного зерна, органического остатка), вокруг которого образуется сгусток коллоидного вещества, впоследствии раскристаллизованного.

*Оолиты* (по-гречески - яйцо) подобно конкрециям имеют сферическую форму, но величина их гораздо мельче: от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров. Они образуются путем наложения коллоидального материала на песчинки и органические обломки, находящиеся в подвижных водных средах во взвешенном состоянии. Оолиты характерны для некоторых известняков, осадочных железных и марганцевых руд, а также бокситов.



*Натечные формы выделений* минералов образуются на стенках различных пустот и полостей при медленном стекании растворов. К ним относятся известковые и ледяные *сталактиты* пещер, по форме сходные с обычными



ледяными сосульками, почковидные, гроздевидные выделения минералов в зонах окисления и выветривания рудных месторождений, *кальцита, арагонита, малахита, гипса, некоторых сульфидов и др.*

*Налеты и примазки* – тонкие пленки различных вторичных минералов, покрывающие поверхность кристаллов или пород.

## 1.2 Физические свойства минералов

*Прозрачность* – свойство вещества пропускать свет.

Когда можно видеть все как следует через минерал подобно стеклу, считается что он прозрачный. Если свет слегка заблокирован, придавая минералу туманный вид, он считается просвечивающим. Если образец минерала не позволяет проходить свету совсем, он называется непрозрачным; прозрачные – *горный хрусталь,*

*исландский шпат, топаз и др.*; полупрозрачные – *сфалерит, киноварь и др.*; непрозрачные – *пирит, магнетит, графит и др.* Многие минералы, кажущиеся непрозрачными в крупных кристаллах, просвечивают в тонких осколках или краях зерен.

*Цвет.* Многие минералы в зависимости от их химического состава и условий образования встречаются в различных цветах. *Рубин и сапфир* – две разновидности корунда с одинаковым химическим составом ( $Al_2O_3$ ) и твердостью (9), но двумя совершенно различными окрасками: рубины красные, а сапфиры голубые. *Турмалин* имеет самое большое число цветовых разновидностей. Длинные кристаллы турмалина могут быть розовыми с одного конца и зелеными с другого конца. *Флюорит* может быть бесцветным, желтым, коричневым, розоватым, голубым, зеленым, фиолетового оттенка или почти черным.

*Цвет черты.* Черта является более надежным способом определения минерала, чем цвет, так как она почти всегда идентична для разных минералов.

Черта может быть бесцветной, белой, золотисто - желтой, красновато - коричневой, красной, серой, коричневой или черной. Например, минерал *крокоит* оранжевого цвета, а его черта желтая. *Вульфенит* может быть оранжевым, желтым, коричневым, серым, но его черта белая.

*Блеск.* Это термин, который используется для описания способа отражения света от поверхности минерала или кристалла. На блеск влияют количество поглощенного света и структура минералов. Различные типы блеска – матовый, металлический, стеклянный, алмазный, перламутровый, жирный, шелковистый и восковой. Благородный блеск *алмаза* известен под названием *алмазный блеск*. Этот тип блеска имеют циркон, куприт и некоторые формы *серы и киноварь*.

*Удельный вес.* Чтобы определить удельный вес минерала, его вес сравнивают с весом эквивалентного объема воды. Удельный вес 4 говорит о том, что образец в четыре раза тяжелее, чем вода. Размер не имеет значения. Удельный вес зависит от химического состава и структуры вещества.

### 1.3 Механические свойства минералов

*Твердость* минерала определяется путем царапания. Минерал может быть поцарапан только более твердым минералом. Немецкий минералог Фридрих Моос предложил шкалу для определения твердости, начиная с талька (твердость 1) и заканчивая алмазом (твердость 10): 1 - тальк, 2 - гипс, 3 - кальцит, 4 - флюорит, 5 - апатит, 6 - ортоклаз, 7 - кварц, 8 - топаз, 9 - корунд, 10 - алмаз. Чем выше число, тем тверже минерал. Эта шкала является относительной, а не абсолютной. *Флюорит* с твердостью 4 не в два раза тверже, чем гипс с твердостью 2. Хотя *тальк* имеет по шкале Мооса твердость 1, а *алмаз* – твердость 10, различия по твердости между ними в действительности составляет около ста крат. Главное достоинство шкалы Мооса заключается в простоте ее использования.

*Спайность* – свойство кристаллов раскалываться в определенных кристаллографических направлениях, обусловленное по Н. А. Смольянинову [28] строением их кристаллических решеток. Так, кристаллы *кальцита* раскалываются всегда на ромбоэдры, а кубические кристаллы *флюорита* на октаэдры. Степень совершенства спайности различается в соответствии со следующей принятой шкалой:

Спайность *весьма совершенная* - кристалл легко расщепляется на тонкие листочки (*слюда, хлорит, молибденит и др.*).

Спайность *совершенная* – при ударе молотком получают выколки по спайности; получить излом по другим направлениям трудно (*кальцит, галенит, флюорит*).

Спайность *средняя* – излом можно получить по всем направлениям, но обломках минерала наряду с неровным изломом отчетливо наблюдаются и гладкие блестящие плоскости спайности (*пироксены*)

Спайность *несовершенная* или отсутствует. Зерна минералов ограничены неправильными поверхностями, за исключением граней их кристаллов.

*Хрупкость, ковкость.* Под хрупкостью понимают способность минерала разрушаться при механическом воздействии. *Ковкие* минералы при ударе по ним молоточком на наковальне могут быть расплющены в тонкие пластинки.

## 1.4 Кристаллы

Слово «кристалл» - от греческого «кристаллос» - лед, употреблялось в отдаленные времена применительно к водяно – прозрачным кристаллом кварца.

Для каждого минерала характерны определенные формы кристаллов. Известно около 40000 кристаллических форм. Все они укладываются всего в семь групп. У большинства минералов число кристаллических форм ограничено: 3 - 5, редко – 10 и только в виде исключения встречаются минералы, как например *кварц* и *кальцит*, отличающиеся исключительным богатством (по несколько десятков) кристаллических форм.

С геометрической точки зрения минералы представляют собой правильные и неправильные многогранники. Кристаллы *поваренной соли* ( $NaCl$ ) представляют собой кубы, кристаллы *циркона* ( $ZrSiO_4$ ) и *рутила* – правильные четырехугольные призмы с вершинами в виде четырехугольных пирамид, кристаллы *берилла* ( $Be_3Al_2(SiO_3)_6$ ) – правильные шестиугольные призмы.

Всеми вопросами, касающимися формы кристаллов, занимается *кристаллография*. Основой для классификации кристаллов является характер их симметрии. [6]



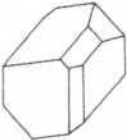
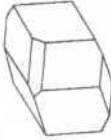

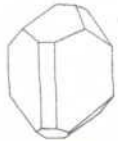


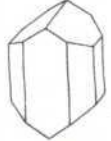
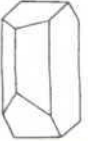


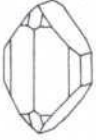
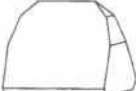

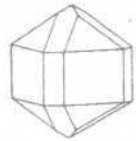

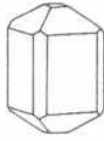

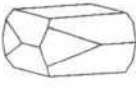





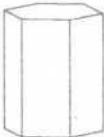

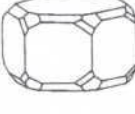
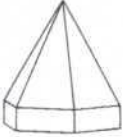

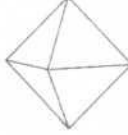
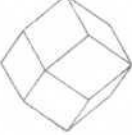

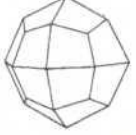

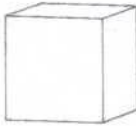

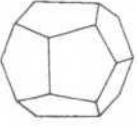
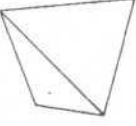
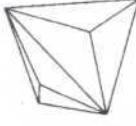
ТРИКЛИННАЯ	 халькантит	 кианит	 аксинит	 родонит	 альбит
МОНОКЛИННАЯ	 вольфрамит	 гипс	 титанит	 аегит	 ортоклаз
РОМБИЧЕСКАЯ	 сера самородная	 барит	 оливин	 струвит	 гемиморфит
ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ	 касситерит	 циркон	 везувиан	 шеелит	 вульфенит
ТРИГОНАЛЬНАЯ	 ромбоэдр	 скаленоэдр	 кальцит	 корунд	 кварц
ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ	 берилл	 пирротин	 апатит	 цинкит	 нефелин
КУБИЧЕСКАЯ	 октаэдр	 ромбододекаэдр	 тригон-триоктаэдр	 тетрагон-триоктаэдр	 гексаоктаэдр
	 куб	 галенит	 пентагондододекаэдр	 тетраэдр	 тригон-тритетраэдр

Рисунок 1 - Группы кристаллических форм – сингонии

По элементам симметрии они подразделяются на уже упомянутые семь групп, которые называют сингониями [28], в соответствии с максимальной симметрией их граней. Сингонии делятся на кубическую, тетрагональную, гексагональную,



тригональную, моноклинную, ромбическую и триклинную (рисунок 1). Диагностическими признаками сингонии являются кристаллографические оси и углы, образуемые этими осями. Размеры кристаллов колеблются в широких пределах: от микроскопических до гигантов весом в тонну и более.

## 2 Группы минералов и их свойства

Существует несколько больших семейств (классов) минералов, которые выделяются на основании сходства их химического состава. Различаются следующие классы минералов: *самородные элементы*, существующие в природе в свободном виде, т.е. простых веществ; *сульфиды* - соединения элементов с серой; *оксиды (окислы и гидроокислы)* - соединения с кислородом; *силикаты и алюмосиликаты* – кремний – кислородные соединения; *соли угольной (карбонаты), серной (сульфаты), фосфорной (фосфаты), азотной (нитраты) кислот; галогениды* – соединения с галогенами (фтором, хлором, бромом или йодом).

В коллекции музея в соответствии с существующими в настоящее время классификациями минералы сгруппированы по сходству химических признаков с отражением также и их кристалло - химических особенностей.

Очень разнообразен мир минералов и в путеводителе нет возможности рассказать о всех его представителях. Одни восхищают нас своей красотой, другие являются источником поступления необходимых человеку элементов. Третьи сами, в силу физических или химических особенностей находят непосредственное применение. Можно перечислить и рассказать только о самых главных из этих минералах, наиболее известных и распространенных. В задачу путеводителя не будет входить строго научный рассказ: для этого есть целый ряд монографий, учебников и учебных пособий по минералогии, кристаллографии, литологии, горным породам и полезным ископаемым.

### 2.1 Самородные элементы

Включают более 45 минералов. Многие из минералов этого класса сложены только одним химическим элементом. В земной коре они составляют всего 0,1% по массе. Подразделяются на подгруппы металлов и металлоидов. Примерами самородных металлов являются золото, серебро, платина и медь.

Многие металлы обычно залегают вместе с другими элементами, а эти, химически менее активные, нередко встречаются в самостоятельном виде.

Лишь немногие из металлоидов находятся в виде самородных элементов – всего два – сера и углерод. Углерод образует минералы алмаз и графит.

Другие самородные элементы встречаются гораздо реже; это кадмий, ртуть, никель, хром, олово, иридий, палладий, осмий, теллур и селен.

### 2.1.1 Металлы

**Золото Au.** Редко встречается в виде хорошо оформившихся октаэдров или дадекаэдров, чаще всего его находят в виде дендритов, зерен или чешуйчатых масс.



Удивительным образом сочетает в себе низкую **крупный золотой самородок** твердость и высокую температуру плавления ( $1063^{\circ}\text{C}$ ), прекрасную пластичность и ковкость. Из 1 г можно вытянуть проволоку длиной до 3 км или раскатать пластинку площадью  $4\text{ м}^2$ .

Наиболее крупные самородки массой в 74,6, 70,8 кг найдены в Австралии. Здесь же найден обломок кварцевой жилы общим весом 285 кг, в котором было более 90 кг. чистого золота. Наибольший из сохранившихся самородков массой 36,2 кг найден в Миасском районе на Южном Урале. Необыкновенно эффектны и многообразны образцы самородного золота. Цена самородков значительно – иногда в сотни раз – превышает цену содержащегося в них золота, что спасает уникальные экземпляры от переплавки.

Вот уже более 70 лет неизменным лидером золотодобычи является ЮАР. Здесь из древней гигантской россыпи, возникшей около 1,9 млрд. лет назад, получают от 25 % до 50 % добываемого в мире золота. Она занимает площадь около 250 тыс. км<sup>2</sup>. За более чем столетнюю историю ее эксплуатации добыто более 45 тыс. т. благородного металла. Разрабатывая богатые руды, золотодобытчики

проникли до глубин 3500 м на месторождении Колар в Индии и почти до 4000 м на рудниках Витватерсранд в ЮАР.

Спрос на золото устойчиво превышает предложение. Львиная доля - 64 % - используется на производство ювелирных изделий; 14 % поступает в государственные резервы; 11 % расходуется на чеканку монет и выпуск памятных медалей; 6% применяется в электронике; 3 % - в стоматологии; 2 % - в промышленно – технических целях, в физических и химических приборах.

**Серебро Ag** - один из самых загадочных металлов. Он с древнейших времен балансирует на грани драгоценного и недрагоценного. Известно около 60 минералов серебра – самородное серебро, в сплаве с золотом (электрум), аргентит  $Ag_2S$  (серебряный блеск), а также пираргирит  $Ag_3SbS_3$  и др. Самородное серебро, содержащее примеси других металлов, имеет важнейшее практическое значение. Обладает высокой пластичностью, ковкостью, наивысшей среди металлов электропроводимостью. Кристаллы необычны. Они встречаются в виде неясных кубов или растут проволокообразными дендритоподобными сростками, чаще имеют облик чешуек и массивных образований. В 1477г. на руднике «Святой Георгий» в Рудных горах был обнаружен самый крупный в мире самородок серебра весом 20 т. Размер глыбы  $1,1 \times 2,2$  м. Настоящей сокровищницей серебра является Мексика. Ежегодно здесь добывается его около 3 тыс. т. Здесь, как в Боливии и Перу, древние вулканы создали уникальную серебряную цепь месторождений, протянувшуюся вдоль западного побережья. Она уже более 400 лет снабжает мир этим благородным металлом. Ежегодная добыча серебра на Алтае – до 16 тонн. Многочисленные месторождения освоены на Дальнем Востоке.

**Платина Pt** – один из самых редких и наиболее ценных из самородных элементов. Серебряно-белый металл, такой же тяжелый, как золото (плотность  $21,5 \text{ г/см}^3$ ), более твердый чем золото и похож на серебро.

Уникальные свойства металлов платиновой группы (палладий, родий, осмий, рутений и иридий) – высокая огнеупорность, хорошая электропроводимость,

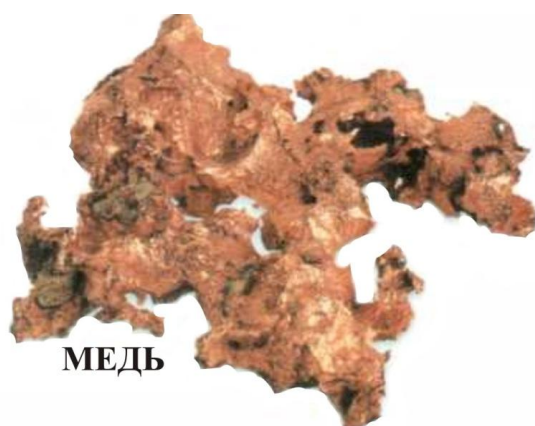


**ПЛАТИНА**

химическая стойкость, способность поглощать газы, служить отличным катализатором и многие другие. Находят в виде хлопьев или гранул и редко в виде самородков. Кристаллы редки.

Основными источниками платины являются три горнорудных гиганта: Южная Африка (50 % мировой добычи), Канада и Россия. В России главным поставщиком металлов платиновой группы служит Норильская группа месторождений (почти 90 %), где в медно-никелевых рудах содержатся высокие концентрации этих металлов. Важная экономическая роль принадлежит также платиновому поясу Урала, протягивающемуся в меридианальном направлении более чем на 900 км. Металлы платиновой группы применяют в авиационных свечах зажигания, в конвертерах при переработке нефти, в ювелирном деле, медицине, для изготовления бритвенных лезвий. Обладая высокой температурой плавления ( $1773\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), используется для изготовления термопар.

**Медь Cu.** С самородной медью люди знакомы уже многие тысячелетия. Это металл красноватого цвета, по своим физическим свойствам очень похожий на золото. Как самородный элемент встречается редко. Ее находят в массивных агрегатах, весящих зачастую до



**МЕДЬ**

нескольких тонн. Иногда попадаются хорошо образованные кубические или октаэдрические кристаллы. Часто образует красивые веточки – дендритовые сростки. Ее обычно покрывают черные и зеленые корочки солей и оксидов. Встречается медь в основном там, где окисляются содержащие ее руды.

### **2.1.2 Металлоиды**

Углерод и сера принадлежат к самым интересным и важным минералам, а соединения углерода играют существенную роль в химическом составе каждого живого организма.

**Сера S** – девятый по распространенности элемент, составляющий 0,03 % земной коры. Кристаллы серы могут быть в 56 различных обликах. Часто встречается в сплошных массах и натечных формах, образует коркообразные массы по краям горячих вулканических потоков из дымящих вулканических fumarol. Легко плавится при 270 °С. Кристаллы серы часто прозрачны, имеют жирный или алмазный блеск. Самородная сера встречается в осадочных породах, где возникает в результате жизнедеятельности некоторых видов бактерий. В настоящее время серу получают из трех главных источников: из самородной серы, пиритовых руд и путем попутного извлечения из нефти и газа.



Без серы невозможно получить хороший каучук. Она используется в производстве взрывчатых веществ, удобрений, синтетических волокон, применяется в металлургии, при производстве бумаги, очистке нефти. Из серы в большом количестве изготавливается серная кислота, которая совершенно необходима для переработки фосфоритов в суперфосфат – ключевой продукт минеральных удобрений.

**Алмаз C** – самый твердый минерал на Земле.

Следующий после алмаза по твердости минерал корунд мягче его в 140 раз, а кварц – в 1000 раз. Кристаллы, как правило, хорошо сформированы и встречаются в виде октаэдров или кубов со скругленными ребрами и слегка выпуклыми гранями.

Бывают прозрачными, просвечивающими или непрозрачными, от бесцветного до черного. Красные и зеленые считаются редчайшими камнями. Обладает резко выраженным свойством рассеивать свет. По составу алмаз – чистый углерод. Он





отличается от обычной сажи в трубе и от графита в карандаше только тем, что в нем иначе расположены мельчайшие частички атомов того же элемента – углерода.

Необходимые для кристаллизации алмазов условия существуют в земной мантии на глубине более 150 км. Они образовались миллиард лет назад, а некоторые более 3 млрд. лет назад. На поверхность их выносило по крупным коническим трубкообразным телам. Эти вулканические трубки образовали голубые породы – кимберлиты, которые являются источниками лучших в мире алмазов. Большинство природных алмазов добыты из этих трубок. Австралия, Конго и Россия основные производители промышленных алмазов.

**Графит С**, как и алмаз, является кристаллической модификацией чистого углерода. В природе встречается в виде гексагональных кристаллов, гибких пластинок и комковатых масс. Обладает необычайно высокой огнеупорностью, не претерпевая изменений до температуры 3000 °С. Образуется при метаморфизме карбонатных осадков, обогащенных карбонатным материалом и при реакции соединений углерода с гидротермальными растворами. Применяется в смазках, деталях ядерных реакторов, где графит служит замедлителем нейтронов, вызывающих распад атомных ядер.

## 2.2 Сульфиды

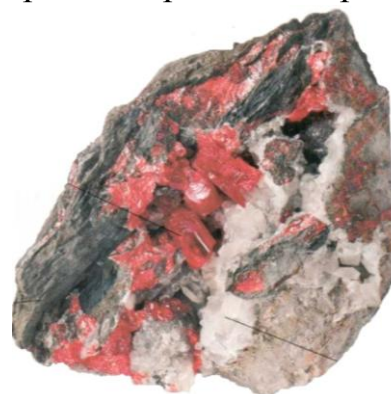
**Сульфиды** – это соединения серы с одним или двумя металлами. Известно более 250 их минеральных видов. У них прослеживается тенденция к наличию некоторых свойств металлов, включая металлический блеск и электропроводность. Многие сульфиды ярко окрашены, большинство из них имеют низкую твердость и высокую плотность. Сульфиды обычно хрупкие и тяжелые. Из сульфидной руды извлекают цинк, медь, никель, кобальт, молибден, ртуть и другие металлы.



### 2.2.1 Простые сульфиды

**Мышьяк As.** Встречается в природе как в самородном состоянии, так и в виде соединений. Общее количество минералов, в которых присутствует мышьяк, превышает 100, однако наиболее распространенными, образующими промышленные скопления, являются арсенопирит, реальгар и аурипигмент.

**Реальгар  $As_4S_4$ .** Кристаллы редки. Имеют вид коротких призм со штриховкой, образующих друзы; также встречаются в зернистых и землистых агрегатах, в виде налетов и вкраплений. Цвет огненно – красный до оранжево - желтого. Блеск смолистый. Важную руду – реальгар находят в низкотемпературных гидротермальных месторождениях, обычно в ассоциации с аурипигментом и другими минералами мышьяка.



**РЕАЛЬГАР**

Толченый реальгар когда-то применяли в качестве красного пигмента и в цветных фейерверках.

**Аурипигмент («золотистая краска»)  $As_2S_3$ ,** как правило, встречается в виде листоватых или волокнистых масс, очень мягкий. Это красивый минерал золотисто-желтого цвета, с жирным или алмазным блеском, совершенной спайностью. Характерный продукт вулканических извержений. Мышьяк и его соединения используются для обесцвечивания стекла, получения различных сплавов, красок, а также в кожевенном деле и военно – химической промышленности, в медицине.



**АУРИПИГМЕНТ**

В природе обычно вместе встречаются три минерала сульфида, являющиеся главными источниками свинца, цинка и меди: галенит, сфалерит и халькопирит.



### **Галенит (свинцовый блеск) PbS.**

Кристаллизуется в кубах с хорошо развитой спайностью. Обычно же он наблюдается в виде зернистых масс или вкрапленных выделений, встречается в друзах. Цвет свинцово-серый, в свежем изломе серебристый, блеск металлический. Почти вся мировая продукция свинца связана с добычей этого минерала. Галенит находят в различных типах месторождений: в



**КРИСТАЛЛЫ ГАЛЕНИТА**

гидротермальных жилах с высоким содержанием серебра; в зонах контактового метаморфизма. Иногда он замещает органические материалы и встречается в угольных пластах. Обычно находится в ассоциации со сфалеритом, пиритом и марказитом. Такие качества этого металла, как способность поглощать рентгеновское и радиоактивное излучение, кислотоустойчивость, ковкость, позволили широко применять его в современной промышленности для производства аккумуляторов, различных сплавов, защитных экранов в рентгентехнике и атомной энергетике, в качестве антидетонационных добавок в бензин, защитных покрытий электрических кабелей, свинцовых труб и припоев. Помимо свинца из галенита вырабатывается окись свинца для получения красок (белил, сурика) и глазури.

### **Сфалерит (цинковая обманка) ZnS.**

Встречается в сплошных зернистых, реже скрытокристаллических, волокнистых и конкреционных образований или гроздьевидных форм, часто в виде хорошо образованных кристаллов в друзовых пустотах. Цвет обычно желтый, желтовато-коричневый, бурый



**КРИСТАЛЛЫ СФАЛЕРИТА**

до черного, реже красный, зеленый, белый до бесцветного. Обладает совершенной спайностью. Это один из немногих металлов, не оказывающих токсичного (вредного) воздействия на природу и человека. Образуется в гидротермальных

месторождениях, скарнах и стратиформных рудах. Употребляется для изготовления латуни, бронзы и других сплавов. Попутно с выплавкой цинка из сфалеритовых руд извлекаются некоторые ценные редкие металлы: *кадмий* (для получения легкоплавких сплавов), *галлий* (галлиевые лампы дают свет, близкий к солнечному), *индий* (в производстве рефлекторов для прожекторов и автомобильных фар). Грандиозные месторождения были открыты в Ирландии, что превратило ее в крупнейшего в мире производителя цинка.

**Молибденит  $\text{MoS}_2$**  – единственный промышленный источник молибдена. Кристаллы для него не характерны, образует тонкие, иногда шестигранные листочки. Агрегаты листовые, чешуйчатые, звездчатые. Пластинки гибкие, но не упругие. Цвет свинцово – серый с синеватой побежалостью. Блеск металлический. Жирный на ощупь, пачкает руки. Похож на графит.

Присутствует в глубинных жилах, в контактово – метасоматических месторождениях, а также в пегматитах. В подавляющем большинстве месторождений наблюдается парагенезис молибденита с кварцем в кварцевых жилах.

Молибденит - это прежде всего высококачественные сорта стали (на это уходит 90 - 95 % мировой добычи молибденита), обладающие способностью самозакалки. Молибденит мягкий минерал (царапается ногтем) и имеет такую же твердость, как и тальк – 1. В то же время молибден добавляется в сталь для получения ее высокопрочных сортов.

**Киноварь  $\text{HgS}$**  – единственный при обыкновенной температуре жидкий металл. В свободном состоянии она в природе встречается редко и при этом в незначительных количествах. Чаще всего встречается соединение ртути с серой в виде минерала яркого темно – красного до коричневатого – красного цвета – киновари – единственным источником ртути в природе.



КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ КИНОВАРЬ

Образует ромбоэдрические или толстотаблитчатые кристаллы, но главным образом встречается в виде зернистых вкрапленников, сплошных масс, налетов, примазок и прожилков. Отличается высоким удельным весом ( $8,1\text{г/см}^3$ ). По мере нагревания киновари в стеклянной трубке с содой выделяется капельножидкая металлическая ртуть.

Характерна для низкотемпературного гидротермального процесса; она обычно встречается с антимонитом, пиритом, флюоритом, баритом, опалом, халцедоном, кальцитом и доломитом.

Ртуть ядовита и таит экологическую опасность. Развитые страны установили жесткий контроль за ее применением (для здоровья человека вредны даже пары ртути из разбитых градусников). Поэтому мировые цены на ртуть резко снизились. В результате многие рудники закрыты, а на крупнейших месторождениях мира – Никитовском (Украина), Хайдарканском (Киргизия), Рио-Тинто (Испания) – производство резко сократилось.

Применение ртути очень разнообразно. Благодаря ее способности образовывать с золотом амальгамы (растворы металлов в ртути), ею пользуются для отделения тонкорассеянного золота от сопровождающих его минералов. Различные амальгамы используются в зубоврачебной практике при пломбировании. Из нее изготавливается гремучая ртуть – взрывчатое вещество. Киноварь является ценной природной краской.

**Халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$**  – самая богатая медью медная руда, медь составляет до 80 % массы. В качестве руды он лишь немного уступает по важности халькопириту.

Обычно он массивен, но в редких случаях встречается в виде укороченных призматических или таблитчатых кристаллов. Относится к группе сульфидных минералов, образующихся при относительно низких температурах, часто в результате изменения других минералов в меди, таких как барит. Скопившийся в зоне вторичного изменения, он дает больше меди, чем первичные залежи. Эти зоны превращения



МАССИВНЫЙ ХАЛЬКОЗИН

часто представлены гидротермальными жилами с такими минералами, как борнит, кварц, кальцит, ковеллин, халькопирит, галенит и сфалерит вместе с халькозином. Халькозин и сам превращается в самородную медь и другие медные руды.

### 2.2.2 Сложные сульфиды

**Арсенопирит («мышьяковый пирит»)  $\text{FeAsS}$**  – самый распространенный минерал мышьяка. Оловянно – белый, иногда с желтоватой побелостью, с металлическим блеском. Его моноклинные кристаллы часто двойниваются, приобретая ромбический облик. Чаще всего встречается в высокотемпературных золото – кварцевых, касситеритовых жилах и контактово - метаморфических месторождениях. Крупные из них находятся в Германии, Мексике, Англии, Португалии, США и Канаде.



ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛЫ  
АРСЕНОПИРИТА

металлическим блеском. Его моноклинные кристаллы часто двойниваются, приобретая ромбический облик. Чаще всего встречается в высокотемпературных золото – кварцевых, касситеритовых жилах и контактово -

**Халькопирит (медный колчедан)  $\text{CuFeS}_2$**  – наиболее распространенный минерал меди и один из наиболее важных источников промышленной добычи этого металла. В виде кристаллов встречается редко, обычно плотный в виде сплошных масс, вкрапленности, почковидных и гроздьевидных форм.



МАССИВНЫЙ ХАЛЬКОПИРИТ

Часто встречается в гидротермальных рудных жилах, возникших при средних и высоких температурах. Известны и осадочные месторождения меди.

Употребляется в виде сплавов (латунь, бронза). Главными потребителями меди являются электропромышленность, машиностроение, судостроение, жилищное строительство и др.

**Пентландит  $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$**  – источник никеля. Обычно образует сплошные крупнозернистые агрегаты светлого бронзово - желтого цвета с металлическим блеском. Почти всегда ассоциируется с пирротинем и халькопиритом. Из этих медно – никелевых



руд выплавляется около 90 % мировой продукции никеля. Никель является составной частью многих важных в техническом отношении сплавов (никелевая сталь, сплавы с медью и цинком – латунь, мельхиор, бронза и др.), для получения соединений, необходимых при никелировании. Добавка никеля к сталям сильно повышает их вязкость и упругость, что особенно ценно для изготовления приборов связи и радиолокации и аппаратуры в химической и пищевой промышленности. Основные месторождения находятся в Канаде, Норвегии, на Кольском полуострове в России, Ю. Африке, США.



**МАССИВНЫЙ ПЕНТЛАНДИТ**

**Борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$**  – один из наиболее красочных минералов. Является сульфидом меди и железа и важной медной рудой. Кристаллы редки, их находят в форме псевдокубов, додекаэдров или октаэдров, чаще он бывает зернистым или массивным. Его настоящий цвет – медно – красный, медно – коричневый или бронзовый. При выветривании легко превращается в халькозин и другие минералы меди. Встречается преимущественно в гидротермальных жилах. Главные месторождения находятся в Чили, Перу, Казахстане, Канаде и США.

**Пирит (серный колчедан)  $\text{FeS}_2$** . Обычно встречается в виде кубов. Грани кристаллов несут глубокую штриховку. Также может быть массивным, зернистым или натечным. Блеск сильный металлический. Образуется в различных условиях и встречается в гидротермальных жилах, в осадочных породах. Пирит бывает в богатых жилах и может служить источником железа. Его использовали как источник серы в производстве серной кислоты. Широко распространен во всем мире.

### **2.2.3 Сульфосоли**

Представляют обширный класс обычно редких минералов, содержащих два и более металлов. Они встречаются в небольших количествах в гидротермальных жилах в ассоциации с более распространенными сульфидами. У них металлический блеск, высокая плотность, большинство из них хрупки.

**Тетраэдрит**  $(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ . Обычно содержит следы цинка, серебра, свинца и ртути. Как правило, он массивный или зернистый. Самый распространенный минерал среди сульфосолей. Он является важной рудой меди, а иногда и серебра, образуется в низко – и среднетемпературных гидротермальных жилах в ассоциации с галенитом, пиритом, халькопиритом, баритом и кварцем.



КРИСТАЛЛЫ ТЕТРАЭДРИТА

## 2.3 Кислородные соединения (окислы и гидроокислы)

Группа минералов, состоящих из одного или более металлов в соединении с кислородом, водой или гидроксидом (ОН), известна как группа окислов (и гидроокислов). Они являются важными породообразующими минералами. Насчитывается около 150 минералов, составляющих 17 % земной коры. Минералы этой группы показывают большое разнообразие физических свойств по сравнению с другими менее изменчивыми группами. Некоторые окислы твердые, а другие мягкие. Некоторые имеют металлический блеск, в то время как другие прозрачные и просвечивающие. Одним из самых распространенных на поверхности Земли оксидов является вода  $\text{H}_2\text{O}$  и ее минеральная кристаллическая форма – лед.

### 2.3.1 Простые окислы

**Корунд**  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Это минерал высочайшей твердости (9), уступающий лишь алмазу. Наиболее распространен корунд серого, серовато – синего, розового цветов. Его прозрачные разновидности – это ценнейшие драгоценные камни: сапфир – синий, зеленый, розовый; рубин – кроваво – красный. Бесцветная разновидность корунда – лейкосапфир. Обычно встречается в виде ограненных бочковидных кристаллов, стремящихся к гексагональной призме с сужающейся головкой.

Природная смесь корунда с магнием получила название «наждак». Температура плавления корунда 2050 °С.

Природные рубины и сапфиры – одни из самых дорогих драгоценных камней, часто превосходящие по стоимости равные по величине алмазы. В природе корунд обычно встречается в магматических, метаморфических породах, пегматитах или в виде окатанных галек в россыпях.

В настоящее время большинство прекрасных рубинов добывается в Таиланде, сапфиров – в Австралии, Таиланде и Шри–Ланке. В исключительно сложных природных условиях уже более ста лет ведется добыча высококачественных сапфиров в индийском штате Джамму и Кашмир на высоте более 4 тыс. м. в районе, недоступном большую часть года, без применения техники, ручным способом ведутся работы. Для достижения цели приходится иногда вгрызаться в породу на глубину 10 м.

Главное применение корунд находит в качестве абразивного материала для полировки стекол и полирования металла.

**Касситерит  $\text{SnO}_2$**  – единственная значимая оловянная руда. Кристаллы имеют короткопризматическую форму, бывает массивным, встречается в виде вкрапленных зерен или конкреционных масс. Цвет темно-коричневый, бурый до черного, блеск алмазный, яркий. Формирует залежи преимущественно в пегматитах, а также в жилах и скарнах вокруг гранитных интрузивов. Очень твердый, устойчив к гипергенезу и накапливается в речном гравии, который дает 80 % оловянной руды. Более половины мировой добычи олова производится из россыпей, сформировавшихся в руслах рек у берегов Малайзии, Индонезии и Таиланде.

Основное сырье для получения олова, сплавов бронзы и латуни. Применяется для производства белой жести, легкоплавких трудно окисляемых сплавов с медью (бронза), цинком, медью и свинцом (латунь), припоя (со свинцом), для лужения медной посуды, изготовления оловянной фольги. На изготовление белой жести для консервных банок уходит 90 % металла из ежегодно извлекаемых из недр 200 тыс. т. этого металла.

**Гётит  $\text{FeO}(\text{OH})$ .** Вторичный минерал. Может иметь различную форму и цвет.

Существует в виде призматических с вертикальной штриховкой кристаллов, уплощенных табличек или чешуек, почковидных или гроздевидных масс, сталактитов или массивных форм. Обычно черный, но бывает коричневатым, желтоватым и красноватым в зависимости от примесей. До 5 % железа может быть замещено марганцем. Образуется как продукт выветривания в зонах окисления и в жилах минералов железа, таких как магнетит, пирит и сидерит. Может встречаться с этими минералами в верхних зонах выветривания железорудных месторождений, так называемых «железных шляп»; также образует биогенные осадки, известные как болотная железная руда.



ГРОЗДЕВИДНАЯ МАССА ГЁТИТА

Гётит содержит 63 % железа и является второй по промышленному значению железной рудой после гематита. Применяется в качестве красителя.

**Лимонит (гидрогётит)  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .** Является смесью различных окислов железа. Может образовывать конкреции или натёки, сосульки и землистые массы. Не наблюдается в виде кристаллов. Вторичный продукт, образующийся при окислении



ЛИМОНИТ

других минералов железа. Также осаждается в морях, пресноводных бассейнах и в болотах и часто встречается в виде псевдоморфоз по пириту и другим железным минералам. Используется в черной металлургии, в производстве красок.

**Гематит (красный железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$**  – наиболее важная железная руда из-за



ГЕМАТИТ

высокого содержания железа (70%) и широкой распространенности. Красный, темно – красный до черного, может иметь и другую окраску – серую, коричневую или оранжевую. По форме выделения и облику очень разнообразен –



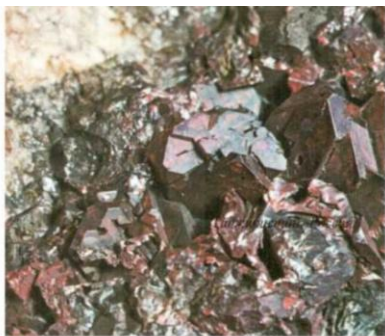
чешуйчатые формы, короткие ромбоэдры. Отдельные разности имеют почковидный облик или волокнистую структуру. Большая часть гематита имеет мягкую тонкозернистую землистую форму – красная охра, применяемая как пигмент. Имеет контактово – метасоматическое, гидротермальное, осадочное и метаморфическое происхождение.

Очищенная форма молотого гематита – крокус применяется для полировки стекла и самоцветов.

**Пиролюзит  $MnO_2$ .** Основная марганцевая руда. Редко образует призматические кристаллы и обычно встречается в виде черных и серых массивных агрегатов, волокон, примазок, корок. Образуется под воздействием сильной окисляющей среды как продукт изменения других марганцевых минералов, таких как родохрозит. Его также находят в болотах, озерах, на морском мелководье и на океаническом дне. Используется в черной металлургии в качестве добавки к стали для повышения ее твердости и стекольной промышленности.



МАССИВНЫЙ ПИРОЛЮЗИТ



КУПРИТ, КОРНУОЛЛ, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

**Куприт  $Cu_2O$ .** Важная медная руда. Для кристаллов обычна кубическая, октаэдрическая и додекаэдрическая форма. Чаще всего находится совместно с оксидами железа в землистых пористых скоплениях. Более чем на две трети состоит из меди, которая образуется в результате изменения других минералов меди. Обычно встречается в приповерхностных слоях везде, где ниже залегают сульфиды меди и формируется при их окислении. Месторождения известны в Чили, Франции, Боливии, США, Намибии, Ю. Африке.

**Рутил  $TiO_2$ .** Одна из форм оксида титана. Его цвет колеблется от красновато – коричневого до красного и почти черного. Кристаллы призматические, могут быть игольчатыми.

На гранях призм часто видна вертикальная штриховка. Встречаются полисинтетические двойники. Блеск от алмазного до металлического. Обычный акцессорный минерал в магматических интрузивных и метаморфических породах; встречается в пегматитовых жилах; россыпные концентрации часто встречаются в морском песке. Хорошие кристаллы находят в Швеции, Италии, Франции, Австралии, Бразилии, в США. Титан является четвертым по распространенности после алюминия, железа и магния, а рутиловые руды находятся в природе в изобилии. Титан – один из важнейших металлов современности.



РУТИЛ

Обладает высокой прочностью, легкостью и исключительной устойчивостью к коррозии; применяется в авиации, космической технике, ракетно - и кораблестроении. Используется для производства специальных сталей.

**Браунит  $Mn_2SiO_4$**  – важная руда на марганец. Минералы представлены в виде пирамидальных кристаллов со штриховкой на гранях или в плотных зернистых и массивных агрегатах. Цвет черный или серо – коричневый, блеск металлический. Встречается в жилах вместе с другими минералами марганца. Месторождения есть в Мексике, Панаме, Германии, Бразилии, Швеции.

Железнодорожные рельсы изготавливают из стали, легированной марганцем для уменьшения ее хрупкости.

**Шпинель  $MgAl_2O_4$**  – группа минералов, в которую входят магнетит, хромит. Обычно растет в форме восьмигранных кристаллов, но часть образует двойники. В чистом виде бесцветна (очень редко). Бывает голубой, зеленой, коричневой и черной. Красную разновидность называют «рубиновый шпинелью» за ее кроваво – красный цвет. Блеск стеклянный. Наиболее известна шпинель ювелирного качества, которая образуется в метаморфических горных породах, особенно в мраморах, в ультраосновных магматических породах, в аллювиальных и морских отложениях в россыпях. Чистые



КРИСТАЛЛ ШПИНЕЛИ

прозрачные образцы разного цвета используются как поделочные и ювелирные камни. Найдены в Афганистане, Пакистане, США, России и других странах.

**Кварц  $\text{SiO}_2$ .** Имеет наибольшее число разновидностей каждая из которых имеет свое название: фиолетовый и лиловый аметист, желтый цитрин, мясо – красный карнеол, черный морион, сероватый или буроватый дымчатый кварц – раухтопаз. Разновидности кварца известны под общим названием халцедона, среди которых, в свою очередь, выделяются по окраске разновидности: молочно – серый собственно халцедон, желтый, красный, оранжевый сердолик, зеленый хризопраз, зеленый с красными пятнышками гелиотроп и др. Нередко встречается в прекрасно образованных кристаллах, образующих крупные друзы. Размер кристаллов различен, встречается массой до 10 т.

У кварца обнаружено множество замечательных свойств, которые широко используются человеком. Кварц прозрачен не только для видимых, но и для ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, что позволяет использовать его в различных оптических приборах. Небольшой эффект теплового расширения дает возможность делать из кварцевого стекла посуду, которую можно без опасений ставить прямо на огонь. Из халцедонов, агатов, яшм получают красивые изделия: шкатулки, декоративные вазы, кубки, бусы, перстни, броши.

**Горный хрусталь** – бесцветная, прозрачная разновидность кварца.

**Дымчатый кварц** – светло – коричневая до черного разновидность без четкой границы. При нагревании может стать желтым. Крупные кристаллы обычно находят в пегматитах.

**Молочный кварц.** Молочная муть вызвана присутствием мельчайших пузырьков газа, захваченных кристаллом. Это наиболее распространенная разновидность кварца. Часто дробят для мощения дорог.



МАССИВНЫЙ РОЗОВЫЙ КВАРЦ

**Розовый кварц** чаще бывает в массивных агрегатах. Его окраска вызвана следами титана, а замутненность – включением микроскопических иголок рутила. Встречается в основном в пегматитах,

иногда блоками весом в сотни килограммов.

**Аметист.** Его окраска обусловлена примесью железа. Особенно ценится аметист с голубой насыщенной пурпурной окраской и красноватым оттенком. Встречается в местах обнажения гранитных пород, в аллювиальных отложениях и жеодах. Главными источниками поступления являются Бразилия, где попадаются жеодеы размером до человеческого роста, Уругвай, Сибирь и Сев. Америка.



**АМЕТИСТ**



**ПРОЗВЕДЕННЫЙ ХАЛЦЕДОН**

прокрашиваются.

**Халцедон** – состоит из микроскопических волокон – в пустотах, трещинах и в процессе замещения, когда кремнеземистые воды проникают в материнскую породу. Встречается в жилах, жеодах и стяжениях. В чистом виде белый, с четкими полосами называется агатом. Минерал пористый и многие халцедоны искусственно

**Хризопраз** – просвечивающаяся яблочно–зеленая разновидность халцедона. Цвет обусловлен присутствием никеля – наиболее ценный из халцедонов.



**ХРИЗОПРАЗ**



**МАССИВНЫЙ СЕРДОЛИК**

**Сердолик** – кроваво–красная до красновато–оранжевой разновидность халцедона – иногда называется карнеолом. Окраска вызвана примесями оксидов железа.

**Оникс** – полосатая полудрагоценная разновидность агата с черно – белыми перемежающимися полосами. Образуется путем отложения кремнезема при низких температурах из кремнеземистых вод, проникающих в трещины пород.



**Опал** – один из красивейших камней. От халцедона отличается содержанием воды. Благородный опал образует свыше двух десятков драгоценных разновидностей, различаемых по общей окраске камня. Осаждается из циркулирующих вод, богатых кремнеземом. Редкий и ценный – черный опал. Огненный опал – вид ювелирного опала – прозрачный, окрашенный в красный, оранжевый или желтый цвет.



**ОПАЛ**

**Кровавик** - (известный также как гелиотроп) – темно–зеленая разновидность халцедона, окрашенная примесями силикатов железа с пятнами ярко-красной яшмы на темно–зеленом фоне, напоминающими кровь. Происхождение связано с осаждением кремнезема из низкотемпературных кремнеземистых вод по трещинам.

**Авантюрин.** Зеленый, окрашен слюдой фикситом; коричневый – пиритом; красновато–коричневый – гематитом. Другие разновидности могут быть оранжевыми, голубовато–белыми, желтыми. Игра цвета вызвана внутренними искрящимися рефlekсами от одинаково ориентированных включений других минералов. Из него вытачивают вазы, кубки и др. изделия. Находят на Урале, Бразилии, США.

**Агат** – это халцедон, заполнивший полости в лавах от 5 до 20 см. в поперечнике (бывшие пузыри выделившихся газов). Тело агата состоит из бесчисленных слоев различной окраски и степени прозрачности. Как правило, центральная часть заполнена сростками кристалликов горного хрусталя или аметиста.



**АГАТ**

От внешней поверхности к центру прослеживается канал, теперь заполнившийся, по которому поступали в полость коллоидальные растворы из кремнезема. Как редкость, встречаются агаты с горизонтальной слоистостью, указывающей на их положение в газовой полости в лаве.

### 2.3.2 Сложные оксиды

**Магнетит (магнитный железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$**  – один из немногих магнитных от природы минералов. Содержит более 72 % железа. Обычно принимает форму октаэдров, может быть зернистым. Цвет черный, иногда железно-черный, блеск металлический. Является высокотемпературным акцессорным минералом магматических (основных и ультраосновных) и контактово–метаморфических, встречается в аллювиальных и морских песках. Благодаря сильным магнитным свойствам было открыто крупнейшее в мире месторождение Курской магнитной аномалии. Образует громадные рудные тела в Норвегии, Швеции, США.

Магнетитовые руды представляют собой важнейшее сырье для выплавки чугуна и стали.

**Хромит  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$**  является оксидом железа и хрома. Кристаллы редки, обычно он встречается в виде массивных линзовидных пластинчатых тел или чешуек. Темно-коричневый до черного. Наиболее часто находится как акцессорный минерал в ультрабазитах. Встречается в виде



**ХРОМИТ**

осадкоподобных слоев почти чистого хромита. Единственное сырье для получения феррохрома, используемого при выплавке специальных сортов хромовых и хромоникелевых сталей. В металлургической промышленности имеет большое значение покрытие хромом различных металлоизделий с целью предотвращения их от коррозии. Преобладающая часть хромита добывается в ЮАР, Казахстане, Албании, Индии, Финляндии.

**Ильменит  $\text{FeTiO}_3$** . Обычно его кристаллы толстостолбчатые, ромбоэдрические, бывает массивным или в виде рассеянных зерен. Цвет железо–черный, красновато–черный. Широко распространен в магматических породах типа габбро, диорита, его также



**КРИСТАЛЛ ИЛЬМЕНИТА**

находят в жилах и пегматитах. Промышленное значение имеют россыпи в морских песках. Применяется для извлечения титана. Месторождения известны в Норвегии, России, Индии, Канаде и др.

**Пироклор**  $(\text{Na,Ca})_2\text{Nb}_2(\text{O,OH,F})_7$ . Образует октаэдрические, часто сдвойникованные кристаллы, бесформенные массы или округлые зерна. Цвет желтый, коричневый, черный. Встречается в значительных количествах в Танзании, Норвегии, Канаде, США, Швеции.

### 2.3.3 Гидроксиды

Это минералы, образованные из соединений металла с кислородом и водородом. Они образуются при низких температурах и находятся преимущественно в продуктах выветривания других минералов. Часто являются важными рудными минералами.

**Манганит**  $\text{MnO}(\text{OH})$  – водный оксид марганца. Его часто находят в кристаллических сростках, волокнистых массах и массивных агрегатах. Встречаются в низкотемпературных гидротермальных образованиях в ассоциации с баритом, кальцитом и сидеритом, в отложениях морского мелководья, озер и болот.



КРИСТАЛЛЫ МАНГАНИТА



**Гиббсит (гидраргиллит)**  $\text{Al}(\text{OH})_3$  наблюдается в виде бесцветных и белых пластиночек гексагональных очертаний и с совершенной спайностью, может быть сероватым, желтоватым и зеленоватым в зависимости от примесей. Является главным продуктом изменения **МАССИВНЫЙ ГИББСИТ** минералов алюминия и образуется в тропических и субтропических условиях. Это одна из главных составляющих боксита. Основные месторождения – Франция, Норвегия, Австралия, ЮАР, США и др.

## 2.4 Силикаты и алюмосиликаты

Охватывают самую большую группу минералов. Они исключительно важны хотя бы потому, что слагают около 3/4 земной коры. Отличаются от минералов других групп тем, что в основе их структуры лежат кремнекислородные тетраэдры, представляющие собой кристаллохимическую структуру, в которой один атом кремния связан с четырьмя атомами кислорода ( $\text{SiO}_4$ ). Могут возникнуть в совершенно различных условиях. Кристаллы некоторых из них зарождаются в огненно-жидких магмах при температурах, превышающих  $1000^\circ\text{C}$ , а другие – прямо на поверхности Земли.

Полевые шпаты – одна из важных групп силикатов, содержащих кальций, натрий или калий, самых распространенных в земной коре, на долю которых приходится свыше 50 % ее объема.

Силикаты согласно классификации разделяются на островные, цепочечные, ленточные, листовые, каркасные.

### 2.4.1 Островные силикаты

Эта группа богата ценнейшими драгоценными камнями. К ней относятся берилл, жадеит, лазурит, хризолит, а также циркон. К ним относится также обширное семейство минералов, которые объединены общей для них кристаллической структурой – *гранаты*. Это не один минерал, а группа, объединяющая более 20 минералов, включая наиболее распространенные и известные из них андрадит, гроссуляр, уваровит, альмандин, спессартин, пироп. Выделяются алюмо-кальциевые, железо-кальциевые и хромовые гранаты.

Гранаты характеризуются высокой твердостью (7-8), отсутствием спайности и способностью раскалываться на неправильной формы зерна, представляя ценность как абразивный материал, используемый для изготовления наждачной гранатовой бумаги для полирования твердых пород деревьев, зеркального стекла и других изделий. И только прозрачные красиво окрашенные разновидности без трещин



применяются как полудрагоценные камни. Большая часть ювелирных изделий из красного граната *пирона*. Зеленые полудрагоценные камни изготовляют из разновидности граната *андрадита*, известной под названием *демантоида*.

Гранаты образуются в различных условиях - в метаморфических породах таких как кристаллический сланец, роговик и гнейс, и образующихся на большой глубине в магматических породах и в гранитных пегматитах.

**Пироп**  $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ . Его цвет в зависимости от состава бывает темно-красным, фиолетово-красным, розово - красным, красновато-оранжевым. Кристаллы додекаэдрические, может быть в виде округлых зерен или гальки. Встречается в магматических породах очень высокого давления, в лавах основного состава в трубках взрыва, в кимберлитах. Идя по пиропам, геолог Лариса Попугаева сумела в 1954г. прийти к алмазным трубкам Якутии.



КРИСТАЛЛЫ ПИРОПА

**Альмандин**  $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$  - железо - алюминиевый гранат. Кристаллы - додекаэдры и трапециодры имеют более розовый оттенок красного цвета, чем у остальных гранатов. Часто встречается в виде хорошо образованных кристаллов весом до 4-х и более кг. Присутствует в магматических и метаморфических породах. Добывают как абразив.

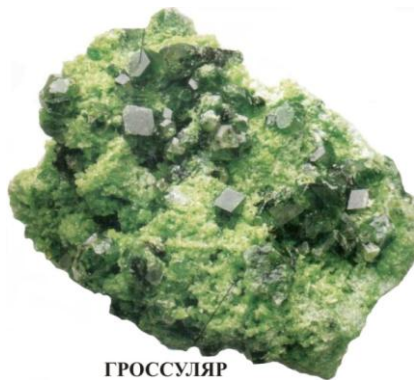


АЛЬМАНДИН

**Андрадит**  $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ . Это самый блестящий и сверкающий из гранатов. Он единственный из гранатов бывает прозрачным. Желтовато - зеленый или изумрудно-зеленый носит название «демантоид» (подобный алмазу). Зеленый цвет демантоида вызван примесью хрома, желтый до черного - следами титана. Урал - родина демантоида вызван примесью хрома, желтый до черного - следами титана. Урал - родина демантоида, где он связан с хромсодержащими серпентинитовыми породами.



МЕЛАНИТ-РАЗНОСТЬ  
АНДРАДИТА



ГРОССУЛЯР

**Гроссулярь**  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$  – назван за крыжовенно-зеленый цвет. Кристаллы преимущественно додекаэдрические, бывают также белыми, бесцветными, розовыми, красными и черными размером до 13 см. Большинство их непрозрачны или просвечивают. Окрашивается в зеленый цвет примесями хрома. Образуется в известняках, метаморфизованных в

мрамор, и в скарнах.

**Уваровит**  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$  – самый редкий из всех ювелирных гранатов. Это силикат кальция и хрома. Своей зеленой окраской обязан хрому. Додекаэдрические кристаллы всегда малы для огранки. Встречается прямо в хромитовых рудах, сплошь покрывая трещинки и пустотки выщелачивания.



КРИСТАЛЛЫ УВАРОВИТА



КРИСТАЛЛ ЦИРКОНА

**Циркон**  $\text{ZrSiO}_4$ . Образует короткие призматические кристаллы, которые могут быть бесцветными, желтыми, серыми, зелеными, синими и красными. Одиночные кристаллы достигают значительных размеров весом 2 и 4 кг. Акцессорный минерал интрузивных кислых и метаморфических пород, накапливается в пегматитовых жилах, в аллювиальных и прибрежных отложениях. Стойкий

к коррозии металл, он применяется для внутренних покрытий атомных реакторов. Имеет высокую температуру плавления и находит применение в качестве литейного песка и производстве керамики, применяется как абразив. Прекрасный драгоценный камень.

**Оливин**  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$  – один из самых распространенных земных минералов. Кристаллы таблитчатые, хорошо образованные редки, может быть массивным и зернистым. Оливково–зеленые, коричневые, серые, белые и черные. Главный компонент верхней мантии Земли. Обычно первым выкристаллизовывается из пород. Встречается в основных и ультраосновных породах типа базальта, перидотита, дунита, габбро. Применяется при приготовлении огнеупорных кирпичей, используется для добычи магния. Прозрачная разновидность (хризолит) золотисто–желтого цвета – драгоценный камень.



**ОЛИВИН**

**Топаз**  $\text{Al}_2\text{SiO}_4 (\text{F,OH})_2$ . Образует призматические кристаллы. Цвет белый, светло–голубой, розовый, золотисто–желтый. Иногда образует очень крупные совершенно прозрачные кристаллы весом до нескольких сотен кг (271 кг кристалл топаза – самый крупный в мире). Встречается в гранитных пегматитах, скапливается в песчаных отложениях типа россыпей. Популярный драгоценный камень.



**ТОПАЗ**

**Сфен**  $\text{CaTiSiO}_5$ . Форма кристаллов, клиновидная, призматическая, бывает массивным. Кристаллы ювелирного качества бывают желтыми, зелеными, черными, розовыми, бесцветными. Широко распространен как второстепенный компонент формирующихся на большой глубине магматических горных пород – гранитов, гранодиоритов, сиенитов, пегматитов, известняков. Используется для добычи титана; из прозрачных и окрашенных разновидностей получают драгоценные камни большой ценности.



**СФЕН**



**Кианит  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ .** Встречается в виде удлинённых плоских лезвий, реже в виде лучистых столбчатых агрегатов. Обычно синий или синева́то–серый, может быть зеленым или бесцветным. Образуется при метаморфизации глинистых осадков при высокой температуре и давлении.



КИАНИТ

Ювелирные разновидности есть в Бразилии, Швейцарии, США. Является главным сырьем для производства силиката алюминия, используемого в свечах зажигания и термостойкой керамике. Используется в ювелирном деле.

**Везувиан  $\text{Ca}_{10}(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH,F})_4$ .**

Характерна кристаллическая форма, зеленая, коричневая, желтая, синяя и фиолетовая окраска. Образуется в результате метаморфизма известняков при контакте с горячей магмой, редко в пегматитах. Прозрачные разновидности ярких цветов используются для изготовления декоративных изделий и драгоценных камней. Месторождения известны в Мексике, США, России и др. странах.



ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛЫ  
ВЕЗУВИАНА

**Эпидот  $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Fe,Al})(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{O,OH})$ .** Образует столбчатые призмы или толстые таблички с тонкой продольной штриховкой. Может быть также игольчатым массивным и зернистым. Светлый или темно–фисташково–зеленый и черный, редко розово–красный. Широко распространен в породах регионального метаморфизма, иногда образуется в кавернах базальтов. Кристаллы обнаружены в Австрии, Пакистане и др. странах. Представляет интерес главным образом для коллекционеров.



эпидот

## 2.4.2 Кольцевые силикаты

**Берилл** имеет многочисленные разновидности, отличающиеся богатой гаммой цветов. Обычный берилл слабо просвечивает, грязных или бурых тонов – важная руда на бериллий. Все прозрачные разновидности его являются ценными камнями. Наиболее ценен *изумруд* чисто травяного цвета – самый дорогой из всех камней. Светло– и темноокрашенные голубовато–зеленые совершенно прозрачные, цвета морской волны *аквамарины*. Ближе к ним стоит *гелиодор*, ярко–желтый камень. Другой характер носит красивый светло–розовый берилл с мягким блеском, носящий два наименования: *воробьевит* и *марганит* и, наконец, бесцветный *гошенит*, напоминающий бриллиант.

**Берилл: аквамарин  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ .**

Цвет варьирует от рыжеватого до бледно–зеленого или небесного. Крупные кристаллы берилла обычно столбчатые, гексагональные призмы, иногда попадаются: кристалл весом 200 т был найден в Бразилии, а великан длиной 5,8 м и 1,5 м в диаметре обнаружен в США. Аквамарин повсеместно находят в пустотах пегматитов или аллювиальных отложениях.



КРИСТАЛЛЫ АКВАМАРИНА

**Берилл: изумруд  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ .** встречается в тонких жилах белого кальцита или кварца, в темных сланцах и битуминозных известняках. Около 1830г были обнаружены в России, на Урале, где они находились в хлоритовых сланцах. Зеленый цвет изумрудов вызван примесью хрома. Крупнейший кристалл коллекции, найденный в Колумбии, весит 1795 каратов (360г).



КРИСТАЛЛЫ  
ИЗУМРУДА



НЕОБРАБОТАННЫЙ МОРГАНИТ

**Морганит**  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  – это берилл ювелирного качества розовато – лиловой, оранжевой окраски – «воробьевит». Образовывает сплюснутые, таблитчатые кристаллы. Встречается в литиевых пегматитах с лепидолитом и турмалином.

**Гошенит**  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{18}$  –

бесцветная разновидность берилла. Самый необычный из ювелирных бериллов. Находят на Урале, Бразилии, Пакистане.



КРИСТАЛЛ ГОШЕНИТА

**Гелиодор**  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  – обычно столбчатые

гексагональные призмы. Находят в гранитных пегматитах. Уральские горы поставляют камни самого высокого качества. Желтый или золотисто желтый.



ПРИЗМАТИЧЕСКИЙ КРИСТАЛЛ ГЕЛИОДОРА

Из берилла получают бериллий – один из легчайших металлов (уд. вес в 1,5 раза меньше уд. веса алюминия, в 4 раза легче нержавеющей стали), образующим легкие прочные сплавы с алюминием, медью и магнием, применяемые в машиностроении, кораблестроении, изготовлении рессор и пружин, высокоизоляционного фарфора, в производстве атомной энергии как замедлитель и отражатель нейтронов. Более 90 % всего потребляемого бериллия используется в качестве легирующей примеси в сплавах.

**Турмалин**  $\text{Na}(\text{Li},\text{Al})_3\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$  – самый разноцветный минерал.

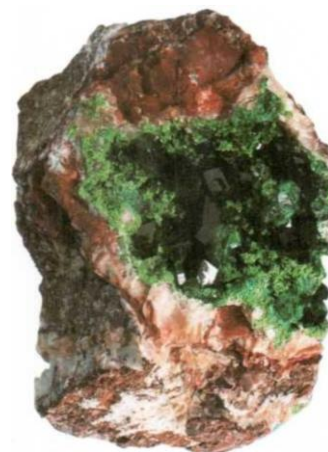


ТУРМАЛИН

Красивы синий *индиголит* и особенно темно–красный *рубеллит*. Высоко ценятся многоцветные турмалины. Чаще всего встречаются кристаллы, у которых один конец розовый, а другой – зеленый; встречаются и зонарные, у которых внутренняя часть зеленого цвета, а внешняя – розовая или бесцветная. Кристаллы черного турмалина –

шерла могут достигать нескольких метров в длину, но обычно кристаллы мелкие. Встречается турмалин в некоторых метаморфических породах и гидротермальных жилах, однако самые крупные разноцветные его кристаллы обычно находят в пегматитах в области контакта с гранитной магмой и в грейзенах, накапливается также в россыпях галечных осадков. Месторождения известны в Бразилии, Намибии, США, Шри-Ланки и других странах. Пьезоэлектрические свойства турмалинов используются в манометрах для измерения давления, радиотехнике, ценятся как самоцветы.

**Диоптаз**  $\text{Cu}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ . Кристаллы имеют призматическую форму; встречается в друзах, шестовато – лучистых агрегатах, в мелкозернистых массах. Цвет изумрудно–зеленый, бывают прозрачными. Вторичный минерал, образующийся в зонах окисления медных месторождений. Получают драгоценные камни, пользующиеся спросом только у коллекционеров. Богатые залежи имеются в Казахстане.



ДИОПТАЗ

### 2.4.3 Цепочечные силикаты

Известны как яркие драгоценные и поделочные камни, так и невзрачные, но важные составляющие части магматических горных пород. К ним относится группа *пироксенов* – бронзит, авгит, гиперстен, диопсид. Последний является наиболее распространенным пироксеном.

**Диопсид**  $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$  – главный компонент некоторых ультраосновных магматических пород. Бутылочно–зеленый, коричневый или светло–зеленый. Кристаллы призматические, реже таблитчатые, палочкообразные или волокнистые массы. Ярко–зеленый диопсид, окрашенный хромом, известен как *хромдиопсид*. Встречается в кимберлитах и оливиновых



ДИОПСИД



базальтах, в метаморфизованных известняках и доломитах. Месторождения известны в Швейцарии, России, Швеции, США. Представляет интерес для коллекционеров.



**Сподумен  $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_4)$**  – силикат лития и алюминия.

Образует призматические кристаллы, достигающие метровых размеров. Крупнейший из них имел длину 14,5м и весил 90т. (США). Бесцветный, белый, изумрудно-зеленый. *Кунцит* (окрашенный марганцем) – розовый или лиловый, *гидденит* (окрашенный хромом) – изумрудно-зеленый. Находят в пегматитовых дайках гранитов, обогащенных литием. Широко

распространен в США, Бразилии, Пакистане. Главный источник лития, который используется в сплавах для упрочения алюминия и других мягких металлов, при изготовлении эмалей и стекол.

**Жадит  $\text{NaAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$** . Обычно зеленый, также белый, фиолетовый, всех оттенков синего. Находится в виде мелкозернистых и плотных масс, в кристаллах бывает редко. Встречается в метаморфических породах в ассоциации с серпентином, добывается из аллювия в виде галек и булыжников. Главные поставщики Япония, США, в России месторождения открыты в Хакасии и на Полярном Урале. Имеет большой спрос как поделочный камень для изготовления плитки для бассейнов, ванн, красивейших декоративных предметов. Больше всего ценится изумрудно-зеленый жад – *империял*, окраску которому придают примеси хрома. Не уступает по вязкости броневым сталям.



**ЖАДЕИТ**

**Родонит  $\text{Mn,Ca}_4(\text{Si}_5\text{O}_{15})$**  или уральский орлец – второй после малахита исконно русский камень. Обнаруживает яркие розовые и малиновые цвета в сочетании с красивыми черными узорами и прожилками оксидов марганца. Твердый,



**МАССИВНЫЙ РОДОНИТ**



прекрасно полируется. Встречается в виде жил и неправильных масс, округленных кристаллов, массивных и зернистых агрегатов. Образуется при гидротермальных и метасоматических процессах. Находят среди марганцевых руд. Крупные месторождения на Среднем Урале служат главными его поставщиками. Из него изготовлена хранящаяся в Эрмитаже огромная ваза, высечен 7 тонный царский саркофаг. Добывают как ювелирный и поделочный камень, использовали как марганцевую руду.

**Авгит**  $(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_2O_6]$  – наиболее распространенный минерал группы пироксенов. Встречается в виде коротких призматических кристаллов. Цвет зеленый, зеленовато–желтый, фиолетовый, коричневый, черный. Находят в базальтах, габбро, андезитах, а также в некоторых метаморфических породах.



**АВГИТ**

Известные месторождения кристаллов находятся в России, Германии, Чехии. Представляет интерес для коллекционеров.

**Волластонит**  $CaSiO_3$ . Встречается в виде редких таблитчатых кристаллов, либо волокнистых агрегатов. Белый, серый или бледно–зеленый. Является продуктом контактового метаморфизма известняков. Отложения найдены в Италии, Румынии, Мексике и других странах. Применяется в производстве плитки для пола и стен, керамических электроизоляторов и фарфоровой арматуры.



**МАССИВНЫЙ  
ВОЛЛАСТОНИТ**

**Эгирин**  $NaFe(Si_2O_6)$ . Преимущественно призматический и игольчатый. Темно–зеленый, красновато–коричневый или черный. Встречается в основных магматических породах, особенно в сиенитах, также в метаморфизованных осадках, богатых железом. Представляет интерес для коллекционеров.



**КРИСТАЛЛ ЭГИРИНА**



ГЕДЕНБЕРГИТ

**Геденбергит**  $\text{CaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ . Кристаллы приближаются к призматическим, но обычный облик у него массивный, лезвиевидный. Часто встречается в палочкообразных и лучистых агрегатах. Цвет от темно-зеленого, коричневого до почти черного. Находится в породах, богатых минералами железа, образовавшихся в результате контактового метаморфизма и в скарнах. Представляет интерес для коллекционеров.

#### 2.4.4 Ленточные силикаты

К ним относится группа амфибола, состоящая почти из 60 минералов, обладающая сложным и сильно меняющимся составом.

**Роговая обманка**  $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{Si}_7, \text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH}, \text{F})_2$  – водный алюмосиликат кальция, магния и железа. Кристаллы короткие, призматические хорошо сформированные с шестигранным строением. Встречается также в лучевых агрегатах. Цвет: зеленый, темно-зеленый, коричневато-зеленый до черного. Роговая обманка – породообразующий минерал, обычный компонент магматических горных пород, таких, как граниты, диориты и сиениты. Широко распространена и в метаморфических породах, особенно в амфиболитах, роговообманковых сланцах и гнейсах. Минерал находят вместе с рубинами в Австралии.



КРИСТАЛЛЫ РОГОВОЙ ОБМАНКИ

**Тремолит**  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}_2)_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  – водный силикат кальция и магния. Хорошо образованные кристаллы, коротко- или длиннопризматические, но чаще встречаются в лезвиевидных кристаллах или лучистых сростках. Бесцветный и белый, серо-зеленый, темно-зеленый до черного. Образует гибкие волокна до



КРИСТАЛЛЫ ТРЕМОЛИТА

25см длиной, находящие применение вместо асбеста. Продукт термального и регионального метаморфизма. Встречается в Афганистане, США, Португалии.

**Нефрит**  $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  –

плотная разновидность тремолита, самый вязкий в мире минерал. Построен из тесно переплетенных волокон. Цвет нежно-голубовато и темно-зеленый, кремовый, белый (тремолит). Блеск маслянистый.



**НЕФРИТ**

Образуется в метаморфических условиях при

изменении ультраосновных пород, где ассоциируется с тальком и серпентином.

Мировым производителем нефрита в настоящее время является Канада, где в провинции Британская Колумбия открыты крупнейшие в мире месторождения. Из нефрита делают браслеты, шкатулки, портсигары, туалетные приборы, ручки для ножей и др. предметы. Обрабатывается с большим трудом алмазными дисками.

**Глаукофан**  $\text{Na}_2(\text{Mg}_3\text{Al}_2)_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  – это обычный амфибол, попадающий под общее название асбеста. Кристаллы минерала тонкие и призматические, может



**ГЛАУКОФАН**

быть массивным, волокнистым или зернистым.

Серый, сиренево-голубой или синевато-черный.

Встречается в кристаллических сланцах, мраморах,

образованных при низких температурах и высоком

давлении, в базальтовых породах. Месторождения

широко распространены в Японии, США и в Альпах. Представляет интерес для коллекционеров.

**Рибекит**  $\text{Na}_2(\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ .

Образует призматические штрихованные кристаллы. Цвет от темно-синего до черного. Асбестоносная

разновидность называется *крокидолитом*.

Находится в щелочных гранитоидах, а также

в железистых кварцитах. Главный поставщик



**КРИСТАЛЛЫ РИБЕКИТА**

залежи асбеста в Южной Африке. Из шелковистых волокон изготавливали стеновые панели, изоляционные материалы. После обнаружения его канцерогенности перестал широко применяться.

### 2.4.5 Листовые силикаты

Играют важную роль в метаморфических и осадочных породах. Многие из них образуются при обычных температурах в процессах осадкообразования, диагенеза и выветривания.

**Мусковит**  $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ . Представлен таблитчатыми кристаллами больших размеров, чешуйчатыми, пластинчатыми, листовыми агрегатами. Обычно



МУСКОВИТ

бесцветный или серебристо-белый, но бывает коричневым, бледно-зеленым или розово-красным. Встречается в метаморфических, интрузивных породах и в пегматитовых жилах. Месторождения известны в Бразилии, Индии, США, Канаде и других странах.

Около 90 % листового мусковита используется в электропромышленности в качестве изоляционного материала, в радиотехнике и приборостроении. Слюдяной порошок применяется при изготовлении обоев, писчей бумаги, автомобильных шин, взрывчатых веществ, огнеупорных красок.

**Флогопит**  $\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Кристаллы таблитчатые. Более распространен в виде листоватых пластинок. Бывает бесцветным, бледно-желтым, коричневым. Образуется в ультраосновных метаморфических породах – известняках и мраморах с высоким содержанием магния. Хороший электроизоляционный материал. Важный минерал метаморфических пород, особенно сланцев, гнейсов и роговиков. Обладает большой теплостойкостью и может выдержать температуру до  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ . Главные поставщики для промышленности Канада и Мадагаскар.



**Лепидолит**  $K(LiAl)_3(AlSi_3)O_{10}(OH,F)_2$ . – самый распространенный на Земле литиевый минерал. Кристаллы гексагональные, встречается также в гроздевидных массах. Обычно бледно–лиловый, бывает бесцветным бледно–желтым. Находится исключительно в гранитных пегматитах. Крупные месторождения выявлены на Урале, в Швеции, Австралии. Важен как **источник** лития, применяется при изготовлении стекла и эмалей, электрооптической керамики. Самый легкий из твердых элементов.



ТАБЛИТЧАТЫЕ КРИСТАЛЛЫ ЛЕПИДОЛИТА

**Каолинит**  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Кристаллы микроскопические, имеют пластинчатую форму, встречается в плотных массах. Белый, серый, желтоватый, коричневый. Встречаются практически везде – в почвах, руслах рек, в горных породах, формируется в таких породах как граниты и пегматиты, при изменении полевых шпатов под воздействием горячих растворов. Сырье для производства ценного фарфора и керамики; используется в производстве бумаги, в качестве фильтрующей среды, в пищевой промышленности.

**Монтмориллонит**  $(Na,Ca)_{0,33}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ . Образует землистые массы. Цвет обычно серый, зеленовато – серый, может быть белым, желтым, желто-зеленым, розовым или коричневым. Мыльный на ощупь, в воде разбухает и образует гелеобразную массу. Чаще всего образуется при изменении горизонтов вулканического пепла. *Бентонит* – порода, состоящая в основном из монтмориллонита. Из-за способности образовывать в воде гелеобразную суспензию его используют в глинистом растворе при бурении скважин. Применяется как связующая масса при брикетировании высококачественных железных руд.

**Серпентин**  $(Mg,Fe,Ni)_3 Si_2O_5(OH)_4$ . Это группа из 16 гидросиликатных минералов. Обычно бывает в виде мелких сросшихся кристаллов. Разности могут быть желтыми, зелеными, сероватыми, белыми или зеленовато–голубые. Всегда является вторичным минералом, продуктом изменения других минералов, таких как оливин, амфиболы или пироксены. Некоторые серпентины хорошо полируются, а богатые просвечивающие яблочно–зеленые разности (ювелирный или благородный

серпентин) применяют для резьбы. Минерал широко распространен на месторождениях России, США, Италии, Канады.

**Пирофиллит**  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Встречается в виде зернистых массивных



ПИРОФИЛЛИТОВЫЕ ЗВЕЗДЫ

уплощенных пластин, иногда лучистых агрегатов. Бывает бесцветным, белым, кремовым, бледно-голубым. Образуется при метаморфизме осадочных пород типа бокситов. Главные мировые поставщики Китай, Корея и США. Используют в качестве наполнителя для красок и резины, в производстве косметики. Является хорошим

изолятором вследствие высокой температуры плавления и низкой электропроводности. Применяется в бумажной и текстильной промышленности.

**Тальк**  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Встречается в виде листоватых, волокнистых или массивных агрегатов, кристаллы редки. Бывает белым, бесцветным, бледно- или темно-зеленым. Плотный тальк высокой чистоты называют *стеатитом*. Тальк является продуктом гидротермального изменения магнезиальных силикатов, присутствующих в ультраосновных породах, или метасоматизма доломитовых



БЛАГОРОДНЫЙ ТАЛЬК

мраморов. Большие запасы найдены в Канаде, США, Индии, России. Широко используется в бумажной и резиновой промышленности. Высшие сорта применяются в парфюмерии (при изготовлении пудры, кремов, пасты). В красочной промышленности употребляется для получения огнезащитных и светопорных красок и мягких карандашей для стекла, материй, металла. В текстильной промышленности он является незаменимым средством для отбеливания хлопка и других целей.

**Хризоколла**  $\text{Cu}_2\text{H}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Обычно представлена

тонкозернистыми массивными образованиями. Кристаллы образуют гроздевидные лучистые агрегаты. Цвет зеленый или голубой. Образуется как продукт разложения минералов меди. Месторождения известны в Англии, Израиле, США. Образцы ювелирного качества иногда достигают 2,3 кг по весу.

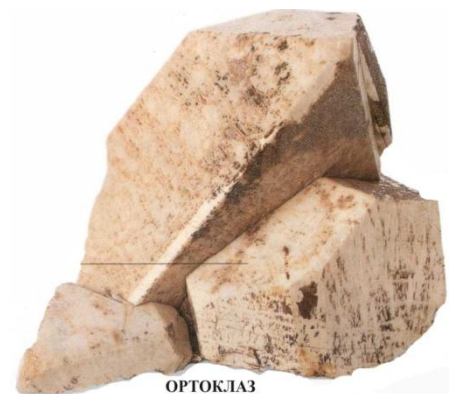


**ЗЕЛЕНАЯ ХРИЗОКОЛЛА**

**Хризотил**  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Представлен гибкими волокнами, иногда вытянутыми в тонкие и очень мягкие нити (асбест). Длина волокон от долей мм до 10-16см. Белый, серовато-зеленый, желтоватый. Блеск шелковистый. Встречается в виде жил в измененных перидотитах вместе с другими минералами группы серпентинита. Образуется в результате воздействия гидротермальных растворов на ультраосновные и карбонатные породы. Обширные залежи выявлены на Урале, в Канаде. Длинные волокна асбеста скручивали в пряжу, а из коротких делали бумагу, картон, фильтры для вина и асбестоцементные строительные материалы. Широко применяется в тормозных колодках, набивных сальников, как изоляция. Из асбестовой ткани шили огнезащитную одежду и театральные занавесы. Отходы асбеста представляют серьезную экологическую опасность.

#### 2.4.6 Каркасные силикаты

**Ортоклаз**  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  – главная составная часть гранита. Его кристаллы придают обычному граниту розовую окраску. Встречается в виде бесцветных, белых, кремовых и коричневато – красных кристаллов и массивных образований. Широко представлен в магматических породах, в пегматитах, гнейсах, сиенитах. Находит широкое применение при изготовлении фарфора и фаянса. Адуляр, разновидность ортоклаза – «Лунный камень», так называемая редкая



**ОРТОКЛАЗ**

разновидность полевого шпата, обладающая красивым искристо–золотистым отливом.

**Альбит**  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  – породообразующий минерал. Кристаллы таблитчатые или пластинчатые, глянцевые и хрупкие, может быть массивным и зернистым. Цвет белый, бесцветный, желтоватый, розовый или зеленый. Отличается красивым переливом цвета.



АЛЬБИТ

Встречается в пегматитах, гранитах, сиенитах, в породах неглубокого метаморфизма, образуется в осадочных породах. Применяется в керамике.

**Микроклин**  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  – самый распространенный полевой шпат глубинных



АМАЗОНИТ- разновидность микроклина

кислых пород типа гранита, кристаллических сланцев и гнейсов. Образует короткопризматические или таблитчатые кристаллы весом до нескольких тонн и достигает десятков метров в длину. Может иметь массивный облик. Окраска от бесцветной, белой, кремовой до бледно–желтой, от оранжево–розовой до красной и от ярко–зеленой до голубовато–зеленой. Голубовато–зеленые образцы называют *амазонитом*. Амазонит ювелирного качества имеется в Ильменских горах Урала, США и Бразилии. Самый

большой кристалл амазонита (700 кг) находится в музее в Париже.

**Лабрадор**  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ .

Редко образует кристаллы, имеющие таблитчатый габитус. Чаще всего наблюдается в виде сплошных кристаллических масс. Кристаллы обладают быстрой игрой цвета, в основном синего.



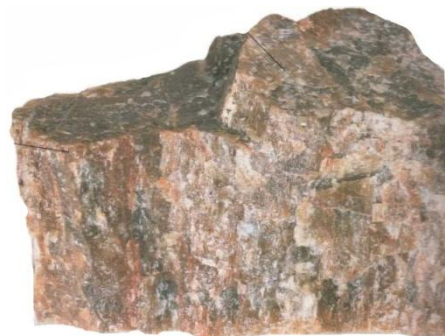
ЛАБРАДОР

Используются как самоцветы. Основной цвет лабрадорита голубой или темно–серый, бывает белым. Прозрачный лабрадорит бывает желтым, оранжевым, красным или зеленым. Минерал является важной составляющей основных или ультраосновных магматических или метаморфических пород. Применяется при



производстве керамических и облицовочных материалов. Месторождения известны в России, Финляндии, Индии.

**Нефелин**  $(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4$ . Имеет массивный облик, кристаллы мелкие призматические. Обычно бесцветный, часто с желтоватым или сероватым оттенком, мясо – красный и зеленый, бывает красновато–коричневым.



**МАССИВНЫЙ НЕФЕЛИН**

Магматический, в вулканических породах и нефелиновых сиенитах. В России месторождения известны в Ильменских и Вишневых горах на Урале, на Кольском полуострове. Используется в керамической промышленности.

**Лазурит**  $\text{Na}_6\text{Ca}_2 [\text{AlSiO}_4]_6 (\text{SO}_4,\text{S},\text{Cl}_2)$  – красивый поделочный камень. Главный компонент породы, известной как ляпис – лазурь, придает камню интенсивный синий цвет. Правильные кристаллы редки. Обычно плотные микрокристаллические массы. Мягкий и хрупкий. Образуется в кристаллических известняках как продукт контактового метаморфизма. Пользовался особой славой как сырье для приготовления прочной и красивой краски ультрамарина, которой не страшны ни время, ни температура. Ярко–синий или голубой лазурит находит широкое применение в ювелирной промышленности. Используется для отделки таких изделий, как чаши, шкатулки, кольца, для отделки драгоценностей, украшения мебели. В мире известно только два крупнейших месторождения этого редкого камня: старинное Бадахшанское в Афганистане и Мало – Быстринское по р. Слюдянке на юге Байкала.

**Скаполит**  $(\text{Na},\text{Ca})_8 (\text{Cl}_2,\text{SO}_4,\text{CO}_3) (\text{AlSiO}_8)_6$ . Определяется как изоморфная серия от кальциевого *мейонита* до натриевого *мариалита*. Кристаллы скаполита коротко – или среднепризматические. Встречается массивный ил зернистый. Бесцветный, белый, желтый, оранжевый,



**ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ  
КРИСТАЛЛЫ СКАПОЛИТА**

розовый, пурпурный. Находится в контактово–измененных известняках вблизи магматических интрузивов. Месторождения известны на юге Байкала, в Карелии. Применяется в ювелирном деле.

**Десмин (стильбит)  $(\text{Na}_2\text{Ca})$**

$[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Кристаллы столбчатые,

часто образуют сноповидные игольчатые агрегаты, обычно светлые, бывают яркие оранжевые, зеленые, коричневые.

Встречается в магматических породах,

пегматитах, гнейсах, в отложениях горячих источников, формируется в кавернах базальтовой лавы рудных жилах. Применяется для очистки нефтепродуктов, воды и газов.



**ТАБЛИТЧАТЫЕ КРИСТАЛЛЫ  
СТИЛЬБИТА**

## **2.4.7 Кислородные соли (оксисоли)**

### **2.4.7.1 Фосфаты, арсенаты, ванадаты**

Минералы этой группы являются солями фосфорной, мышьяковой и ванадиевой кислот. Фосфаты являются самой многочисленной из этих групп, насчитывают более 200 видов. Всего относится сюда около 500 минеральных видов. По массе они составляют около 0,7 % веса земной коры. Преобладают соединения, Ca, Mg, Fe, Mn, отчасти Al. Нередки соединения с Pb, Cu и Zn в зоне окисления рудных месторождений. Минералы группы образуются в различных условиях – от магматических до обстановок поверхностного выветривания. Большинство является низкотемпературными минералами и многие из них содержат воду.

**Апатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$** . Все апатиты являются фосфатами кальция и различаются по дополнительным ионам, входящим в их состав: фторапатит содержит ион хлора. Апатит встречается в виде хорошо образованных прозрачных



**КРИСТАЛЛЫ АПАТИТА**

окрашенных, блестящих кристаллов и призм, бывает зеленым, голубым, фиолетово-синим, пурпурным, бесцветным, белым, розовато-красным. Кристаллы короткие или длинные призмы, толстые таблички, встречается в зернистых массах. Является аксессуарным минералом в магматических породах, включая пегматиты и высокотемпературные гидротермальные жилы. Большая часть минерала ювелирного качества связана с пегматитами. Его также находят в пластах морских отложений, которые разрабатываются как источник фосфора. В России (Хибиногорское месторождение), США, Мексике, Намибии находятся крупные месторождения, кристаллы весом до 200 кг. найдены в Канаде. Апатит является главным источником для спичек. Являясь соединением кальция с фосфорной кислотой, применяется в основном (90 %) для приготовления искусственных удобрений (суперфосфатов).

**Бирюза**  $\text{Cu Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Кристаллы редки, обычно встречается в массивных или микрокристаллических формах в виде включений или прожилков. Цвет от небесно-голубого до зеленого. Образуется в жилах, где подземные воды заполняют выветренные богатые алюминием породы в присутствии меди. Часто связана с залежами меди в качестве вторичного минерала, в основном в засушливых районах. Очень хрупка. Добывается из медных месторождений Средней Азии, Афганистана. Полудрагоценный поделочный камень. Наиболее ценна из Ирана, где шла добыча из более 100 шахт. Ею украшали конные упряжки, троны, кубки, чаши вместе с рубинами и жемчугами.



**БИРЮЗА**

**Скородит**  $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Встречается в виде кристаллических агрегатов, корок или землистых масс. Цвет белый и зеленоватый, иногда бурый. Образуется в зоне окисления рудных месторождений за счет арсенопирита, находят и в отложениях горячих источников.

## 2.4.7.2 Хроматы, вольфраматы, молибдаты

Хроматы являются соединениями, в которых металлы соединены с радикалом  $\text{CrO}_4$ . Минералы *крокоит*  $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$ , *вульфенит*  $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$  и *шеелит*  $\text{Ca}(\text{WO}_4)$  являются примерами замещений различных радикалов, которые образуют минералы разных групп. Эти соединения обычно тяжелые, плотные, мягкие, хрупкие, ярко окрашенные. Все хроматы, вольфраматы и молибдаты относительно редки, но при большой концентрации могут стать важными рудами содержащихся в них металлов.



**КРОКОИТ**

**Крокоит  $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$**  – хромит свинца. Кристаллы призматические, тонкие и удлиненные, иногда дырчатые или полые. Бывает массивным или зернистым, образует щетки мелких кристаллов. Оранжево–красный, ярко–красный, с живым алмазным блеском. Вторичный минерал в зонах окисления свинцовых руд. Месторождения имеются в России,

Германии, США. Редкий красивый минерал.

**Шеелит  $\text{Pb}(\text{WO}_4)$** . Кристаллы обычно бипирамидальные, встречаются массивные и зернистые агрегаты. Цвет желтый, зеленоватый, серый, красноватый и белый. Находится чаще всего в скарнах, где гранитная магма внедряется в известняк, также в высокотемпературных гидротермальных жилах совместно с касситеритом, топазом, флюоритом. Источник вольфрама – один из самых важных металлов в



**ШЕЕЛИТ**

промышленности. Вольфрамовую сталь применяют в ракетных соплах, в нитях накаливания ламп. Сплав вольфрама с кобальтом и хромом используется в износостойчивых твердых покрытиях. Иногда используется как ювелирный камень.



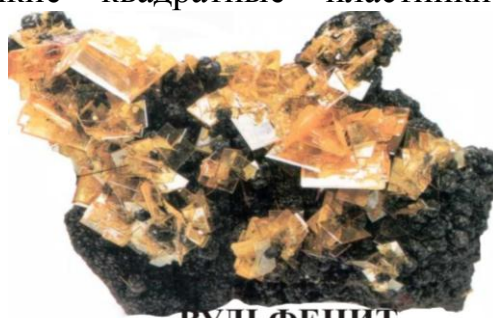
**Вольфрамит**  $(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$  – смесь минералов вольфрамата железа и марганца.

Имеет таблитчатые кристаллы с вертикальными гранями; иногда в пластинчатых агрегатах, а также в зернистой массе. Цвет от серого до черно-коричневого, иногда с красным оттенком. Обычно встречается в высокотемпературных кварцевых жилах, пегматитах в гранитоидных горных породах и скарнах, отлагается в аллювиальных россыпях. Самые крупные месторождения находятся в Китае. Из вольфрама делают нити для электрических ламп и твердосплавный режущий инструмент для бурового оборудования



ВОЛЬФРАМИТ

**Вульфенит**  $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$ . Образует тонкие квадратные пластинки или таблитчатые кристаллы. Может быть массивным или зернистым. Цвет желтый, оранжевый, красный, серый или коричневый. Вторичный минерал, образующийся в зонах окисления свинцовых и молибденовых руд. Интересен для коллекционирования.



ВУЛЬФЕНИТ

**Вивианит**  $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Встречается в виде крупных (иногда свыше метра) удлиненных призматических или лезвиевидных таблитчатых кристаллов, бывает массивным или волокнистым. Бесцветный, белый или зеленовато-голубой. Вторичный минерал в зонах окисления многих сульфидных месторождений и фосфатных отложений. Крупные кристаллы найдены в пегматитах России и США. Используется как краситель.



КРИСТАЛЛЫ ВИВИАНИТА

### 2.4.7.3 Сульфаты

К классу сульфатов относятся более 200 минералов, представляющих собой природные соли серной кислоты. Все они мягкие, светлоокрашенные и обычно

просвечивающие или прозрачные. По массе они составляют всего около 0,1% веса земной коры. Одни из них встречаются в жилах и имеют первичное происхождение, другие представляют собой эвапориты, трети, имея вторичное происхождение, присутствуют в зонах окисления рудных месторождений. Кристаллическая структура сульфатов содержит группу из расположенных по углам тетраэдра четырех атомов серы в центре. Химическая формула всех сульфатов содержит группировку  $SO_4$ . Целый ряд сульфатов образуется при испарении воды из соленых озер и лагун вблизи моря. Обычно они формируют крупные скопления. К таким эвапоритовым относятся многие формы *гипса*, одного из самых распространенных и полезных минералов в мире, а также *ангидрит* и *глауберит*.

**Барит  $BaSO_4$**  – «тяжелый шпат». Кристаллы разнообразны – крупные таблитчатые, призматические, веерообразные, розеточные и др. Встречается также в виде зерен. Окраска бесцветная, белая, желтая, также красноватая, синеватая. Встречается в виде жильного минерала в гидротермальных рудоносных жилах, образует цемент различных песчаников. Большие залежи барита имеются в Испании, Германии, Канаде, США и других странах. Применение его разнообразно. Тонкоизмельченный порошок как утяжелитель вводится в состав глинистых растворов при бурении и укрепления стенок скважин; в химической промышленности является сырьем для изготовления различных солей и препаратов, используется в кожевенном деле, сахарном производстве, для выработки фотобумаги. Употребляется для производства высокосортных белил, цветных красок.

**Гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$** . Встречается в виде толсто- и тонкотаблитчатых кристаллов, иногда очень крупных; для него характерны двойники срастания. Агрегаты плотные, зернистые, листоватые, волокнистые (селенит). Цвет белый, часто прозрачный, также серый, розовый, желтоватый от примесей. Образует мощные осадочные толщи, переслаивающиеся с известняками, ангидритами, сланцами, соляными породами, образовавшимися после испарения



ГИПС

морской воды. Находится также в озерных отложениях, с самородной серой вокруг вулканических fumarol. Гипс находят повсеместно: в России – Кунгур, Свердловская область, Поволжье и др.; США, Австралия, Канада являются ведущими поставщиками. Лепные украшения карнизов, штукатурка потолков и стен, выделка плотных белых сортов бумаги, получение слепков, отливок – это далеко не полный перечень областей применения гипса. Употребляется при кирпичной и каменной кладке, при изготовлении плит для подоконников, лестниц и т.д. Находит применение в цементной промышленности.

**Ангидрит  $\text{CaSO}_4$ .** Обычно массивный, зернистый, волокнистый, пластинчатый. Бывает бесцветным, сероватым до белого, также коричневатым, красноватым, бледно-розовым, голубым и фиолетовым. Это один из главных минералов эвапоритов. Чаще всего встречается в соляных отложениях в ассоциации с гипсом и галитом. Образуется в лагунной среде в районах с жарким и



АНГИДРИТ

влажным климатом путем выпадения из насыщенных вод при температуре  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В присутствии воды на поверхности превращается в гипс. Служит для производства аммиачных сульфатных удобрений. Используется для получения серной кислоты. Является важным минералом, слагающим шляпу соляных куполов.

**Целестин  $\text{SrSO}_4$ .** Образует таблитчатые кристаллы. Может быть массивным, волокнистым, зернистым или в стяжениях. Бесцветный, белый, светло-красный, зеленый, синий или коричневатый. Образуется в осадочных породах типа известняков, доломитов и песчаников, непосредственно осаждаясь из морской воды и меньше в эвапоритах. Иногда присутствует в гидротермальных жилах. Пласты массивного целестина мощностью 3 – 6 м встречается в Калифорнии. Известны хорошие кристаллы длиной до 10 см и даже более 75 см. Применяется для добычи стронция, в пиротехнической промышленности для получения красного



КРИСТАЛЛЫ ЦЕЛЕСТИНА



цвета в фейерверках, сигнальных ракетах, для приготовления особого переливающегося стекла и керамики.

**Галит NaCl.** Кристаллы, как правило, кубические или плотные осадочные слои, но также зерна и волокна. Бывает бесцветным, белым, оранжевым, голубым или пурпурным. Образуется путем отложения в пересоленных озерах и морях при интенсивном их испарении.



КРИСТАЛЛЫ ГАЛИТА

Крупные месторождения находятся в России (Соль–Илецкое в Оренбургской области), Германии, Австрии, США. Кроме кулинарного применения соль используется для получения соляной кислоты, хлора, соды, металлического натрия, который в свою очередь применяется для получения перекиси натрия, используемой в текстильной промышленности при отбеливании тканей; в черной и цветной металлургии – как восстановитель и для удаления серы, в электротехнике – при изготовлении разрядных ламп с парами натрия, имеющих большую силу света и т.д.

**Сильвин KCl.** Кристаллы, как правило, в виде кубов. Массивный, грубозернистый до плотного. Бесцветный до белого, сероватый, синеватый, желтовато–красный или красный. От галита отличается по его горькому вкусу и способности резаться ножом. Встречается главным образом в некоторых захороненных залежах галита и гипса, но значительно менее распространен, чем галит.



КРИСТАЛЛЫ СИЛЬВИНА

Наиболее известные месторождения калиевых солей находятся в Германии. В России – Соликамское – крупнейшее в мире по запасам калиевых солей месторождение. Большую часть мировой продукции сильвина используют для производства удобрений. Гидроокись калия широко применяется в мыловаренном и лакокрасочном производствах.



**ЯРОЗИТ**

**Ярозит  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ .** Встречается только в виде микроскопических кристаллов, зернистых масс, корок и порошковатых налетов. Минерал характерного охристо–желтого или бурого цвета, образующийся в результате гипергенеза в виде отложений вокруг горячих источников, обычно в условиях сухого климата. Часто находится в смеси с лимонитом.

**Алунит  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$**  – «квасцовый камень». Кристаллы редки, образует массивные или зернистые скопления. Встречается также в виде прожилков в магматических породах с высоким содержанием калия. Образуется, когда серная кислота в гидротермальных растворах вступает в реакцию с сульфидами металлов. Крупные залежи найдены в Украине, несколько столетий участки алунитизированных пород разрабатываются в США. Используется для получения квасцов и как источник поташа.



**МАССИВНЫЙ АЛУНИТ**

#### 2.4.7.4 Карбонаты

*Карбонаты* – природные соли угольной кислоты. Известно около 80 их минеральных видов. По массе они составляют около 1,7 % веса земной коры. Некоторые карбонатные минералы слагают крупные скопления в толщах осадочных пород типа мела и известняка в морских раковинах и коралловых рифах, а также в метаморфических породах (мрамора). Они также встречаются в низкотемпературных гидротермальных жилах и эвапоритовых отложениях. Наиболее распространенные карбонатные минералы относятся к группе кальцита, доломита и арагонита. Все карбонаты содержат группу  $CO_3$  как основную структурную единицу. В этой группе атом углерода расположен в центре равностороннего треугольника из кислородных атомов, который дает преимущество тригональной симметрии большей части карбонатов. Это основная единица

соединяется с одним или несколькими катионами, образуя карбонатный минерал. Многие карбонаты имеют практическое значение как руды железа, цинка, свинца, меди. Большие массы карбонатов – известняки, мраморы, доломиты, магнезиты – используются как строительный материал.

**Кальцит**  $\text{CaCO}_3$  – один из самых распространенных минералов на Земле, дающий разнообразные кристаллы. Существует более 300 разновидностей кристаллического кальцита. Чаще всего они представлены скаленоэдрами, образующими двойники. Кристаллы легко раскалываются по спайности на ромбоэдры. В чистом виде кальцит бесцветный или белый, но встречается практически любого цвета, включая синий и черный. Большая часть кальцита заключена в массивных формах в виде известняка или мрамора. Его также находят в виде волокон, сталактитов и землистых агрегатов. Встречается в разных геологических средах: в осадочных породах (различные типы известняков), в метаморфических (разные типы мраморов), реже в магматических (карбонатиты). Кальцит проявляет оптическое свойство двупреломления: свет проходящий через его пластину, разлагается на два луча, дающих сдвоенное изображение рассматриваемого объекта. Кальцит оптического качества добывается в Исландии – исландский шпат, в России (Якутия, в Крыму), Италии – скульптурный мрамор. Применяется в строительстве, в металлургии, в химической промышленности. Чистые разновидности применяются для производства оптических приборов.



КАЛЬЦИТ

Его также находят в виде волокон, сталактитов и землистых агрегатов. Встречается в разных геологических средах: в осадочных породах (различные типы известняков), в метаморфических (разные типы мраморов), реже в магматических (карбонатиты). Кальцит проявляет оптическое свойство двупреломления: свет проходящий через его пластину, разлагается на два луча, дающих сдвоенное изображение рассматриваемого объекта. Кальцит оптического качества добывается в Исландии – исландский шпат, в России (Якутия, в Крыму), Италии – скульптурный мрамор. Применяется в строительстве, в металлургии, в химической промышленности. Чистые разновидности применяются для производства оптических приборов.

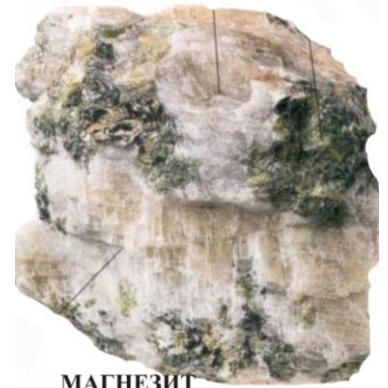
**Доломит**  $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$ . Кристаллы ромбоэдрические или таблитчатые, может быть грубо – или мелкозернистым, массивным, волокнистым или столбчатым. Бесцветный, белый, серый, желтый, коричневый, голубой. Широко распространен в толщах осадочных пород, встречается в гидротермальных жилах с флюоритом, баритом, рудными минералами, слагает жилы в серпентинитах, находится совместно с



ДОЛОМИТ

сульфидными рудами. Используется как сырье для извлечения металлического магния или кальция, для приготовления огнеупорного кирпича или флюсов для доменных печей.

**Магнезит  $MgCO_3$ .** Обычно массивный, может встречаться в виде кристаллическизернистых, волокнистых агрегатов и фарфоровидных плотных масс. Как правило, белый или светло-серый, он бывает желтым или коричневатым. Образуется, когда углекислая горячая вода преобразует породы, сложенные магнезиальными силикатами, такими как серпентин, оливин и пироксен. При этом в породе возникают белые жилы чистого магнезита. Образует также стратиформные слои, сложенные кристаллической разновидностью и подвергшиеся метаморфизму. Крупные месторождения известны в России – Саткинское, Калканское на Урале, в США – в шт. Калифорния. Обожженный магнезит употребляется в производстве огнеупорных кирпичей, выдерживающих температуру до  $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в бумажном, сахарном, резиновом производстве, изготовлении цемента для настила полов, служит источником магния.



МАГНЕЗИТ

**Сидерит  $FeCO_3$ .** Образует ромбоэдрические кристаллы, таблитчатые или призматические. Чаще находится в массивных или зерновистых, иногда в гроздевидных формах. Желтоватый до светло-коричневого, серый. Широко распространен среди толщ осадочных пород, являясь составной частью морских оолитовых железных руд. Встречается в виде болотной железной руды в мелких озерах и торфяных болотах. Во многих жилах гидротермального генезиса присутствует в виде первичного жильного минерала. Легко изменяется с образованием гематита или лимонита. Является отличным сырьем для получения железа в Польше, Англии, Австрии, России (Бакальское и Алапаевское месторождения)



РОМБОЭДРИЧЕСКИЙ СИДЕРИТ



**Малахит  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$**  – красивейший ювелирно–поделочный камень.

Обычно находят в виде гроздевидных или корковых масс, часто радиально – волокнистых структур с полосами разных оттенков зеленого цвета. Также образует тонковолокнистые натечные агрегаты. Цвет



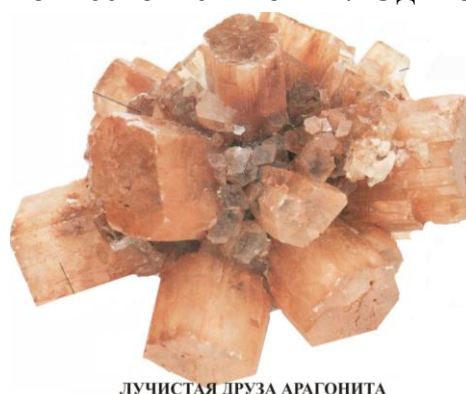
насыщенный зеленый. Образуется там, где вблизи поверхности окисляются сульфидные медные руды, где он сопровождается определенным количеством азурита. Районы, в которых встречаются крупные скопления малахита, находятся в России на Урале. Ряд месторождений располагается в меднорудном поясе Замбии. Широко применяется как декоративный материал для изготовления украшений.

**Азурит  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$** . Образует таблитчатые или с многочисленными гранями, бывает массивным, натечным и гроздевидным от небесно – до темно – голубого цвета. Вторичный минерал окисленных участков медных залежей, подвергшихся воздействию карбонатных вод на другие минералы меди. Его часто находят вместе с малахитом, кальцитом, халькозином.



Известные месторождения находятся во Франции, России, Намибии, Сардинии. Используется для изготовления ценных поделок.

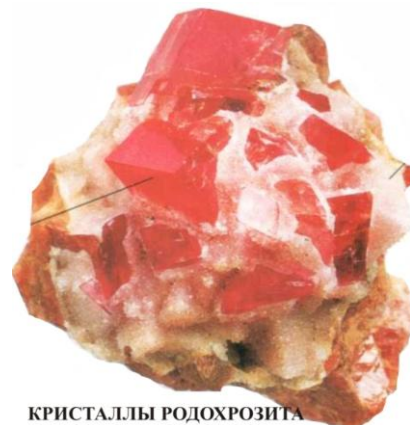
**Арагонит  $\text{CaCO}_3$** . Кристаллизуется в ромбической сингонии. Одиночные кристаллы коротко – или длиннопризматические, часто сдвойникованные, также встречается столбчатым, натечным, лучистым или волокнистым. Бывает белым, бесцветным, серым, желтоватым, зеленым, голубым, фиолетовым. Арагонит находят в



зонах окисления рудных залежей в местах с низкими температурами образования вблизи земной поверхности. Он встречается в пещерах в виде сталактитов, возле горячих источников, в минерализованных жилах, слагает жемчужины и

перламутровый слой морских раковин, находится с серой (Шорсу в Узбекистане – серное месторождение), в Сицилии – в залежах гипса и серы. Полосчатый натечный материал используют как поделочный камень.

**Родохрозит  $MnCO_3$ .** Кристаллы редкие, ромбоэдрические; встречается, как правило, в зернистой массе, в волокнисто – лучистых и гроздевидных формах выделения. Почти всегда имеет розовую окраску. Встречается в гидротермальных рудных жилах вместе с сульфидными рудами меди, свинца и серебра. Сплошные массы родохрозита являются одной из основных руд металла марганца. Как марганцевая руда добывается в России, США, Мексике, Японии.



КРИСТАЛЛЫ РОДОХРОЗИТА



КРИСТАЛЛЫ ЦЕРУССИТА

**Церуссит  $PbCO_3$ .** Габитус его кристаллов включает таблитчатые, призматические, игольчатые формы. Бесцветный или белый, может быть голубым до зеленого. Вторичный минерал зоны окисления, встречающийся почти во всех свинцовых месторождениях. Ценная свинцовая руда во многих районах добычи руд России, Казахстана, США, Южной Африки.

#### 2.4.7.5 Бораты, нитраты

*Бораты* – соли различных борных кислот. Известно около 40 боратов, но их роль в строении земной коры незначительна. В составе боратов преобладают кальций, магний и натрий. Редки бораты железа. Многие бораты содержат воду. Основу структуры боратов составляет простая анионная группа  $(BO_3)^{3-}$  или анионные комплексы, которые включают как треугольные группы  $BO_3$ , так и тетраэдрические группы  $BO_4$ . В этих комплексах некоторые позиции кислорода обычно заняты анионом (ОН). Бораты обычно бесцветны или белого цвета, удельный вес и твердость небольшие. Легко растворяются в соляной кислоте, а некоторые и в воде. В основном это осадки сухих озер в горных районах и выцветы

почв. Гидротермальные бораты встречаются в вулканических местностях. Бораты магматического происхождения и контактово – метаморфические представляют большую редкость. Гипергенные бораты образуют крупные промышленные месторождения.

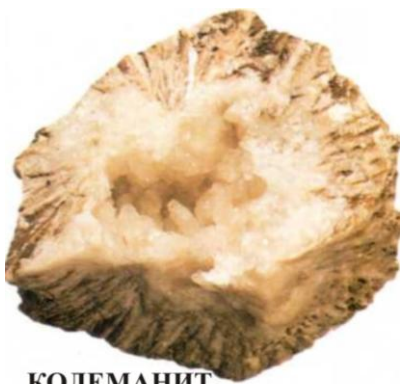
*Нитраты* – соли азотной кислоты. К природным нитратам относятся азотнокислые соли Na, Ca, Mg, Ba, называемые *селитрами*. Это минералы относительно редкие. Наибольший интерес представляют натриевая (чилийская) и калиевая селитра. По внешнему виду это солеобразные массы, выцветы, корочки, налеты, хорошо растворяются в воде, обладают жгучим вкусом. Встречаются лишь в аридных лишенных атмосферных осадков районах мира.

**Данбурит  $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ .** Кристаллы глянцевые, призматические, бывает зернистым. Может быть бесцветным, янтарным, желтым, серым, розовым или желто – коричневым. Является минералом контактового метаморфизма при низких температурах. Встречается также в рудных залежах, образованных при относительно высоких температурах. Иногда находится в пегматитах и эвапоритах. Месторождения есть в Швейцарии, США. Ювелирный данбурит имеется в России (Дальнегорск) в кристаллах длиной 30см и 10см диаметром. Представляет интерес только для коллекционеров.



**ДАНБУРИТ**

**Колеманит  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .** Имеет форму призматических равноразмерных кристаллов с множеством граней, встречается в друзах, выстилающих жеоды, или волокнистых массах. Бесцветный, белый. Залегает в осадочных отложениях эвапоритного типа вместе с бурой, гипсом, улекситом целестином. Присутствует на многих месторождениях в шт. Калифорния, найден в Индерском месторождении (Казахстан). Важная руда на бор, используется в косметической промышленности, для производства жаропрочных стекол.



**КОЛЕМАНИТ**



**Улексит**  $\text{NaCaB}_5\text{O}_6 \cdot (\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Часто встречается в округлых желваках, реже образует кристаллические агрегаты с параллельными волокнами, имеющими стеклянный блеск. Белый с шелковистым или сатиновым блеском. Его находят в высохших озерах и других эвапоритных бассейнах в пустынных регионах, где он образовался под воздействием борсодержащих магматических флюидов, реже в fumarолах и гейзерах. Известен в шт. Калифорния, Индерском месторождении. Используется для добычи бора.



**УЛЕКСИТ**

#### 2.4.7.6 Галогениды, хлориды

*Галогениды* – группа неметаллических соединений, которые в качестве главных химических элементов включают хлор, фтор, бром и иод. В их число попадает около 100 минеральных видов и разновидностей. Эти минералы могут иметь простую кристаллическую структуру (галит,  $\text{NaCl}$ ) или же содержать в своей структуре сложные анионные группы (криолит  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Некоторые галоиды содержат в своем составе кристаллизационную воду, а другие могут представлять собой оксигалоиды. Наибольшее распространение имеют соединения фтора и хлора. Элемент бария и иода самостоятельных минералов почти не образуют, чаще они замещают хлор в галоидных соединениях. Фтор образует в природе чаще всего соединения с кальцием в виде *флюорита*  $\text{CaF}_2$ . Фтористые минералы в большинстве светлые, небольшого удельного веса и твердости. Встречается почти исключительно в минералах изверженных пород, пегматитов, гидротермальных жил. Подавляющая часть хлора растворена в морской воде или входит в состав твердых стратиформных отложений растворимых солей, образовавшихся при испарении морской воды в различные геологические периоды. Некоторые хлориды, бромиды встречаются в зонах окисления многих рудных месторождений, особенно в аридных зонах земного шара.

**Карналлит  $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$**  – гидратированный хлорид калия –магния. Обычно массивный или зернистый. Кристаллы имеют тонкотаблитчатый облик, очень редки. Минерал чаще белый или бесцветный, но может быть красноватым или желтоватым из-за примеси гематита. Образуется в верхних слоях морских эвапоритовых соляных отложений как продукт последних стадий усыхания морского бассейна. В изобилии находят в северогерманских соляных залежах, в Пермском бассейне Западного Урала (Соликамское месторождение), в США, Испании, Польше. Это важный источник калия для производства удобрений, специальных мыл и красителей, руда на магний.



ЗЕРНИСТЫЙ КАРНАЛЛИТ

**Флюорит  $CaF_2$** . Кристаллы встречаются в виде кубов; октаэдры, часто двойникованные, более редки. Также бывает массивным, зернистым. Обладает широким спектром цветов. Может быть бесцветным, белым, а также самых разных оттенков пурпурного, зеленого, синего, желтого или реже розового и красного цветов. Для него характерна совершенная спайность. Широкому его применению в качестве драгоценного камня препятствует малая твердость и слабое светорассеивание. В главной массе флюорит образуется из горячих гидротермальных растворов, богатых фтором, часто совместно со свинцовыми и серебряными рудами; его находят в пегматитовых жилах, осадочных породах и в районах горячих источников в разных местах по всему миру (Германия, Великобритания, США, Монголия, Уральские горы – Россия). Прозрачные бесцветные кристаллы используются в оптической промышленности для изготовления линз в объективах микроскопов. Наибольшее применение (70 %) нашел в металлургии для получения легкоплавких шлаков. Гравировка на стекле возможна только при помощи плавиковой кислоты, также получаемой из флюорита, используется в производстве непрозрачного и цветного стекла.



КРИСТАЛЛЫ ФЛЮОРИТА

### **3 Процессы минералообразования и ассоциации минералов**

Экспозиция «Геологические процессы образования минералов» рассказывает об источниках энергии и условиях, определяющих эндогенные и экзогенные процессы их формирования. Она помогает представить как из магмы, внедрившейся в верхние участки земной коры, при ее остывании и кристаллизации образуются полиминеральные интрузивные горные породы, как попутно в процессе ее эволюции отделяются газообразные и жидкие растворы, из которых непосредственно и при взаимодействии их с горными породами образуются минеральные тела. Обнажаясь на поверхности Земли, глубинные горные породы и заключенные в них минеральные объекты разрушаются под действием физического и химического выветривания, переносятся, сортируются и в конце концов накапливаются в водных бассейнах в понижениях суши в виде рыхлых минеральных отложений. Последние после преобразования (диагенеза и катагенеза) превращаются в твердые осадочные горные породы, которые, оказавшись вследствие тектонических опусканий на значительных глубинах, метаморфизуются, а в области больших глубин плавятся и ассимилируются магмой. Магма в дальнейшем становится источником новых изверженных горных пород и отщепляющихся от нее минералообразующих растворов.

Учитывая такой ход геологической истории процессы минералообразования по источникам энергии расклассифицированы в витринах на три группы:

- 1) эндогенные процессы – магматогенные (гипогенные), с экспозициями магматических, пегматитовых, гидротермальных, скарновых и грейзеновых;
- 2) экзогенные процессы с экспозициями осадочных минералов и коры выветривания и минералами метаморфических процессов. Процессы магматогенные, т.е. обусловленные внутренним жаром земного шара. Образование минералов непосредственно связано с застыванием и кристаллизацией расплавленной магмы, внедряющейся в толщу земной коры или же изливающейся на земную поверхность при вулканических извержениях. Магма – огненно – жидкий расплав – раствор – в основном состоит из силикатов (химических соединений кремния) и содержит все

известные химические элементы. Когда магма поднимается вверх и застывает на поверхности или на некоторой глубине в ней начинается массовая кристаллизация минералов. В зависимости от содержания кремнезема и других элементов магматогенные горные породы подразделяются на *кислые* ( $\text{SiO}_2$  - более 65 %) – граниты, липариты; *средние* ( $\text{SiO}_2$  – 55 – 65 %) – диориты, андезиты; *основные* ( $\text{SiO}_2$  – 45 – 55 %) – габбро, базальты; *ультраосновные* ( $\text{SiO}_2$  - меньше – 45 %) – дуниты, пироксениты.

В наибольшем количестве в этих породах содержатся полевые шпаты, слюды, кварц, роговые обманки, оливин, пироксены. Для своего образования они заимствовали из магмы кремний, кальций, алюминий, железо, магний, натрий, калий, титан, кислород. Следовательно, в процессе кристаллизации происходит обеднение магмы этими элементами и остаточный расплав обогащается летучими веществами (вода, В, Cl, F) и тяжелыми элементами (Nb, Ta, U, Th и редкие земли).

Температура кристаллизации магмы изменяется в зависимости от ее состава. Основные породы кристаллизуются около  $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , кислые – при  $600 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Пегматитовые* жилы характеризуются очень крупными размерами слагающих их кристаллов полевых шпатов, слюд, кварца и почти постоянным присутствием кристаллов берилла, турмалина, монацита, топаза, драгоценных камней, минералов редких земель (Ce, La и др.) и некоторых металлов (Sn, W, Mo, Ti), редкоземельных минералов (ортит, циркон, колумбит, танталит, самарскит, уранинит и др.), литиевых минералов (лепидолит, сподумен, амблигонит), криолита, флюорита, касситерита, молибденита и многих других. Кристаллы микроклина в пегматитовых жилах Норвегии достигают веса 1000 т и размеров  $10 \times 10$  м. В Ильменских горах (на Урале) имеется каменоломня, заложенная в одном кристалле амазонита. Пластины мусковита достигают размеров  $3-5\text{ м}^2$ . Пластины биотита бывают еще больших размеров до  $7\text{ м}^2$ . Даже такие минералы, как берилл, топаз, турмалин – минералы редкие, встречаются в пегматитовых жилах в виде колоссальных кристаллов. Кристаллы топаза –  $27 - 60$  кг (Мурзинка на Урале); кристаллы турмалина –  $2 - 3$  м в длину. Сподумен известен своими грандиозными кристаллами, часто достигающими длины  $1,5 - 2$  м и толщины в несколько

сантиметров, в месторождении Этта в США – длины 10 – 14 м и в поперечнике 1 – 2 м. В Волынских пегматитах был найден кристалл мориона весом 10 т и длиной более 2,5 м.

По приводимым П. М. Татариновым данным [36] наравне с очень крупными кристаллическими индивидуумами в пегматитах встречаются и очень крупные минеральные скопления – грандиозные концентрации некоторых элементов в небольшом объеме, что создает особенную промышленную ценность пегматитовых жил. Например, в одной из пегматитовых жил Южной Африки были обнаружены скопления берилла весом 20- 30 т, в месторождении Блек – Хилл (США) встретились скопления колумбита, весом 1 т, скопления лепидолита в пегматитах Южной Дакоты (США) достигали веса 10 т в одном сплошном куске.

Часть летучих веществ с соединениями ценных металлов проникает по трещинам в толщу уже закристаллизовавшихся пород. Воздействуя на слагающие их минералы, эти вещества изменяют их, образуя новые. Таким путем образуются в гранитах характерные породы – *грейзены*, состоящие из кварца, светлых слюд, топаза, редких элементов, а также ценные вольфрамовые, молибденовые, оловянные и редкометальные руды.

При дальнейшем падении температуры до 200 – 300 °С начинает выделяться вода в капельно – жидком состоянии. Смешиваясь с водой, просачивающейся в глубину земной поверхности, она образует *гидротермальные магматогенные растворы*. Из таких растворов при их взаимодействии с вмещающими горными породами, образовались многие месторождения золота, серебра, меди, свинца, цинка, урана, олова, сурьмы, ртути, мышьяка и др.

*Скарновое рудообразование* развивалось при химическом взаимодействии горячих металлоносных магматогенных растворов с гранитоидами и карбонатными осадками в зонах их контактов.

*Пневматолитовое рудообразование* – процесс выделения рудных минералов непосредственно из магматогенных газов или при их химическом взаимодействии с горными породами, представлено образующимися при этом рудами олова, вольфрама, молибдена, бериллия и др.

Характеристика минералов и руд, составляющих первую группу – эндогенные процессы, выставленные в витрине, в подавляющей части приведена в разделах второй главы.

**Кимберлит** – ультраосновной вулканит – главный источник алмазов. Богат слюдой, часто хорошо образованными кристаллами флогопита. Сопутствующие минералы гранат – пироп, хромовые гранаты, хромдиопсид. Образует трубки – интрузивные тела грубо – круглого сечения с вертикальными стенками, как правило, меньше 1 км в диаметре, образованные в позднемеловой период (от 100 до 65 млн лет назад). Цвет темно–серый, желтый, голубой. Впервые были обнаружены в Южной Африке, позднее в России, США.



БРЕКЧИРОВАННЫЙ КИМБЕРЛИТ

**Энстатит**  $Mg_2Si_2O_6$ . Встречается в виде зерен, вкрапленных в породу или в массивных агрегатах. Кристаллы короткопризматические. Бесцветный, бледно – желтый. Встречается в основных и ультраосновных магматитах. Применяют для футеровки промышленных печей, так как он противостоит нагреву. Месторождения ювелирного качества находятся в Индии, Канаде, США.



МАССИВНЫЙ ЭНСТАТИТ

**Пегматит** – грубозернистая магматическая порода. Образует жилы, трубки, линзы или сигарообразные тела. Кристаллы могут быть гигантскими – метровой длины, средний их размер 8-10 см. Кварц и богатый кремнеземом полевой шпат – главные компоненты гранатовых и сиенитовых пегматитов, служащих главным промышленным источником полевого шпата и листовой слюды, а также основным поставщиком самоцветов. Турмалин, аквамарин, изумруд, горный хрусталь, дымчатый кварц, топаз, лунный камень и гранат – минералы пегматитов, содержащих редкие элементы.



ГРАНИТНЫЙ ПЕГМАТИТ



**Амблигонит  $(\text{Li,Na})\text{AlPO}_4(\text{F,OH})$**  – фосфат кальция. Кристаллы – короткие



БЕЛАЯ МАССА АМБЛИГОНИТА

призмы. Встречается в виде больших белых просвечивающих масс в жилах гранитного типа.

Ювелирный амблигонит – желтый, зеленовато-желтый, лиловый. Месторождения известны в Испании,

Замбии, США. Используется как источник лития и

фосфора, в меньшей степени, как ювелирный камень. Литий в виде карбоната эффективен при лечении маниакальной депрессии. Купирует тяжелые приступы и выводит больных из состояния депрессии.

**Натролит  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$** . Кристаллы

длинные и узкие с вертикальной штриховкой, могут достигать метра в длину. Может быть бледно –

розовым, бесцветным, белым, красным, зеленым.

Находят в полостях и трещинах базальтов, в жилах гнейсов, гранитов. Крупные красивые кристаллы

встречены в России, многих странах мира. Широко применяется для умягчения воды.



ЛУЧИСТЫЕ КРИСТАЛЛЫ  
НАТРОЛИТА

**Аксинит  $\text{Ca}_2\text{FeAl}_2(\text{BSi}_4\text{O}_{15})\cdot(\text{OH})$** . Встречается в

кристаллах, похожих на топор, массивных и зернистых агрегатов. Цвет гвоздично-коричневый, голубовато-

серый, розовый, оранжевый или красный. Находят в низкотемпературных и контактовых метаморфитах, в

основных магматитах. Кристаллы ювелирного качества найдены в России, США, Австралии.



КРИСТАЛЛЫ АКСИНИТА

**Ильваит**  $\text{CaFe}_3\text{Si}_2\text{O}_7(\text{O},\text{OH})$ . Встречается в

виде коротких и длинных призм с продольной штриховкой, бывает массивным или зернистым. Черный. Находится в зонах контактового метаморфизма с рудами цинка, меди и железа. Крупные кристаллы находят в Италии, России, США. Представляет интерес для коллекционеров.



КРИСТАЛЛЫ ИЛЬВАИТА

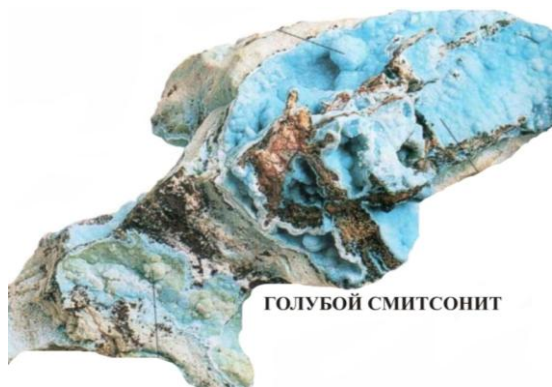
**Марказит**  $\text{FeS}_2$  – сульфид железа.

Кристаллизуется в ромбической сингонии. Кристаллы преимущественно пирамидальные и таблитчатые. Золотисто – желтый, латунно–желтый. Встречается в гидротермальных жилах, в осадочных породах. Имеет известные месторождения в США, Англии, Германии, России. Применяется в основном при производстве серной кислоты.



КРИСТАЛЛЫ МАРКАЗИТА

**Смитсонит**  $\text{ZnCO}_3$  – карбонат цинка. Встречается в виде гроздевидных



ГОЛУБОЙ СМИТСОНИТ

натечных масс или каплевидных агрегатов разного цвета – белого, голубого, зеленого, желтого, розового. Это типичный минерал зон окисления большинства свинцово–цинковых месторождений, особенно в известняках. Месторождения в России (Приморский край, Алтай), в Италии, Австрии, США. Важная цинковая руда, поделочный

камень.

**Псиломелан**  $(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ . Встречается в виде натечных, гроздевидных образований и плотных масс. Цвет железно–черный до темного стально–серого.

**Вад** – землистая разновидность псиломелана, встречается в виде аморфных и почковидных масс, мягкий, черный. Образуется как продукт изменения других марганцевых минералов и является рудой на марганец. Месторождения в России, (Урал), Индии, Мексике, США.

**Фосфорит**  $\text{Ca}_5(\text{Cl},\text{F})[\text{PO}_4]_3$ . Встречается в виде конкреций, псевдоморфоз по ископаемому, землистым и натечным массам среди осадочных отложений. Биогенный – в результате разрушения органических остатков. Образует натечные корочки и прожилки в породах, содержащих апатит. Магматический – в изверженных горных породах (сиенитах), часто в связи с железными рудами. Пневматолитический и гидротермальный, в контактах и жилах. Месторождения в России – Хибинское, Кольский полуостров; р. Слюдянка (Байкал) и др. Основной материал для получения фосфорных удобрений.

**Хлорит**  $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_{12}(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{16}$ .

Группа минералов бледно-зеленого цвета, также белого, желтого. Является основным компонентом многих кристаллических сланцев и филлитов. Чаще встречается в форме однородных и землистых масс. Также образует чешуйчатые листочки, как у слюды, что делает



**ХЛОРИТ**

их значительно более легкими и мягкими. Образуется, когда такие минералы, как пироксен, амфибол, биотит и гранаты разрушаются в результате гипергенеза или под воздействием горячих растворов. Представляет интерес для коллекционеров.

**Актинолит**  $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Al}_{12}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ .

Встречается в призматических кристаллах и в волокнистых агрегатах. Белый

и серый, ярко-зеленый, зеленовато-серый.

Распространенный метаморфический минерал; присутствует в карбонатных контактово-метаморфизованных породах, в габбро и диабазах в



**КРИСТАЛЛЫ АКТИНОЛИТА**

результате изменения пироксенов. Разновидностью актинолита является нефрит, один из двух минералов жадеита. Образуется при относительно высоких давлениях и температуре во влажных условиях. Могут формироваться при метаморфизме базальта и диабаза в кристаллические сланцы. Часто образует асбестовые волокна.

Из нефрита и жадеита изготавливают украшения. Использовали для изготовления ручных инструментов и оружия.

**Антофиллит**  $(\text{Mg,Fe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  – амфибол. По цвету гвоздичный до темно–коричневого, бледно–зеленый, серый, белый. Встречается в виде столбчатых или волокнистых масс. Образуется при региональном метаморфизме ультраосновных пород, компонент кристаллических сланцев и гнейсов, сформированных изменением богатых магнием магматических или доломитовых осадочных горных пород. Важные месторождения находятся на Урале, в Шотландии, США. Используется как второстепенный асбестовый минерал.



**КРИСТАЛЛЫ АНТОФИЛЛИТА**

## 4 Горные породы

Горная порода состоит из двух или более минералов; редко встречаются породы, сложенные только одним минералом. Минералы входят в состав горных пород не в произвольных количествах, а в определенных соотношениях. Благодаря этому состав каждой горной породы остается постоянным, и они резко отличаются одна от другой. Горные породы находятся на некоторой глубине под растительным покровом и почвой или образуют скалы и целые горные хребты. Горные породы слагают земную кору. В них залегают различные полезные ископаемые: уголь, нефть, руды железа, цветных металлов, урана и др. Горные породы возникли в разных геологических условиях, соответственно которым они делятся по способу происхождения на три типа пород, которые так или иначе образовались из магмы: магматические (возникшие из огненно – жидкого расплава), осадочные (из осевших частей) и метаморфические (измененные).

### 4.1 Магматические горные породы

Почти все магматические горные породы состоят из шести главных минералов – кварца, полевого шпата, пироксена, оливина, амфибола и слюды. В химическом составе этих минералов, преобладает кремний (Si), кальций (Ca), натрий (Na), калий (K), магний (Mg), железо (Fe), алюминий (Al), водород (H) и кислород (O), составляющие в сумме 98,19 весовых процентов от общего веса земной коры.

Горные породы, образованные при охлаждении и затвердевании расплавленной магмы в недрах Земли или при ее извержении на поверхность, называются *магматическими* или *изверженными*. Свыше 95 % верхнего слоя земной коры, мощностью 15 км, сложено магматическими породами, сформировавшимися при извержении лав. Магматические породы сформированы при температуре не менее 700 °С, то есть температуре необходимой для плавления пород. Магма – сложный взаимный раствор – расплав огромного количества веществ. В расплавленной магме кроме перечисленных выше главных минералов в



виде незначительных примесей находятся также и все остальные элементы, в том числе цветные, редкие и благородные металлы (медь, цинк, свинец, вольфрам, молибден, висмут, золото, серебро, платина), и различные газы, суммарный вес которых составляет 1,81 процента к весу всей земной коры. Магма находится под огромным давлением вышележащих толщ и в ней не происходит значительных перемещений. Однако в ней идет внутренняя работа, атомы некоторых химических элементов могут соединяться и даже образовывать минералы.

Но вот начинаются горообразовательные процессы, которые приводят к появлению в земной коре ослабленных зон. При этом понижается внешнее давление, и магма устремляется в вышележащие более холодные зоны земной коры. Часть ее выливается через жерла вулканов, либо трещины на земную поверхность и застывает в виде потоков или покровов стекловатых лав. Другая же часть застывает на глубине 1- 5 км. и более. Этим создаются условия для постепенного охлаждения сложного магматического расплава, который переходит в смесь кристаллов, в минеральную массу, образуя кристаллические горные породы.

Из магматического расплава при его остывании первыми кристаллизуются более тугоплавкие минералы, образующие породы типа дунитов и габбро, при температуре 1300 – 1500 °С. В дальнейшем по мере понижения температуры, кристаллизуются и более легкоплавкие части магматического расплава, вплоть до наиболее кислых пород, относящихся к семейству гранитов.

Когда магматический расплав затвердел на большую глубину и превратился в кристаллические горные породы, начинают действовать остаточные магматические расплавы, накопившиеся под корой затвердевших горных пород и обогащенные летучими веществами. Благодаря сильному давлению газов эти расплавы проникают по трещинам в застывшие кристаллические породы, а также в вышележащие толщи и здесь кристаллизуются. Так образуются своеобразные горные породы, сложенные крупными кристаллами разных минералов и получившие название *пегматитов*. Особенно много пегматитов образуется при остывании гранитных магм.

Магма – источник всех вулканических пород. Она была всюду, начиная с момента формирования Земли.

Остывшая закристаллизованная магма, которая внедрилась во время подъема в окружающие нерасплавленные массы горных пород глубоко в недрах Земли, называется *интрузивной горной породой*. Интрузивы подразделяются на плутонические, сформированные в глубине земной коры, и жильные, образовавшиеся на небольших глубинах. Интрузивам дают особые названия в зависимости от их формы и размера. *Дайки* – это тела интрузивных пород, которые прорываются через слои других пород перпендикулярно к вышележащим слоям или под острым углом к ним. Образуются на любой глубине. Толщина даек от сантиметра и менее до многих метров, а длина до сотен километров. *Силлы* похожи на дайки, но располагаются параллельно вмещающим породам, внедряясь между слоями. Образуют плоские горизонтальные линзы между пачками слоев горных пород на небольших глубинах при относительно низком давлении перекрывающих отложений. Дайки и силлы часто встречаются вместе как часть более широкого сообщества плутонов интрузивных горных пород. Крупные интрузивы, формирующиеся на значительной глубине, называют *плутонами*. Обширные плутоны, обнажающиеся на поверхности в виде скал, размером более 100 кв.км, называются *батолитами*. Граниты, являющиеся примером интрузивных пород, которые медленно кристаллизуются из магмы ниже земной поверхности, слагают значительные части плутонов и баталитов.

Интрузивные породы являются плотными и характеризуются зернистой структурой – они сложены видимыми невооруженным глазом кристаллами.

*Эффузивные магматические породы* – вулканиты. Представлены двумя видами: кислые породы отличаются светлой окраской благодаря преобладанию кварца и полевых шпатов; чаще всего они мелкозернистые с порфирированными включениями, иногда с флюидальной структурой, в которой видны указательные линии потока движения лавы. Эффузивные основные породы обычно отличаются плотностью и очень темной окраской; кристаллы не видны невооруженным глазом. Эти породы могут быть частично стекловатыми.

Главные представители эффузивных пород – базальты, обсидиан, риолит, трахит и андезит. Все они образуются из лавы – магмы, вылившейся на земную

поверхность или под воду. Другие эффузивы, такие как *туфы* и *пемза*, образуются при взрывных извержениях вулканов. Эти пирокластические породы пористы – из-за вспенивания расширяющимися вулканическими газами.

По своему составу магматические породы делятся на пять главных групп: ультраосновные, основные, средние, кислые и щелочные. Первая и последняя группы образуют лишь глубинные разности, а другие три встречаются как в глубинных, так и в излившихся разностях. При характеристике магматических пород главное значение имеет присутствие или отсутствие таких минералов как кварц, полевые шпаты, фельдшпаты и цветные минералы.

#### **4.1.1 Ультраосновные породы**

Не содержат полевых шпатов, а слагаются одним или двумя темноцветными минералами. К ультраосновным породам относятся дуниты, сложенные одним оливином  $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$ , горнблендиты, состоящие из роговой обманки, перидотиты, пироксениты и ряд других более редких пород. Содержат всего около 40 – 45 % кремнекислоты, тяжелые, плотность их около 3,0 - 3,4.

Ультраосновные породы и продукты их изменения – серпентиниты, особенно широко распространены на Урале. К ним приурочены все месторождения хрома, в том числе месторождения Актюбинской области. Генетически с ультраосновными породами связаны платина и металлы платиновой группы – иридий, осмий, палладий. В процессе выветривания ультраосновных пород образуются никелевые руды, известные в Актюбинской области и на Аккермановском месторождении Южного Урала.

С перидотитами нередко связаны сульфидные руды никеля и меди. Продуктами гидротермальной переработки ультраосновных пород являются месторождения асбеста и магнезита. Излившиеся породы ультраосновного состава – *пикриты* и пикритовые порфириты. Им родственны алмазоносные кимберлиты ЮАР и Якутии.

**Перидотит** – основной источник всех хромовых руд, а его разновидность



ЗЕЛЕНЬ ПЕРИДОТИТ

*кимберлит* – всех в природе алмазов.

Подвергшийся выветриванию, становится серпентинитом, содержащим хризотил и тальк.

Использовали как главный источник магнезита. В нем содержится не менее 40 % оливина, не менее 60 % пироксена. В качестве акцессорного

минерала часто присутствуют гранаты, а выветрелый перидотит может служить источником никеля.

**Дунит** – разновидность перидотита, являющаяся почти чистым оливином. Цвет от светло-зеленого до желтоватого. Часть дунита образуется в мантии и встречается в офиолитовых комплексах, но основная его часть формируется, когда оливин кристаллизуется и выпадает в основание габбровых интрузивов. Главный источник хромовой руды.



ДУНИТ

**Пироксенит.** Крупнозернистый, массивный, иногда слоистый. Цвет от темно-зеленого до коричневатого и черного. Содержит значительную долю пироксена. Образует небольшие интрузивы, небольшие батолиты и дайки. Представляет научный интерес.



ПИРОКСЕНИТ

#### 4.1.2 Основные породы

Выделяются темно-серым до черного цветом, тяжелые, их плотность 2,6 - 3,27. Слагаются полевым шпатом и пироксеном, содержат 45 - 52 % кремнекислоты. К глубинным разновидностям относятся габбро, нориты, анортозиты и лабрадориты, к излившимся – базальты, долериты и диабазы. Габброидные породы залегают в виде штоков, интрузивных залежей и даек.

С интрузиями габбро генетически связаны титано–магнетитовые руды, иногда содержание ванадий (Кусинское месторождение на Урале). К интрузиям также приурочены промышленные сульфидные руды никеля и меди Норильского и Талнахского месторождений.

**Габбро** – крупнозернистый интрузивный аналог базальта и долерита. Это темная порода с белой и серой пятнистостью, сложенная преимущественно плагиоклазом и пироксеном. Широко распространенная порода особенно в океанической коре, где она составляет часть офиолитовой ассоциации горных пород срединно –



**ГАББРО**

океанической рифтовой зоны. Может формировать силлы и дайки. Габбро – очень плотная порода, широко используемая в качестве щебенчестого покрытия при строительстве железных и автомобильных дорог. С массивами габбро связаны месторождения меди, титана, железа, хрома, никеля и платины.

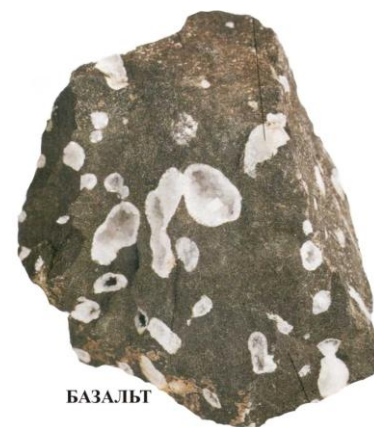
#### **4.1.3 Средние породы**

Не содержат кварца, а сложены роговой обманкой и полевым шпатом. К глубинным их разновидностям относятся диориты, сиениты и кварцевые диориты, а к излившимся – андезиты, трахиты, ортофиры и порфириты. Средние породы имеют серый цвет благодаря тому, что в них находятся примерно равные количества роговой обманки и полевого шпата.

С диоритами иногда связаны месторождения меди и полиметаллов, но значение их в процессах рудообразования очень невелико. На Урале в контактах сиенитов с известняками связаны магнетитовые месторождения (горы Благодать и Высокая), а также медные, вольфрамовые и золоторудные месторождения. Как горные породы, диориты употребляются в качестве облицовочного материала, сиениты также как щебень и бутовый камень.



**Базальт** – это застывшая лава, составляющая основную массу изверженных пород. Базальтами сложено дно современных океанов, они занимают обширные площади и на суше. Подводные вулканы извергают базальт, из которого создаются вулканические острова. Темный и относительно богатый железом и магнием базальт состоит главным образом из плагиоклаза, пироксена и оливина. Чаще всего он мелкозернистый и плотный, даже стеклоподобный, но распространена и порфировая разновидность, содержащая обособленные кристаллы в тонкозернистой вмещающей породе. Большие кристаллы представлены оливином, авгитом или плагиоклазом. Базальтовые лавы часто содержат воду, вскипание которой делает породу пористой. При остывании базальтов в пустотах иногда образуются красивые тонкополосчатые агаты.

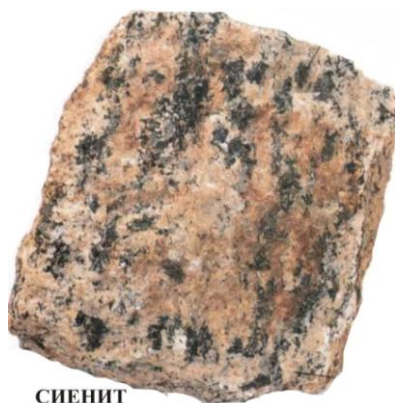


БАЗАЛЬТ

**Долерит** – темная порода, среднезернистый аналог базальта и габбро. На одну и две трети состоит из плагиоклаза, остальное составляет пироксен. Содержание кремнезема в нем менее 55 %, кварца – менее 10 %. Могут содержаться магнетит и оливин. Чрезвычайно твердый и прочный, он находится в дайках и силлах, внедрившихся в трещины других пород.



ДОЛЕРИТ



СИЕНИТ

**Сиенит** – глубинная кристаллическая порода, в основном состоящая из щелочного полевого шпата или натриевого плагиоклаза, железо–магниевого минералов таких как биотит, роговая обманка или пироксен при минимуме или полном отсутствии кварца. Цвет белый, сероватый, красноватый, темно–серый. Структура равномернозернистая, текстура массивная. С ним связаны месторождения меди, вольфрама, золота и других металлов. Популярный декоративный камень.

**Диориты** – серые, темно–серые до зеленоватого цвета, зернистые глубинные интрузивные породы, состоящие на две трети из плагиоклаза и на одну треть из роговой обманки и биотита. Залегают по краям континентов где субдукция тектонических плит поднимает горные цепи.



**ДИОРИТ**

**Андезит** – вулканический аналог диорита.



**ПОРФИРИТОВЫЙ АНДЕЗИТ**

Средне – мелкозернистый, структура массивная, порфировая с частыми изменениями цвета и зернистости. Извергается при взрыве вулканов и обычно находится в совместном залегании с вулканическим пеплом и туфами. Часто встречается в районах современного горообразования. Широко распространен везде, где океаническая плита

поддвигается под континент.

**Трахит** – вулканический аналог сиенита. Имеет мелкозернистую структуру, очень редко бывает стекловатым. Основную массу его составляют щелочные (натриевые и калиевые) полевые шпаты, преимущественно санидин (в форме уплощенных микрокристаллов, а также вкрапленников до 5 см в поперечнике) вместе с биотитом амфиболом или пироксенами. Окраска обычно серая, но может быть белая, розоватая и желтоватая.



**ТРАХИТ**

Трахит изливается вдоль рифтовой зоны в условиях океана над горячими точками и во внутренних бассейнах между островными дугами и континентальными массивами суши. Ассоциируется с базальтом и иногда считается характерным для затухающих вулканов. Применяется для мощения дорог, обладая непревзойденной износоустойчивостью, и наружной облицовки.

#### 4.1.4 Кислые породы

Слагаются кварцем, полевым шпатом и слюдами, роговой обманкой. К ним относятся *граниты* и излившиеся аналоги гранитов, получившие название *порфиров* и *липаритов*.

Глубинные породы кислой магмы – граниты, гранодиориты и близкие к ним по составу переходные породы, объединенные под общим названием гранитоидов, широко распространены во всех горных областях и встречаются гораздо чаще излившихся. С ними генетически связаны высокотемпературные, пневматолитовые, гидротермальные и контактово–метасоматические месторождения олова, вольфрама, молибдена, золота, цинка, свинца, барита, флюорита, мусковита. Сами граниты являются хорошим строительным облицовочным материалом, легко поддающимся обработке и шлифовке.

Излияниями кислой магмы являются порфиры, липариты, а также стекловатые породы – обсидиан, употребляемый как поделочный камень и служащий сырьем для производства хрусталя, пемза и пумицит – тонкопористые пузырьчатые породы, используемые в качестве абразивных материалов, получения цемента, бетонных панелей и в асфальтовых покрытиях автомобильных магистралей.

**Гранит.** Наиболее распространенная интрузивная порода континентальной земной коры. Отличается разнообразием зернистости и цветов. Окраска связана с цветом полевых шпатов. Три главных минерала – полевой шпат, кварц и слюда, представленная темным биотитом и серебристым мусковитом. Из этих минералов преобладает полевой шпат, еще 10 % составляет кварц. Вторичными минералами гранита являются амфиболы и пироксены, а многие другие выступают как акцессорные. Полевой шпат – плагиоклаз также встречается в гранитах. Если плагиоклаза больше, чем щелочных шпатов, породы считаются *гранодиоритом*. Гранит кристаллизуется в земной коре на глубине в десятки км. Залегает в крупных батолитах в докембрийских щитах, в кристаллических фундаментах древних платформ, реже в интрузиях различных размеров в осадочных породах. Многие важные месторождения образованы вблизи кристаллических гранитных тел

гидротермальными растворами, выделяющимися из них. Пегматитовые самоцветы, такие как топаз, горный хрусталь, турмалин и аквамарин, а также многие металлические руды, содержащие золото, серебро, свинец и титан, отложились из растворов. Гранит используется в основном для облицовки зданий.

**Липарит.** Это застывшая магма гранитного состава, излившаяся из жерла вулкана. Представляет собой мелкозернистую породу светло–серого цвета, в которой вкраплены крупные кристаллы кварца и полевого шпата. Лавы кислого состава, из которых образуются липариты, обладают большой вязкостью.

**Обсидиан.** Природное вулканическое стекло, образованное при быстром охлаждении расплавленной лавы, которая не имела времени, чтобы сформировать кристаллы. Сходное по химическому составу с гранитом. Как правило, обсидиан блестящий смоляно–черный, но примесь гематита создает красные и коричневые разновидности. Имеет раковистый излом.



ОБСИДИАН

Используется как полудрагоценный камень. Является сырьем для минеральной ваты.

**Пемза.** Очень пористое, похожее на пену вулканическое стекло. Образуется, если насыщенная газами жидкая магма извергается и остывает так быстро, что возникающая пена затвердевает в стекло, наполненное газовыми пузырями. Стекловидный материал имеет вид нитей, волокон. Имеет малую плотность, легко плавает в воде. Цвет белый, часто желтоватый или коричневатый.



ПЕМЗА

Важный хозяйственный продукт, применяемый в качестве абразива, в строительной промышленности.





ИГНИМБРИТ

**Игнимбрит.** Эта порода формируется, когда пирокластические потоки и выбросы останавливаются. Означает «огненное облако». Пирокластические потоки представляют собой тучи пепла, шлаков и газов, раскаленных до температуры 450 °С и выше, которые низвергаются вниз с колоссальной скоростью. В таких потоках формируется серый до голубовато-серого и красноватого игнимбрит, имеющий различную плотность. Применяется в местной строительной промышленности.

#### 4.1.5 Щелочные породы

Характеризуются повышенным содержанием калия и натрия по отношению к алюминию. Обычно они светлоокрашенные и имеют небольшую плотность: 2,7 – 2,8. Распространенность этих пород неширока, примерно 0,4% от всех магматических пород.

*Нефелиновые сиениты* – крупнозернистые глубинные породы группы, состоящие в основном из полевого шпата и нефелина, характеризуются непостоянством химического и минерального состава, вследствие чего различают несколько их разновидностей: фойяиты, миаскиты, хибиниты, уртиты, якупирангиты. Практическое значение их очень велико, так как с ними связаны важные месторождения апатита, редкоземельных минералов, циркониевых, титановых и других руд.

Крупнейшей щелочной провинцией мира являются Хибинские горы на Кольском полуострове, где с нефелиновыми сиенитами связаны своеобразные брекчиевидные горные породы в трубках взрыва, состоящие из обломков ультраосновных и других магматических пород – кимберлитов, несущих в себе известные скопления алмазов на месторождениях Якутии и Южной Африки.

Эффузивные аналоги щелочных пород называются фонолитами и щелочными базальтами, используемые как сырье для получения солей калия, окиси алюминия, стекольной и камнелитейной промышленности.



**Нефелиновый сиенит.** Яснокристаллическая крупнозернистая щелочная магматическая порода. Главные породообразующие минералы – светлые полевые шпаты и серовато–зеленый или красновато – бурый нефелин. Темноцветных минералов не более 25 % по объему. Представлены главным образом щелочными амфиболами и пироксеном (темно – зеленого или черного цвета). Иногда встречается биотит и акцессорные минералы – апатит, циркон и др. Окраска породы светлая: зеленоватая, сероватая, серо–зеленая. Существует много разновидностей нефелинового сиенита, каждый со своими собственными характеристиками. Это черный с пятнышками слюды миаскит из Миасса (Уральские горы) и др., но большинство составляют фойяиты, в химическом составе которых обнаружены редкие минералы. Внешне похож на гранит и сиенит: от гранита отличается отсутствием кварца, от сиенита – содержанием нефелина. Образуется при охлаждении и кристаллизации в глубинных зонах земной коры щелочных магм, бедных кремнеземом и глиноземом и относительно богатых щелочами. Залегает в виде штоков и лакколитов. Применяется в полированных плитах.



**НЕФЕЛИНОВЫЙ СИЕНИТ**

#### **4.1.6 Жильные породы**

##### **4.1.6.1 Пегматиты**

**Пегматит** – крупнозернистая горная порода, выделяющаяся из остаточной магмы в последние моменты ее застывания в условиях насыщения этой магмы перегретыми парами и газами, среди которых особенно важное значение имеют газы – минерализаторы: пары перегретой



**ПИСЬМЕННЫЙ ГРАНИТ**

воды,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  соединения В, Р и др. Порода состоит из кварца и ортоклаза. Встречаются крупные кристаллы биотита (реже мусковита), турмалина, берилла и других минералов, содержащих редкие элементы: литий, рубидий, цезий, ниобий, тантал и др. В пегматитах, связанных с гранитной магмой, нередко наблюдается графическая или пегматитовая структура, когда кристаллы полевых шпатов закономерно прорастают многочисленными одинаково ориентированными столбчатыми кристаллами кварца, обычно дымчатого цвета. Поверхность такого пегматита напоминает рукопись с древнееврейскими буквами или восточными (ассирийскими) клинообразными письменами. Такой пегматит называется *письменным гранитом*. Окраска пегматитов светлая: белая, сероватая, розовая, красноватая, зеленоватая. Залегают они в виде жил, линз, гнезд, часто с пустотами внутри, выполненными крупными, хорошо образованными кристаллами минералов.

Различают пегматиты, связанные с кислыми, средними и основными породами. Особенно часто встречаются пегматиты с гранитной магмой. Они имеют наибольшее практическое значение, так как с ними связаны месторождения ценных полезных ископаемых: топаза, берилла, турмалина, слюды, горного хрусталя, чистых разновидностей полевых шпатов и др. минералов. Пегматиты щелочных пород часто содержат редкоземельные элементы, уран, торий и др. Пегматиты основных пород часто обогащены сульфидами.

## **4.2 Осадочные горные породы**

Осадочные образования широко распространены на планете. Они покрывают около 70 % площади континентов и более 90 % площади морей и океанов. [5] Это всего около 8 % в общем объеме земной коры. Осадочная оболочка земной коры, *стратисфера*, вмещает три четверти всех известных месторождений полезных ископаемых. Это нефть, газ, уголь, соли, глины, известняки, фосфориты, руды железа, марганца, алюминия, россыпи алмазов, золота, циркона и др. В состав этой оболочки входят *почвы*, которые также являются природным ресурсом, определяющим продовольственную базу человечества.

Образование осадочных пород определяется процессами разрушения, транспортировки и осаждения (седиментации) в результате физико–химических изменений ранее существующих на земной поверхности пород. Далее могут следовать процессы диагенеза – литификации рыхлых пород путем физических и химических процессов, подобных уплотнению, цементации, а также катагенеза – образования вторичных минералов.

Для изложения данных по характеристике осадочных пород в музейной экспозиции использована их традиционная систематика с выделением групп – обломочные (кластогенные), глинистые (алюмосиликатные), глиноземные (аллиты), железные (ферролиты), марганцевые (манганолиты), фосфатные, карбонатные, кремневые, соли (эвапориты), каустобиолиты. В каждой из перечисленных групп выделены более мелкие категории, исходя из наиболее характерных признаков.

#### **4.2.1 Обломочные породы**

Представляют собой одну из самых важных и распространенных групп осадочных пород и отличаются разнообразным, большей частью сложным составом и различными условиями образования. Классификация обломочных пород основывается прежде всего на размерах слагающего их обломочного материала, обусловленных динамическим режимом среды их накопления; нижним пределом величины обломков в этой группе пород считают обычно 0,01 мм. Большое значение для классификации этих пород имеют также степень окатанности (преимущественно для крупнообломочных пород), соотношение обломков, различной размерности, вещественный состав обломков, характер и минеральный состав цемента в литифицированных породах. К этой группе относятся грубообломочные, песчаные и алевритовые породы. По структурным признакам они подразделяются на: глыбы (обломки > 1 м), валуны (обломки от 10 см до 1 м), конгломераты и брекчии (обломки от 1 до 10 см) гравелиты (зерна от 1 мм до 1 см), песчаники (от 0,1 мм до 1 мм), алевролиты (от 0,01 до 0,1 мм). По *форме обломков* в грубообломочных породах они подразделяются на два больших ряда:

1) валуны, галька, конгломераты, гравелиты – характеризуются окатанной формой обломков;

2) глыбы, щебенка, дресва и брекчии – неокатанной формой.

По *структурным признакам* выделяют псефитовую (с размером обломков >2 мм), псаммитовую (мелкообломочную песчаную – от 2 до 0,05 мм) и алевроитовую (от 0,05 до 0,005 мм) структуры. По *составу* все обломочные породы подразделяются на три группы: мономинеральные (содержание главного минерального компонента приближается к 100 %), олигомиктовые или малосмешанные породы со значительным (60- 90 %) преобладанием одного компонента над другим и полимиктовые с выделением аркозовых и граувакковых пород. Аркозы – продукты разрушения гранитоидов, граувакки – основных, средних магматических пород и метаморфических сланцев.

Галечники и конгломераты образуются в морях и озерах, в речных долинах, в области предгорий, в результате деятельности ледников, иногда под действием ветра. Песчаные породы (псаммиты) составляют 18 – 22 % осадочной оболочки Земли. Обломочный материал песков, накопившийся в зоне мелководья морского бассейна, обычно хорошо окатан, отсортирован. Хуже отсортирован и окатан в аллювии равнинных рек, в подводных дельтах.

Алевроитовые породы. Цементированные разности называются алевролитами. По минеральному составу чаще всего существенно кварцевые олигомиктовые. Формируются в поймах рек, в озерах, накапливаются в болотах, в иловой зоне морского побережья на удалении от береговой линии.

#### 4.2.1.1 Вулканоогенно–осадочные (пирокластические) породы

Представляет собой осадочные породы, состоящие в основном из продуктов вулканических извержений. Содержат в своем составе как продукты вулканической деятельности, так и собственно осадочный обломочный материал. Попадая на поверхность Земли, вулканоогенный материал переносится и отлагается в

воздушной или водной среде, смешиваясь при этом с нормально–осадочными образованиями.

По соотношению вулканогенного и собственно осадочного материала выделяют три группы вулканогенно–обломочных пород: туфы, туффиты и туфоосадочные породы. Если в обломочной породе примесь пирокластического материала составляет менее 10 %, такая порода относится к собственно осадочным образованиям.

**Туф** – горная порода из пепла, песка, лаппилей (обломки шлаков), бомб, обломков горных пород не вулканического происхождения и др., впоследствии уплотненных и сцементированных. Особенность туфов – однородность, свежесть, невыветрелость, плохая сортировка, неокатанность материала.



СЕРЫЙ ТУФ

**Туффит** – осадочно–вулканогенная порода, в которой содержание пирокластического материала не должно быть меньше 50 % (до 90 %). Характерна лучшая сортировка, некоторая окатанность, более смешанный состав, большее количество чистоосадочного материала.

Туфы и туффиты могут быть окрашены в различные цвета – серый до черного, зеленоватый, голубоватый.

*Туфоосадочные породы* классифицируются по тем же признакам, что и собственно–осадочные породы. Подразделяются на туфопесчаники и туфоалевролиты. Пирокластический материал может быть представлен пепловым материалом, отдельными кристаллами и обломками пород вулканического происхождения.

#### 4.2.2 Глинистые породы

*Глины* – наиболее распространенные осадочные породы. Составляют до 70 % осадочной оболочки Земли. Являются продуктом химического разложения минералов материнских пород, представляющие собой более тонкую, часто



коллоидальную фазу рассеяния вещества. Сложены более чем на 50 % частицами мельче 0,01 мм, причем не менее 25 % из них имеют размеры < 0,001 мм.

Среди глинистых пород по генезису выделяют две основные группы:

- 1) осадочные глинистые породы, образовавшиеся в результате переноса и отложения продуктов выветривания различных пород;
- 2) остаточные глинистые породы, возникшие в результате изменения на месте различных изверженных, метаморфических и осадочных пород.

Характерной особенностью глин является пористость. Сухие глины могут впитывать в себя воду, разбухают, становятся мягкими, приобретая при этом пластичность. Впитав в себя некоторое количество воды, глины становятся водоупорными и водонепроницаемыми. Многие глины способны поглощать (адсорбировать) и удерживать из жидкостей и газов отдельные их составные части. Некоторые глины обладают способностью извлекать окрашивающие примеси из минеральных, растительных и животных масел и жиров. С адсорбцией связаны также омыляющие свойства некоторых глин, которые поглощают из растворов и смесей жировые вещества и омыляют их.

Все основные свойства глинистых пород обуславливаются их минералогическим составом. По этому признаку они подразделяются на олигомиктовые и полимиктовые. Наиболее распространенными глинистыми породами олигомиктового состава являются каолинитовые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые, бейделлитовые. Большая часть глин имеет смешанный состав. К ним относятся гидрослюдисто – каолинитовые, гидрослюдисто–бейделлитовые и др. глины.

Каолинитовые и монотермитовые глины в воде не разбухают, часто имеют белый или светло–серый цвет, жирны на ощупь, сухарные, т.е. шершавые. По своему происхождению каолины делятся на первичные, образовавшиеся на месте выветривания полевошпатовых пород, и вторичные – переотложенные первичные каолины. Вторичные чище, кварц и остатки других минералов в них практически отсутствуют. Чистый каолин состоит только из одного минерала – *каолинита*. Каолины являются ценнейшей разновидностью глин и используются как наиболее

высокосортное сырье керамической, фарфоровой, фаянсовой, резиновой и бумажной промышленности. Применяется также как наполнитель красок и лекарств. Каолинитовые глины, каолины обычно неслоистые, имеют сплошную текстуру, отдельность неправильно комковатая и кусковая.

Монтмориллонитовые глины имеют светло–серый цвет с желтовато–зеленоватыми оттенками. На ощупь они тощие или жирные, имеют раковистый излом, иногда восковидный облик. В воде одни из них сильно разбухают, жадно впитывают воду, иногда даже с повышением температуры, увеличиваются в объеме и превращаются в гель. Эти глины называются *бентонитами*. Около 70 – 90 % частиц в таких глинах остаются во взвешенном состоянии в любом количестве воды. Получающаяся при этом коллоидная взвесь применяется в качестве циркулирующего раствора в буровых скважинах при бурении на нефть. Этот раствор смазывает бур, поднимает обломки разбуренных пород из забоя скважины наверх, закрепляет стенки скважины и сохраняет желатинообразное состояние, находясь длительное время без движения.

Бейделлитовые глины макроскопически сходны с монтмориллонитами. Окраска их имеет желтовато - зеленый оттенок, в воде разбухают слабее.

Гидрослюдистые глины в воде не разбухают, особо визуальным признаком не имеют, за исключением глауконитовых глин темно - зеленого цвета. Гидрослюдистыми является большая часть глинистых пород. Они редко имеют светло–серый цвет, коричневатые, бурые, красноватые различных оттенков, пестроцветные. В гидрослюдистых глинах широко развиты различные типы слоистости и пятнистых текстур. Обычно они песчанистые или алевритистые, часто карбонатны.

По *структуре* и гранулометрическому составу выделяются тонкодисперсные, состоящие в основном из частиц  $< 0,01$  мм и крупнодисперсные, в которых преобладают частицы  $0,01 - 0,001$  мм. Текстуры глин разнообразные. Помимо неслоистых массивных наблюдаются слоистые. Обычно слоистость горизонтальная, реже волнистая, сплошная или прерывистая. *Окраски* глин разнообразны. Большинство глинистых минералов белые, и поэтому чистые глины чаще всего тоже

белые или светло - серые. Окислы железа окрашивают глины в желтые, красные и фиолетовые тона разной интенсивности; закисные соединения - в сизые, зеленоватые и серые тона; окислы марганца - в бурый и черный цвет; битумы - в светлые палевые или коричневые тона; гуминовые соединения и углистый детрит обуславливают серый и черный цвет. В состав глин часто входят аутигенные неглинистые минералы – известковое вещество, железистые окисные и сульфидные минералы, гипс, фосфаты и др.

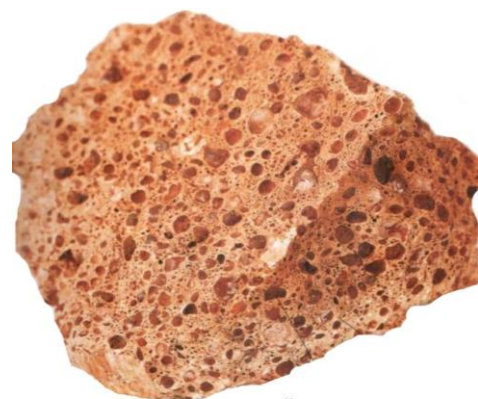
*Аргиллиты* – представляют собой глины, затвердевшие в результате диагенеза (спрессования, дегидратации, перекристаллизации). От глин отличаются твердостью, отсутствием пластичности и вязкости. Это камнеподобные породы, разбивающиеся на куски только при значительном усилии.

### 4.2.3 Породы химического и биохимического происхождения

Основным принципом классификации пород группы является их химический состав.

#### 4.2.3.1 Аллитовые породы

Характеризуется высоким содержанием в их составе глинозема. В этой подгруппе выделяют два главных типа пород: бокситы и латериты. **Бокситы** – алюминиевая руда – важнейшее полезное ископаемое, связанное с корами выветривания основных или щелочных изверженных пород в условиях жаркого и влажного тропического климата. Породообразующими минералами являются *гиббсит*  $Al(OH)_3$ , *бёмит*  $AlO(OH)$  и *диаспор* тоже  $AlO(OH)$ .



БОКСИТОВЫЙ ПИЗОЛИТ

Кроме гидроксидов алюминия в бокситах обычно присутствуют гематит, гидрогетит, каолинит, шамозит. Бокситы могут быть рыхлыми, похожими на глину и плотными с раковистым изломом. Различаются по цвету – от желтовато–белого до

серого и коричневого из-за высокого содержания оксидов железа. Структуры пизолитовые (бобовые), пелитовые, текстуры беспорядочные.

#### 4.2.3.2 Железистые породы

Среди них выделяют *окисные, карбонатные, силикатные и сульфидные типы.*

**Окисные железные породы (бурые железняки)** наиболее широко



ООЛИТОВЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК

распространены. Состоят в основном из гётита и гидрогётита – темно-бурые или буровато-желтые (охристые). Могут быть рыхлыми, землистыми или плотными. Для последних характерны оолитовая, бобовая и скорлуповатая структуры. Текстура массивная, кавернозная, конкреционная, ячеистая.

Встречаются бобовые и оолитовые разности с зернами величиной от долей мм до 20 мм в диаметре, в виде плоских эллипсоидальных образований; конкреционные из сростков различной формы и величины; корковидные образования причудливой формы; мелкопористые (сотовые руды) и крупноячеистые руды и так называемые «жеодистые».

**Сидеритовые породы** чаще всего встречаются в массивных или зерновых формах, иногда в гроздевидных агрегатах. Сложены минералом сидеритом  $FeCO_3$ . Различают сидериты двух морфологических типов:

1) пластовые залежи плотных и рыхлых микрозернистых сидеритов серого или светлого голубоватого цвета:

2) сферосидериты – округлые конкреции радиально – лучистого строения, характерные для углисто-глинистых отложений. Применялся ранее как железная руда.



ГРОЗДЕВИДНЫЙ СИДЕРИТ

*Гематитовые железные кварциты (джеспилиты)* – очень плотные однородные полосчато-микрослоистые породы, состоящие из тонко чередующимися прослоями, реже смесью кварца, темного красновато-бурого или

серого гематита и магнетита. Образовались в результате окисления, а затем некоторого метаморфизма первоначально отложившихся сидеритовых или лептохлоритовых руд.

#### 4.2.3.3 Марганцевые породы

Основные типы марганцевых пород псиломелан – пиролюзитовые, кремнисто-пиролюзитовые и карбонатные.

**Псиломелан – пиролюзитовые породы** представляют собой черные землистого вида рыхлые породы. Псиломелан встречается в виде дендритов, оолитов, конкреций, пиролюзит – в скрытокристаллических порошковых массах и конкрециях. Для переотложенных руд характерно пористое или кавернозное строение с широким развитием натечных форм.

**Кремнисто–пиролюзитовые породы.** Марганцевые минералы находятся здесь в тесном сростании с кремнистыми минералами – осадочным кварцем и халцедоном.

**Карбонатные руды марганца** представляют собой скопления карбонатных марганцевых минералов (манганокальцитов, родохрозита), обычно приуроченных к морским карбонатным отложениям светло–серым, розовым, мелко– и микрозернистым иногда тонкослоистым породам, часто почти неотличимым от известняков, отличающихся от них большей плотностью и черной рыхлой корочкой на выветрелых поверхностях породы. Они залегают сплошными слоями, отдельными линзами, в виде конкреций, оолитов, натечных форм.



Марганцевые руды образуются в результате химического и, возможно, биохимического осаждения преимущественно в условиях мелководья в прибрежной области морей, реже в озерах и болотах. Крупнейшие месторождения марганца



образовались в спокойной среде, в условиях далеко зашедшего выветривания пенеценизированных областей.

Оксиды марганца пиролюзит и псиломелан, а также гидроксид **манганит** представляют основные руды марганца.

#### 4.2.3.4 Фосфатные породы

Фосфатными породами считаются породы, обогащенные фосфатом кальция. Осадочные образования, морские и континентальные, содержащие не менее 5 – 12 % до 35 %  $P_2O_5$  называются **фосфоритами**. [30]

По условиям залегания, особенностям образования и способам концентрации фосфатного материала выделяется несколько литологических типов фосфоритов: *пластовые, конкреционные, зернистые, ракушняковые*. Фосфатное вещество в них отмечается разнообразием и формами выделения. Это может быть поровый цемент, либо скопления фосфатных створок раковин, рыбных остатков, скопления фосфатных стяжений, конкреций, оолитов.

По морфологии скоплений, структурам фосфатных агрегатов, отражающим условия образования, выделяют *пластовые, конкреционные и зернистые фосфориты* [5]. Пластовые фосфориты могут быть белыми, серовато - белыми, темно - серыми почти черными оолитовыми с примесью кремнезема и доломита (фосфориты Казахского Каратау).

Месторождения желваковых (конкреционных) фосфоритов возникали обычно в результате размыва отложений, содержавших отдельные рассеянные желваки или тонкие их прослои. После перебива включивших их песчано–глинистых толщ крепкие и тяжелые желваки, немного окатавшись, перераспределялись и накапливались с редким обогащением в пределах одного базального слоя.

Зернистые фосфориты отличаются участием в их сложении округлых комочков, оолитов и пизолитов размером от 0,1 до 1,0 мм, в отдельных случаях до диаметра 1-2 см.

Сплошные массы бесструктурного черного с примесью органики коллофана могут образовывать пласты афанитовых (фарфоровидных) микрозернистых фосфоритов с размером зерен 0,003–0,005 мм и менее.

Ракушечные оболочковые фосфориты, состоящие из темных обломков маленьких фосфатных раковин оболид с примесью кварцевого песка и глауконита, представляет редкий пример фосфоритов чисто органогенного происхождения.

Костяные брекчии состоят главным образом из позвонков рыб, реже других костей (черепа, челюсти), сцементированных карбонатно – песчано–глинистым или фосфатным цементом.

Формирование фосфоритов происходит в морских бассейнах нормальной солености в зоне шельфа, в мелководной его части (60 – 300 м).

Известно более 20 крупных фосфоритоносных бассейнов с запасами фосфора более 100 млн. тонн. [30]



**ФОСФОРИТ**

Фосфориты используют для получения фосфорных удобрений для сельского хозяйства, фосфора, фосфорной кислоты, применяемых в различных отраслях промышленности.

#### 4.2.3.5 Карбонатные породы

Карбонатные породы, составляющие 14 % осадочной оболочки Земли, слагаются преимущественно карбонатными минералами, главным образом кальцитом, доломитом, меньше анкеритом и сидеритом. Образуют толщи мощностью сотни и тысячи метров. Порода, содержащая 50 % и более кальцита, является *известняком*, 50 % и более доломита – *доломитом*. Наиболее чистые разновидности известняков содержат от 95 % до 100 % кальцита. Ряд карбонатных пород, известняков и доломитов, включающих глинистый материал, называется мергелем с содержанием глинистой компоненты от 25 % до 50 %.

Выделяется четыре структурно – генетические группы карбонатных пород:

- 1) органогенные;
- 2) зернистые и оолитовые, т.е. хемогенные (и биохемогенные);
- 3) обломочные;
- 4) значительно измененные. [38]

1. *Органогенные породы* (почти исключительно известняки) по скелетным остаткам организмов подразделяют на биоморфные – биогермные и цельнораковинные – детритовые.

*Биогермные известняки* включают коралловые, мшанковые, водорослевые и некоторые другие известняки, представляющие собой неподвижные, прижизненно захороненные образования рифового типа – скелетных остатков прикрепляющихся организмов. Рифовые постройки создаются в течение длительного времени морскими организмами, которые существуют только колониями, сообществами. В настоящее время большая часть рифов построена кораллами, но сотни млн. лет назад, главными строителями рифов были мшанки и водоросли. Кораллы, мельчайшие морские животные, добывают кальций из морской воды и строят из него красивые ветвистые или со сложной извилистой поверхностью «домики», тончайшие кружевные столбики и перегородки. Жить эти организмы могут только на глубинах не более 45 м при температуре не ниже +20 °С.

По форме, размеру и соотношению структурных элементов (раковин, кристаллов, обломков и т.д.) выделяют типы пород.

*Цельнораковинные известняки* подразделяют на крупнораковинные, или ракушняки, к которым относятся брахиоподовые, белемнитовые и другие, и мелкораквинные, фораминиферовые (фузулиновые, нуммулитовые, глобигериновые), остракодовые и т.д.

*Детритовые или детритусовые* (органогенно – обломочные) известняки состоят из обломков скелетных остатков организмов. По систематической принадлежности органических остатков они бывают как однородными по составу – монодетритовыми (пелециподовыми, фораминиферовыми, водорослевыми и другими), так и смешанными – полидетритовыми (криноидно–брахиоподовыми, криноидно–полидетритовыми и т.д.) В частности, мел считают в основном

органогенной породой, слабо сцементированной, лишенной слоистости и известной только из отложений верхнемелового возраста (145 - 65 млн. лет назад). Главными его составными частями являются кокколиты (одноклеточные морские водоросли с известковым панцирем), микрозернистый кальцит и мелкие фораминиферы. Может присутствовать немного кремнезема в виде иголочек губок, скелетов диатомей и радиолярий.

Детритовые известняки классифицируются также по размеру обломков с выделением грубо – (обломки крупнее 1 мм), крупно (1 - 0,5 мм), средне - (0,5 - 0,25 мм), мелко - (0,25 - 0,1 мм) и тонкодетритовых или шламовых (мельче 0,1 мм) известняков.

2. *Зернистые и оолитовые карбонатные породы* являются в основном первичнохемогенными. Хемогенные известняки лишены органических остатков, залегают в виде выдержанных пластов или образуют отдельные конкреции. Отличаются большей или меньшей равностерностью, однородностью и плотностью. Обычно они мелко - или микрозернисты, иногда – коллоидальнозернисты. Представляют собой более сложные образования, в которых микрозернистый кальцит отлагался тонкими (в сотые доли мм.) концентрическими оболочками вокруг зародышевого зерна – песчинки, обломка раковины, сгустка известкового ила и т.д.



ИЗВЕСТНЯК ООЛИТОВЫЙ

К зернистым известнякам относят **известковые туфы** – мягкие пористые отложения, состоящие в основном из карбоната кальция, осаждающегося из горячих источников у выхода ключей, озерной или грунтовой воды, также сталактиты, сталагмиты, корки, травертины, объединяемые под названием *известковых натеков*.



ИЗВЕСТКОВЫЙ ТУФ

3. *Обломочные известняки*, слагающиеся угловатыми или окатанными обломками зернистых (хемогенных) или органогенных известняков. Образуются не из терригенного, а из местного недавно отложившегося известкового осадка или раковин в зоне прибоя.

4. *Известняки измененные*. Основные структурные черты их приобретены в результате наложенных процессов на стадиях диагенеза и эпигенеза - перекристаллизации, грануляции, замещения и т. д., а также в результате жизнедеятельности организмов - илоедов. Перекристаллизация, сводящаяся к росту более крупных кристаллов, развивается при повышении температуры и давления, т.е. при условиях, повышающих подвижность атомов. Мелко - микрозернистые известняки становятся средне - и крупнозернистыми, приобретают сверкающий сахаровидный и крупнокристаллический излом; первичные структуры стираются и становятся реликтовыми, породы переходят в *мраморы*.

Большим разнообразием обладают текстуры карбонатных пород: широко распространены неслоистые, горизонтально – волнисто - и косослоистые породы, обычны текстуры замещения, растворения, стилолиты (зубчатый или сутурный шов), подводнооползневые, текстуры ходов илоедов и др.

#### 4.2.3.6 Кремнистые породы (силициты)

Сложены более чем на половину из минералов группы кремнезема - опала, халцедона и меньше осадочного кварца.

По условиям образования подразделяются на биогенно–хемогенные, морские и континентальные, наземные термальные (гейзериты, корки, натёки, кремнистые туфы), морские и наземные вулканогенно-осадочные, гипергенные в корках выветривания [5]. По форме нахождения в природе кремнистые породы делятся на *пластовые*, являющиеся седиментационными, и *конкреционные*, залегающие в качестве включений в других породах, чаще всего в карбонатных или обломочных.

Пластовые кремнистые породы по структуре подразделяются на *органогенные*, обладающие биоморфной (органогенной) структурой и *хемогенные*,



для которых характерны аморфные гелевидные, нередко глобулярные, а также микро- и мелкозернистые кристаллические, иногда коллоидально-зернистые структуры.

К органогенным кремнистым породам относятся *диатомиты, спонголиты и радиоляриты*.

**Диатомиты** – легкие светлые тонкопористые породы, состоящие из диатомовых водорослей (диатомей) размером от 4 до  $2 \times 10^{-5}$  см. с опаловым и халцедоновым скелетом. Обычно бывают чистыми белыми. *Диатомовый океанический ил* в сухом состоянии имеет вид нежной кремневой муки светло-желтого цвета. Отлагается на больших глубинах до 5 - 6 тыс. м преимущественно в южных приполярных областях океанов. Диатомен существуют и в пресных водах, образуя коллоидальные нитевидные особи.



ДИАТОМИТ

**Радиоляриты** сложены опаловыми скелетами размером в сотые и, реже 0,1 - 0,2 долей мм радиолярий. По внешнему виду неотличимы от диатомитов. Радиоляриевый ил является также весьма глубоководным осадком; он отлагается в некоторых частях Тихого и Индийского океанов.



РАДИОЛЯРИТ

**Спонголиты** – спикулы – иголки диаметром менее 1 мм, на которые распадается скелет опаловых губок. Близки к опокам. Крепкие.

Среди хемогенных пластовых силицитов выделяются *трепела и опока, гейзериты (кремнистые туфы)*, а также различные корки, имеющие чаще всего опаловый и реже халцедоновый состав.

**Опока** – легкая, твердая горная порода опалового состава. Содержит мало органических остатков, сложена мельчайшими глобулями (шариками) опала, осевшего из коллоидальных растворов кремния. Загрязнены глинистой примесью и

для нее характерны серые и желтоватые оттенки. Более литифицированные породы, чем трепела, из которого она образуется в процессе диагенеза.

**Трепел** – опаловая осадочная тонкозернистая высокопористая порода, практически лишенная остатков организмов.

В целом, опаловые породы узнают по очень небольшому объемному весу, т.е. легкости, обусловленной большой пористостью. Другие их признаки – прилипание к языку, светлые окраски и часто белый цвет.

*Конкреционные кремнистые породы.* Желваки или конкреции, сложенные аутигенным кремнеземом, называют *кремнями*. Формы их причудливые, конкреции, бесформенные массы. В целом

они выделяются своим стеклянным блеском, сливным видом, высокой крепостью и твердостью, раковистым изломом. Встречаются в виде пластов и линз с отроутками. Окраска их разнообразна.



**СЕРДОЛИК**

Кремни бывают водянопрозрачными (светло–серыми, голубовато–зеленоватыми) белыми, серыми, темно–серыми и черными, розовыми, желтыми, коричневатыми. Оранжево–красная просвечивающая разновидность халцедона – *сердолик*, красноватый цвет получает от примеси гематита. Когда то считался самым красивым из всех камней. При ударе кремни высекают искру.

**Яшма** – агрегат мельчайших кварцевых частиц, сцементированных кварцем или халцедоном, содержащий в среднем около 20 % глинистых примесей. Пигментирующими веществами яшм служат тонкорассеянные красные, бурые и черные окислы железа и марганца, зеленые хлориты и эпидот, голубые глаукофан, рибекит, актинолит и некоторые другие минералы. Химический состав яшмы не постоянен. В типичных яшмах Южного Урала содержится от 80 % до 95 %  $\text{SiO}_2$ , до 15 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и от 3 % до 6 %  $\text{CaO}$ . Твердость яшм зависит от количества примесей, снижаясь от 7 у чистых кварцевых разновидностей до 6,5 - 5, у сильно загрязненных пород.

Принято считать, что яшмы зеленокаменных толщ образуются преимущественно за счет первичных кремнистых морских осадков – органических (радиоляриевые илы) или органично–хемогенных. По мнению А.Е. Ферсмана кремнистые радиоляриевые илы преобразуются в яшмы под непосредственным воздействием изливавшихся базальтовых лав. Наиболее обоснованной представляется точка зрения о формировании яшм из кремнистых радиоляриевых осадков, а также существенно кремнистых туфов и туффитов в условиях регионального метаморфизма фации зеленых сланцев.

Кремнистые породы – ценные полезные ископаемые. Диатомиты применяются при очистке и осветлении жидкостей; в качестве звуко- и теплоизолирующего материала как наполнитель для бумаги, краски и керамики. Используются для изготовления кремнистого цемента. В ювелирном камнерезном производстве наиболее популярны пестроцветные брекчиевидные так называемые *пейзажные яшмы*, не имеющие равных среди цветных камней по красивому сочетанию цветов и причудливости рисунка.

#### 4.2.3.7 Эвапориты

Это породы, возникшие только хемогенным путем из ионных растворов геохимически подвижных компонентов. Состоят из сульфатных и галогенных соединений. Их классифицируют по генетическому и минералогическому принципам. Выделяются хемогенные лагунные и озерные образования и континентальные, образовавшиеся в районах, удаленных от моря – в бессточных озерах среди пустынь.

Текстуры эвапоритов массивные, слоистые, сетчатые, сферолитовые, сталактитовые. Структуры – кристаллически–зернистые, волокнистые, спутанно–волокнистые, натечные, метасоматические.

Наиболее распространенные типы эвапоритов следующие: сульфаты – гипс, ангидрит, меньшее распространение имеют хлориды, главным образом галит, редко встречаются полигалит и другие соли калия

По данным Ф. Петтиджона в эвапоритах установлено порядка 80 минералов. Из них только 29 встречаются часто: 11 карбонатов, 12 сульфатов, 6 хлоридов. При испарении морской воды, представляющей собой сложный раствор, различная растворимость солей ведет к тому, что они выпадают из раствора в определенном порядке. Раньше всех начинают выделяться сульфаты кальция (гипс, ангидрит), затем следуют каменная соль, магниевые соли и, наконец, калийные соли, как наиболее легко растворимые. Накоплению соляных толщ значительной мощности способствуют длительное опускание дна бассейна, сопровождающееся постоянным или периодическим поступлением в него новых порций соленых вод.

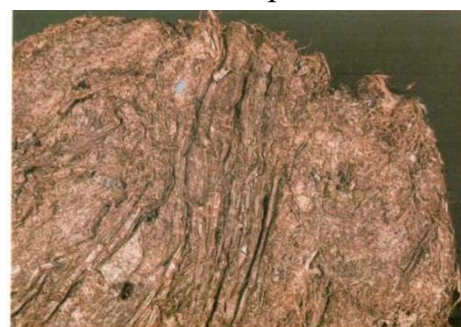
Деформации мощных соляных тел, залегающих на значительной глубине, приводят к локальным образованиям штокообразных или трубообразных масс. Эти массы внедряются в вышележащие осадки, образуя соляные купола или соляные штоки.

Крупными самосадочными бассейнами являются Большое соленое озеро в США, залив Кора-Богаз-Гол, озера Баскунчек, Эльтон, озера Эмбинской группы (Казахстан).

#### 4.2.3.8 Каустобиолиты

В переводе с греческого слова означает горючие камни органического происхождения. К ним относятся торф, ископаемые угли, сапрпель, горючие сланцы. Нефть, горючие газы, газоконденсаты геологически и генетически связаны с каустобиолитами. Но они имеют особенности, отличающие их от других горючих ископаемых.

**Торф** представляет собой скопление растительных остатков разной степени разложенности. Связан с пресноводными болотами. Цвет серо-желтый, буроватый, серо-черный. Сложение его волокнистое. В составе торфа – воски смолы, жирные кислоты, углеводы,



ТОРФ

гуминовые кислоты, целлюлоза. Много воды – 65 – 90 % в естественном состоянии. После высушивания теряет способность поглощать воду. Выглядит как прессованный табак. После диагенеза в торфе без изменения остаются наиболее устойчивые ткани растений – споры, пыльца, кора. Содержание углерода в органической массе около 55 – 60 %. Общие ресурсы торфа в мире, большая часть которых находится в Европе, Азии и Северной Америке, достигает 0,5 трлн.т.

От 70 % до 80 % торфа используется в сельском хозяйстве в качестве удобрения, кормовых добавок для животных, является источником многих ценных продуктов: воска, органических красителей. При нагревании из торфа получают сульфат аммония, аммиак, фенолы, уксусную кислоту, метиловый спирт, смазочные масла, парафин и др. Только в Западной Сибири ресурсы торфа позволяют получить 40 млрд. м<sup>3</sup> газа, более 1 млн. т. бензина.

**Ископаемые угли.** По генезису делятся на угли, образовавшиеся из остатков древесной растительности – гумусовые угли; из спор, кутикулы, коры – липтобиолиты и угли из скоплений водорослей – сапропелиты. Гумусовые угли бывают бурого, темно–серого, черного цвета, матовые и блестящие.

По степени метаморфизации растительного вещества и продуктов его разложения выделяются бурые, каменные угли и антрациты.

**Бурые угли (лигниты)** бывают бурого, коричневого до черного цвета, матовые или слабо блестящие. Содержат много влаги (до 30 %), имеют низкую теплотворную способность, плохо высушаются, быстро сгорают. Содержание углерода на органическую массу 60 - 75 %. Буроугольные месторождения относительно мощные. В России можно отметить Челябинский буро - угольный бассейн. Пласты угля здесь от нескольких десятков до 100 - 200 м.

**Каменные угли** имеют плотное сложение, черный цвет, хрупки, блестящие, реже матовые. Макроскопически различимые растительные остатки отсутствуют. Резко возрастает содержание углерода от 75 % до 92 %. Легко горят.



**Антрациты** - наиболее высокометаморфизованные угли. Имеют темно-серую окраску, сильный металлический блеск, плотные, бездымные. Воспламеняются с трудом, горят коротким голубоватым пламенем, дают много тепла. Содержат углерода на органическую массу 91 - 97 %. При нагревании без доступа кислорода свыше 800 °С превращаются во вспученную шлакоподобную массу – кокс, используемый в черной металлургии.



АНТРАЦИТ

**Сапропель** – современный гелеобразный мягкий осадок, содержащий большое количество органического вещества. Основная масса его состоит из тонкого и грубого детрита водорослей, различных животных (микроорганизмы, насекомые) и растений. Это темная, мягкая и жирная масса однородного или микрослоистого строения. Накапливается на дне озер и болот содержит углерода до 60 – 70 %.

**Горючие сланцы** – это нормально – осадочные глинистые или известковые часто тонкослоистые породы буровато-серого, зеленовато-серого до черного цвета со значительным 50 – 60 % содержанием органического ила, состоящего из мельчайших водорослей и других организмов. Легко загораются от спички, горят коптящим пламенем и издают запах жженой резины. Образуются на дне озерных и морских водоемов. Разлагаясь под водой без доступа воздуха, ил постепенно превращается в темное горючее вещество, пропитывающее породу.

Важнейшие месторождения горючих сланцев в Среднем Поволжье и в Заволжье. При нагревании горючих сланцев в специальных перегонных аппаратах из них добывают напоминающее нефть вещество: сланцевое масло. Из него получают парафин, бензин, керосин, смазочные масла.

#### 4.2.3.9 Краткие сведения о нефти

**Нефть** - это маслянистая горючая жидкость обычно черного или темно-бурого цвета, реже бесцветная со специфическим запахом, представляющая собой сложный раствор углеводородов, где в жидкой фазе растворены твердые и газообразные вещества. В ее составе углерод преобладает – его содержится 79 – 88 %, а водорода всего 11 - 14 %. В небольших количествах (до 5 %) содержит серу, кислород и азот. В очень незначительных концентрациях (до 0,03 %) в нефти присутствуют металлы – ванадий, никель, железо, алюминий, медь, магний, барий, стронций, марганец, хром, кобальт, молибден, калий, натрий, цинк, серебро, галлий, а также бор, мышьяк, иод. Плотность нефти изменяется от 0,75 до 1,06. Она возрастает с увеличением процентного содержания в ней тяжелых углеводородов (смола). Обычно она плавает на воде, редко тонет.

Геологические условия нахождения нефти очень разнообразны: она залегает в песках, песчаниках, алевритах, известняках и других пористых или трещиноватых породах. Считается, что нефть произошла из органических веществ, образовавшихся в водной среде – в морях, океанах, лагунно-заливных и дельтовых условиях. Наиболее вероятными первоисточниками нефти являются планктонные живые и растительные организмы. Эти организмы при отмирании оседают на дне водоемов, смешиваются с илами и образуют *сапропель*. Последний перекрывается слоями других осадков. Благодаря переработке микроорганизмами, воздействию повышенных температур и давлений сапропель постепенно превращается в нефть.

Превращению сапропелей в нефть сопутствует выделение углеводородных газов, которые могут сопровождать нефть в недрах, а могут обособляться в геологических структурах. Таким образом, формируются нефтяные, нефтегазовые и газовые месторождения.

**Природный газ** на 90-98% состоит из метана ( $\text{CH}_4$ ). Он содержит также 1- 3 % азота, 0,1 - 0,2 % окиси углерода.

**Газоконденсат** – природная смесь газообразных и легкокипящих жидких углеводородов. При больших давлениях и высоких температурах в недрах

газоконденсаты находятся в парообразном состоянии. Но в условиях низких температур и обычного атмосферного давления из них выпадает жидкая составляющая – конденсат – бесцветная или светло–коричневая жидкость.

**Твердый битум** представляют собой продукты изменения (окисления) нефтей и встречаются в нефтегазоносных областях.

### 4.3 Метаморфические горные породы

В глубинах Земли огромная температура и колоссальное давление разрушают и преобразуют горные породы. Эти изменения происходят в породах, находящихся в твердом состоянии. Это явление называется *метаморфизмом*. Метаморфизму могут подвергаться породы любого происхождения – магматические, осадочные и ранее существовавшие метаморфические.

Главные минералы представлены кварцем, полевыми шпатами, слюдами, пироксенами и амфиболами. Наряду с ними присутствуют типично метаморфические минералы: гранаты, андалузит, дистен, силлиманит, кордиерит, скаполит и некоторые другие. Характерны, особенно для слабо метаморфизованных пород, тальк, хлорит, актинолит, эпидот, цоизит, карбонаты. Среди минералов особенно распространены листоватые, чешуйчатые и пластинчатые.

Выделяются следующие три различные пути образования метаморфических пород: *динамический (катаклазиты), контактово–термальный и региональный*.

#### 4.3.1 Породы динамического метаморфизма

*Динамический (катакластический) метаморфизм* проявляется в результате крупномасштабных подвижек земной коры, в особенности вдоль разлома метаморфических пород и границ контактов, где сталкиваются тектонические плиты. Продукты динамического метаморфизма



МИЛОНИТ

вызывают появление *катаклазитов* – раздробленных пород и при полном истирании пород – *милонитов*. Катаклазиты состоят из угловатых обломков, сцементированных перетертым материалом этой же породы.

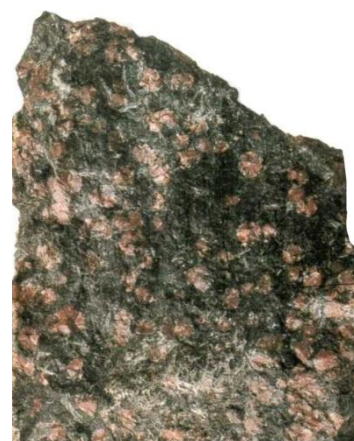
**Милонит** продукт дальнейшего перетирания любой породы при динамическом метаморфизме с сильным направленным давлением. Имеет тонкую, иногда сланцеватую зернистость. Цвет черный, серый, редко светлый. Встречается узкими полосами по основным линиям тектонических возвышений.

#### 4.3.2 Породы контактово – термального метаморфизма

*Контактово–термальный метаморфизм* происходит, когда интрузия магмы нагревает окружающую породу за счет своей высокой температуры и происходит в породах вблизи магматических интрузий. Область, затронутая контактом с горячей магмой, обычно имеет размер от 1 до 10 км. Тепло интрузии изменяет окружающие породы. В пределах ореола контактово измененных пород выделяются зоны термального метаморфизма от наиболее высокотемпературной, в непосредственном контакте с интрузивом, к все более низкотемпературным – по мере удаления от него. Новые минералы, возникающие при контактовом метаморфизме, зависят от состава исходных пород. Контактный метаморфизм производит несланцеватые породы, такие как мраморы, кварциты и роговики.

В условиях мусковит – *роговиковый* и *амфибол* - *роговиковой фации* глинистые и кварц–полевошпатовые породы преобразуются в темно–серые и черные сланцы. Карбонатные породы могут быть доломитизированы или содержать примеси глинозема или кремнезема. При наличии примесей появляются тальковые породы.

**Мрамор** – зернистая метаморфическая порода из измененного известняка или доломита. Образуется под действием тепла и давления и состоит из соединенных зерен кальцита или доломита. Мраморы, обогащенные



ГРАНАТОВЫЙ РОГОВИК

серпентинитовыми минералами, называются *офиокальцитами*. Чистый мрамор – белый. Примеси серпентина, тремолита и оливина могут придавать зеленоватый оттенок. В черных мраморах высокая концентрация графита. Ценный декоративно–облицовочный и поделочный камень.

**Роговики** образуются при контактовом метаморфизме по соседству с магматической интрузией

при температуре 700 – 800 °С. Могут получиться почти из любой материнской породы, а их состав зависит как от самой породы, так и от температуры. Это твердая, однородная порода, очень мелкозернистая, может быть полосатой. По характеру новообразованных минералов различают роговики биотитовые, амфиболитовые и др.

### 4.3.3 Породы регионального метаморфизма

Образование пород *регионального метаморфизма* связано с горообразованием в зонах столкновения тектонических плит. Этот процесс порождает рост температур и давления, который может затронуть площади в тысячу квадратных километров, вызвав обширный метаморфизм. Интенсивность регионального метаморфизма описывают как *стадии*. Метаморфизм низкой стадии означает низкие температуры (ниже 320 °С) и давление. Высокий метаморфизм предполагает значительные температуры (выше 500 °С) и давление. По краям этот региональный метаморфизм слабо проявлен и алеврито–глинистые породы преобразуются в такие метаморфические породы, как *шиферный сланец* и *филлит* – параллельно слоистые породы, состоящие преимущественно из слюды, хлорита и кварца, которые при средних температурах и давлении метаморфизуются в *кристаллический сланец*. При более значительных температурах и давлении метаморфизуются в кристаллический сланец. При более значительных температурах и давлении ближе к центру горного



ФИЛЛИТ



массива создаются *гнейсы*. Еще более значительное их повышение может вызвать значительное плавление породы и сформировать *мигматит*. Кристаллические сланцы обычно называют по составу минералов: биотитовый сланец, роговообманковый сланец, гранатовый сланец, тальковый сланец, глинистые сланцы.

**Сланцы** – тонкослоистые породы. Содержат большое количество цветных минералов (слюды, амфиболитов и др.), имеющих листоватую или вытянутую форму и поэтому легко расщепляющиеся на тонкие пластины. Образуются как из осадочных, так и магматических пород. При метаморфизме обыкновенной глины получают красивые сланцы, содержащие гранат, ставролит, мусковит.

**Слюдяные сланцы** – различно окрашенные породы со сланцеватой или плейчатой текстурой. Характеризуются шелковистым блеском на плоскостях сланцеватости. Состоят в основном из кварца и слюды. Подразделяются на биотитовые, мусковитовые, хлоритовые и др.

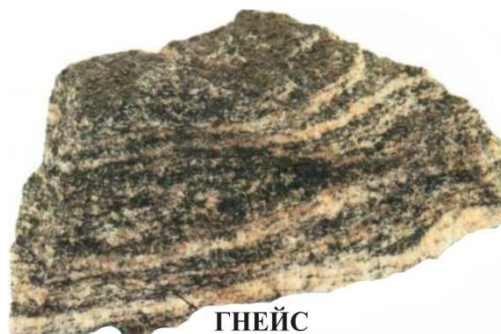


МУСКОВИТОВЫЙ  
КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ СЛАНЕЦ

**Тальковые сланцы** серовато–белого, серовато–зеленоватого цвета, состоят из чешуек талька с примесью кварца, хлорита и слюды. Мягкие, жирные. Образование связано с изменением ультраосновных магматических и осадочных пород, содержащих магний.

**Кварциты** – массивные плотные зернистые породы, состоящие главным образом из песчаников и песка. При наличии в песчаниках глинистого цемента последний преобразуется в хлорит, биотит, серицит – минералы, характерные для *филлитов*. Имеют большое значение как прочный облицовочный материал. Кварциты Карелии имеют темно–красный цвет и очень красивы в полировке. Очень важны железистые кварциты, содержащие в изобилии вкрапленность гематита и магнетита, прослой гематита являются первоклассной рудой.

**Гнейсы** – глубокометаморфизованные породы с отчетливым сланцеватым строением и типичной полосчатой текстурой из светлых полос кварца и полевого шпата, чередующимися с темными полосами слюды (биотита), амфибола, пироксена и др. минералов. Занимают огромные территории на древних участках земной коры. Это – самые древние из известных на Земле горных пород. В зависимости от пород, из которых происходят гнейсы, они подразделяются на *ортогнейсы* и *парагнейсы*. Первые образуются при перекристаллизации магматических пород (гранитов, сиенитов, диоритов и др), вторые – в результате метаморфизма осадочных пород. Твердые породы, возможно самые твердые из всех. Используются как строительный и отделочный материал.



ГНЕЙС

**Мигматиты** – самые метаморфизованные из всех горных пород. Являются смесью метаморфической и магматической пород. Состоят из темного гнейса, кристаллического сланца или амфиболита.

#### 4.3.4 Метасоматиты

*Метасоматоз* – процесс, при котором происходит привнос одних компонентов и вынос других, что приводит к изменению химического и минерального состава метаморфизируемой породы. Породы, образующиеся в результате метасоматических процессов, называются *метасоматитами*.

В результате контактово–метасоматических процессов образуются *скарны*, *березиты*, *листвениты*, *серпентиниты*, *грейзены*, *вторичные кварциты*, *альбиты*.

**Скарн** – известковая или известково–доломитовая порода с примесями. Цвет пятнистый, красноватый, фиолетовый, коричневый, черный, зеленый. Залегает



СКАРН

вблизи от контактов с интрузивным телом. Может достигать большой протяженности.

Это клады редких и ценных минералов, таких как гроссуляровый гранат и руды железа, меди, свинца, вольфрама, цинка, марганца, золота, бериллия и др. Тип породы – гидротермально–метасоматический. Материнская порода – преимущественно известняки и доломиты.

**Грейзены** – лейкократовые светло–серые крупнозернистые породы, состоящие из кварца, мусковита и лепидолита. Всегда тесно связаны с гранитами. С грейзенами ассоциируются промышленно – важные оловянные, вольфрамовые и молибденовые месторождения.

**Серпентиниты** – сложены преимущественно волокнистыми серпентинитовыми минералами, такими как оливин и пироксен, хризотил, антигорит. Подстилают почти все океаническое дно, являясь частью офиолитовой фации – сложная гидротермально–метаморфическая порода от средне–крупнозернистой, серо–зеленой до черной окраски. Поделочный камень, особенно разновидность – *змеевик*.

**Березиты** – кварц – серицитовые породы, с которыми бывают связаны золотоносные кварцевые жилы.

**Листвениты** – зернистые породы светло – или ярко – зеленого цвета, состоящие из кварца, карбоната, мусковита и хлоритов.

С *вторичными кварцитами* связаны месторождения серы, высокоглиноземнистого сырья (алунита, андалузита), золото – серебряные, сурьмяно – мышьяковые, медноколчеданные и др.

## 5 Полезные ископаемые

**Полезным ископаемым** является такое геологическое минеральное образование, которое может быть непосредственно использовано для тех или иных нужд в народном хозяйстве или из которого могут быть извлечены металлы или минералы, используемые в народном хозяйстве.

Наметилось разделение полезных ископаемых на три большие группы. [36] Первая группа – *металлические или рудные полезные ископаемые*, т.е. такие, из которых извлекаются всевозможные металлы. Вторая большая группа – *неметаллические или нерудные полезные ископаемые*. [1] Они используются либо целиком (весь минеральный агрегат), например, каменная соль, гипс и каменные строительные материалы, или из них выделяют определенный минерал, например, асбест из асбестовой руды, серу из серной руды и т.д. Третью группу составляют *горючие полезные ископаемые*: твердые (уголь, горючие сланцы), жидкие (нефть) и газообразные.

### 5.1 Металлические полезные ископаемые

В настоящее время используют свыше 40 металлов, которые в промышленной классификации И. Г. Магакьяна [18], а позднее Л. В. Пустоваловым (отв. ред.), Д. П. Сердюченко, А. В. Глебовым, А. Т. Сусловым и др. [25] группируются следующим образом.

*Черные металлы*: железо, марганец, хром.

*Цветные металлы*: медь, свинец, цинк, ртуть, олово, сурьма, мышьяк, висмут.

*Легирующие металлы*: титан, ванадий, никель, кобальт, молибден, вольфрам.

*Легкие металлы*: алюминий, магний, бериллий.

*Радиоактивные металлы*: уран, торий, радий в музейной экспозиции не представлены.

*Редкоземельные и рассеянные металлы*: тантал, ниобий, цирконий, литий, кадмий, галлий, германий, индий, рений, цезий, стронций, иттрий, скандий, таллий,

селен, теллур, гафний, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, тулий, иттербий, лютеций (в музейной экспозиции отсутствуют).

### 5.1.1 Черные металлы

Большая часть **железа** находится на глубине в ядре Земли, но его много и в породах у поверхности – здесь оно залегает совместно с другими минералами в форме гематита, магнетита, сидерита, гётита и лимонита. Наиболее богатыми железом являются минералы гематита – до 70 % железа и магнетит до 73 % железа. Ценными примесями в железных рудах являются марганец, хром, а также никель, кобальт, ванадий. Вредными примесями являются фосфор, сера и мышьяк. Основные запасы и свыше 90 % мировой добычи железных руд приходится на месторождения контактово–метасоматического, гидротермального и осадочного происхождения. Из железных руд выплавляются: чугун, сталь и железо. Наибольшим применением в самых различных областях промышленности пользуются стали, значительно меньшим – чугун и железо. Железо является основным материалом для таких важнейших отраслей народного хозяйства, как машиностроение, энергетика, транспорт, оборонная промышленность и многих других.

Пирролюзит и псиломелан с содержанием **марганца** 55 – 63 % - важнейшие промышленные минералы марганцевых руд. Обычные в рудах осадочных месторождений, в марганцевых шляпах, реже в гидротермальных месторождениях. В осадочных месторождениях они тесно ассоциируются с мелководными кремнистыми, песчано – глинистыми и карбонатными породами и располагаются в прибрежной зоне. Значительное количество марганца находится в океанических осадках в виде корок и конкреционных образований, покрывающих громадные пространства дна океана. От 90 % до 95 % всей добычи марганцевых руд используется в металлургии. Главным свойством марганца, которое обеспечивает его широкое применение в металлургии, является способность придавать стали вязкость, ковкость и твердость. Марганцевые стали очень широко применяются для



изготовления железнодорожных колес, гусеничных передач, вооружения. Остальная часть добычи марганцевых руд от 5 % до 10 % используется главным образом в химической промышленности, а также в производстве сухих батарей, в производстве стекла, глазури и т.д.

Месторождения **хрома** поставляют высокосортные хромиты, идущие на производство феррохрома и качественных сталей, а также химические производства. Это черного цвета пятнистые или полосчатые руды в ультраосновных породах (оливин, пироксен), связанных с подъемом наиболее глубоких блоков земной коры или даже блоков верхней мантии. Главное применение хромит находят в металлургии, которая потребляет 50 % мировой добычи хромита. Добавка хрома в виде феррохрома (65 - 70%Cr) к сталям придает им вязкость, повышает твердость и антикоррозийные свойства. Хром дает ценные сплавы с никелем, кобальтом, алюминием, входит как составная часть в специальные сплавы (хром с кобальтом и вольфрамом или молибденом), применяется как покрытие (хромирование). Естественно – легированные хромсодержащие железные руды используются для изготовления специальных сортов чугуна и стали. Единственным промышленным минералом является хромит с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  47 - 60 %. Все промышленные месторождения хрома являются магматическими. Главные промышленные районы хромитовых руд – Урал от Северного Урала до крайнего юга (Мугоджары), где в Актюбинской области месторождения приурочены к огромному массиву серпентинизированных ультраосновных пород длиной 70 км при ширине 10 - 20 км.

### 5.1.2 Цветные металлы

Скопления *меди* в земной коре образуются в самых разнообразных геологических обстановках при различных условиях температур, давления и других параметров природных процессов. Основная часть меди сосредоточена в сульфидных рудах, на долю которых приходится почти 90 % выплавки меди, остальное – на самородную медь, водные карбонаты и другие вторичные минералы. Среди сульфидов главное промышленное значение имеет *халькозин*, образующий

очень крупные концентрации вторично обогащенных руд в зонах цементации. Среднетемпературный гидротермальный тип месторождений для меди является главным и дает 50 – 60 % мировой выплавки меди, попутно также молибденовых концентратов. С вулканогенно – осадочными концентрациями образуются залежи пирит–халькопиритовой руды (с примесью сфалерита, галенита и др.)

К главным меднорудным районам относится Урал с протяженной свыше 600 км полосой по восточному его склону, Казахстан, Узбекистан, Армения. Одним из самых крупных месторождений медистых песчаников является Джекказганское в Центральном Казахстане, приуроченное к песчано–сланцевой толще верхнего карбоната.

Основными областями применения меди и ее сплавов являются: электротехника, средства связи, радио и телевидение, машиностроение, транспорт, военная техника, изготовление медицинского оборудования, чеканка монет (в сплаве с никелем), в сплавах с оловом и алюминием (бронза), с цинком и никелем (мельхиор), с цинком (латунь).

**Свинец и цинк** тесно связаны с кислыми гранитоидами, реже с основными породами. В эндогенных месторождениях, как правило, встречаются совместно, входя в состав различных ассоциаций галенит–сфалеритовых руд. Тесно связаны с кислыми гранитоидами, реже с основными породами. В зоне окисления сульфидных месторождений они обычно образуют скопления вторичных руд: для цинка–карбонатных и силикатных, для свинца – сульфатных и карбонатных, которые часто пространственно разобщены.

Все промышленные месторождения свинца и цинка относятся к постмагматическим, причем наибольшее значение имеют гидротермальные среднетемпературные месторождения.

По обобщенным описаниям [25] краткие сведения отдельных рудных формаций следующие:

1. Скарновая формация, представленная рудами свинца и цинка среди пироксен–эпидотовых скарнов.

2. Формация высокотемпературных гидротермальных месторождений с кварцем, сульфидами свинца и цинка, с примесью арсенопирита, турмалина, касситерита.

3. Формация полиметаллических среднетемпературных месторождений наиболее многочисленных и важных для свинца и цинка, представленная галенитом, сфалеритом, блеклыми рудами, пиритом, халькопиритом с примесью минералов серебра, золота, иногда урана и тория.

4. Низкотемпературные месторождения с выделением свинцово–цинковой формации в карбонатных толщах с рудами галенита, сфалерита, пирита и образующих жиллообразные и чаще пластообразные тела в окварцованных известняках и доломитах.

5. Формация осадочных руд свинца, цинка и серебра, возникшая в условиях сероводородной фации, приуроченной к зоне древних водоемов.

**Олово** принадлежит к числу первых металлов, ставших известными человеку.

Промышленные скопления связаны с кислыми изверженными породами – гранитами, гранитоидами и их эффузивными аналогами.

Известно 18 минералов олова, но в промышленных концентрациях встречаются лишь касситерит и станнин. Оловянный камень (касситерит) – главная руда, содержит 78,6 % олова.

Условия образования месторождений олова обнимают широкий интервал – от пегматитовых и пневматолитовых до гидротермальных высоко-, средне- и низкотемпературных образований. [18] Главными типами месторождений являются постмагматические–гидротермальные. Выделяются (С.С. Смирнов) три главные формации: пегматитовая, кварц–касситеритовая и сульфидно–касситеритовая.

**Оловоносные пегматиты** и их россыпи разрабатываются во многих местах, но масштаб их месторождений небольшой. *Для кварц–касситеритовой формации* характерна интенсивная переработка вмещающих оруденение пород (грейзенизация), обильное развитие топаза, флюорита, ассоциация касситерита с вольфрамитом, реже молибденитом, висмутом, минералами тантала и ниобия, арсенопиритом. По ассоциации с этими минералами месторождения относятся к

высокотемпературным гидротермальным пневматолитовым. Для *касситерито-сульфидной формации* по минеральным ассоциациям выделены высокотемпературные до среднетемпературных гидротермальные месторождения, небольшие скарновые, средне- и низкотемпературные гидротермальные месторождения. *Россыпи* для олова играют очень крупную промышленную роль, и на них падает до 70 % мировой добычи, связанной с разрушением коренных месторождений.

Легкоплавкость и способность давать антифрикционные сплавы, баббиты, припой, бронзы, типографические сплавы делают олово важным техническим металлом. Чистое олово идет главным образом на изготовление белой жести (на это расходуется 90 % добываемого в мире металла) для изготовления консервных банок, фольги, на лужение посуды. Применяется также в виде солей и препаратов: закись олова употребляется при производстве эмалей, хлорное олово – в красильном деле и стекольном производстве. Мировые запасы олова в зарубежных странах определяются в 5 млн.т. Ежегодно извлекают 200 тыс.т. олова.

**Ртуть** полностью добывают из красного минерала *киновари*, которая содержит ее 86,2 %.

Промышленные концентрации ртути относятся к типу гидротермальных месторождений, связанных с интрузивными и вулканическими очагами. Во многих случаях ртутно - сурьмяные пояса приурочены к зонам глубоких региональных разломов с внедрением более молодых гранитоидов и щелочных пород, с которыми ртутно - сурьмяное оруденение связано генетически. Вмещающими породами большинства крупных месторождений ртути являются песчаники и кварциты, в которых сосредоточено 75 % мировых запасов. В сочетании с киноварью обычны сурьмяный блеск, пирит, марказит, реальгар, арсенопирит, галенит, сфалерит.

Среди гидротермальных месторождений ртути по минеральным ассоциациям выделяются: ртутные, сурьмяно - ртутные, мышьяково - ртутные, сурьмяно - мышьяково - ртутные и месторождения свинцово - цинковых, медистых и золотых руд с ртутью. Главное промышленное значение имеет ртутная минеральная

ассоциация. Основная доля мировых запасов падает на Испанию, в основном на рудник Альмаден.

Важнейшими техническими свойствами, на которых основано применение ртути являются: жидкое состояние (температура плавления ртути  $39^{\circ}\text{C}$ ), способность растворять (амальгировать) золото, серебро, олово, кадмий, свинец, висмут, излучение в парообразном состоянии фиолетовых лучей и взрываемость некоторых соединений (гремучая ртуть). Ртуть применяется главным образом в химической промышленности (краски, каломель), в производстве детонаторов, в контрольно – измерительных приборах, алмальгамации золота, используется в ядерных реакторах, как поглотитель тепла. Главные области применения потребления ртути – золотодобыча, медицина, военное дело.

Минералы *сурьмы и мышьяка* часто залегают совместно, а также в ассоциации с серебром. Оба являются ядовитыми.

Руды гидротермальных месторождений сурьмы относятся к низкотемпературному типу. Подразделяются на:

- 1) собственно сурьмяные;
- 2) комплексные сурьмяные.

Большую часть мировой продукции дают месторождения с рудами первого типа. Среди комплексных сурьмяных руд выделяются сурьмяно– ртутные, сурьмяно - свинцовые, золото - сурьмяные и сурьмяно - вольфрамовые. Главное промышленное значение имеет антимонит. Подчиненную роль играют сульфосоли меди и свинца. Вмещающие породы сурьмяных месторождений разнообразны. Месторождения залегают как среди осадочных отложений (конгломератов, песчаников, известняков и сланцев), так и среди изверженных пород.

Все практически интересные месторождения *мышьяка* также относятся к гидротермальным, причем крупные объекты известны среди высоко -, средне – и низкотемпературных месторождений. По составу выделяются чистомышьяковые, золото - мышьяковые, медно–золото–мышьяковые, мышьяково–оловянные и мышьяково – оловянно - кобальтовые месторождения. Высокотемпературные

месторождения арсенопиритовой формации дают значительную долю мировой добычи; это один из главных типов.

Сурьму и мышьяк используют в производстве некоторых сортов бронзы, в сплавах, разработанных для защиты от высоких температур и в пиротехнике, а сурьма применяется как огнезащитный состав от пластмасс до тканей, как желтый пигмент и добавляется к олову при изготовлении оловянной посуды. Основными рудами мышьяка являются *аурипигмент* и *реальгар*, к рудам сурьмы относятся *антимонит* и *бурнонит*.

### 5.1.3 Легирующие металлы

Руды **титана** в основном представлены титансодержащим магнетитом и гематитом в тесном сростании с ильменитом. По генетическому признаку месторождения титана делятся на магматические, коры выветривания, осадочные, вулканогенно - осадочные и метаморфические. Основное значение имеют руды магматических месторождений. Главными сырьевыми источниками для получения титана являются ильменит - магнетитовые руды магматических месторождений и прибрежно - морские (ильменит, рутил, циркон), а также аллювиальные и элювиально - делювиальные россыпи ильменита. Большая часть промышленных магматических и метаморфических месторождений сформировались в докембрии, а россыпных - в мезозое и кайнозое. Все основные промышленные месторождения приурочены к интрузивным породам, главным образом к габбро и анортозитам, распространенным на кристаллических щитах и древних платформах, особенно на Балтийском и Канадском щитах. Наиболее значительные магматические месторождения Кусинское, Копанское и другие находятся на Урале. Титан в три раза прочнее стали и в два раза легче ее, что делает его идеальным материалом для авиакосмической промышленности. Титановые сплавы способны работать при температурах от отрицательной до 600 °С выше нуля, их используют для изготовления топливных баков для орбитальных станций. Является прекрасным



металлом для искусственных тазобедренных суставов. Идет на производство белого пигмента для красок.

**Никель** распространен преимущественно в изверженных породах ультраосновного и основного состава - перидотитах, серпентинитах и др. Его наиболее крупные месторождения находятся в пределах платформенных областей и имеют докембрийский - нижнепалеозойский, иногда нижнемезозойский возраст.

Месторождения формации медно–никелевых сульфидных руд связаны с комплексом пород основной магмы. По характеру оруденения в среднетемпературных гидротермальных месторождениях выделяются два типа месторождений: *сплошных сульфидных руд и вкрапленных руд*. Медно - никелевые сульфидные руды являются важнейшим источником никеля (85 - 90 % мировой выплавки). Важнейшими минералами никеля здесь являются пентландит, никелин и хлоантит. Месторождения *формации силикатных руд* связаны с корой выветривания ультраосновных пород, при процессах образования которых на Урале никель совместно с железом и кобальтом выщелачивается из серпентинитов и переходит в раствор в виде бикарбоната  $Ni(HCO_3)_2$ . К собственно никелевым силикатам принадлежат гарниерит, непуит и ревдинит.

Никель обладает многими ценными свойствами. Он имеет высокую химическую стойкость, не окисляется на воздухе, хорошо полируется и эти свойства его используются при никелировании металлических изделий. Добавка никеля к сталям сильно повышает их вязкость и упругость. Нержавеющие легированные никелем чугуны и стали широко применяются в автопромышленности и самолетостроении. Чистый никель широко используется в химической и пищевой промышленности, для изготовления приборов связи и радиолокации.

**Кобальт** известен как широко распространенный элемент, который в небольших количествах входит в состав различных минералов и руд.

Выделяются следующие генетические типы месторождений кобальта:

1. Гидротермальные месторождения сульфидных медно–никелевых руд, содержащих примесь кобальта. Этот тип месторождений, как источник кобальта важной роли не играет.

2. Арсенопирит – глаукоdot – кобальтиновые высокотемпературные гидротермальные месторождения, связанные с гранитоидами. Здесь кобальт присутствует главным образом в форме кобальтина в ассоциации с арсенидами железа, никеля, магнетитом, иногда с золотом, скарновыми минералами. Сопровождается богатыми рудами.

3. Средне – и низкотемпературные месторождения кобальта с медью, иногда никелем, золотом, висмутом, ураном; связаны с гранитоидами.

4. Гипергенные асболоновые руды, подчиненные коре выветривания ультраосновных пород в ассоциации с силикатными никелевыми рудами.

Наиболее крупные концентрации кобальта связаны с докемрийскими и нижнепалеозойскими гранитоидами и основными интрузиями.

Легированные кобальтом стали обладают повышенной твердостью, кислотоупорностью и широко применяются в авиации, военной химии и технике, машиностроении. Сплавы кобальта с хромом, ванадием, молибденом содержат до 50 % кобальта и используются в металлообрабатывающей промышленности, производстве резцов быстрорежущих инструментов.

**Молибден** является одним из важнейших в промышленном отношении металлов.

К главному генетическому типу месторождений относится формация среднетемпературных молибденовых и медно-молибденовых прожилково–вкрапленных руд, тесно связанных с интрузиями кислых гранитоидов. Оруденение охватывает массивы интрузивов и выражено окварцеванием пород, пронизанных прожилками сульфидов – пирита, молибденита, халькопирита.

Масштаб месторождений этого типа громадный. Почти 2/3 мировой добычи падает на одно молибденовое месторождение Клаймакс в США. Из других концентраций молибдена, имеющих небольшое промышленное значение, отмечаются единичные золото – молибден - турмалиновые, полиметаллические и месторождения в ванадиеносных сланцах. Молибденит извлекают преимущественно из молибденовых руд, а также из вульфенита и повеллита.

Молибден образует сплавы с железом, никелем, кобальтом, вольфрамом, хромом. Плавится при температуре  $2610^{\circ}\text{C}$  выше, чем требуется большинству сортов стали. Поэтому он используется там, где требуется высокая термостойкость. Резко увеличивает пластичность и прочность стали, в связи с чем легированные молибденом стали широко применяются в моторо – и машиностроении, авиации, а также в военной промышленности. Сплавы молибдена с хромом, ванадием, кобальтом применяются как инструментальные взамен вольфрамовых. В чистом виде он применяется в электротехнической промышленности для обмоток электропечей.

Промышленное значение в *вольфрамовых* рудах имеют минералы вольфрамит, шеелит, гюбнерит и ферберит.

Преобладающее количество вольфрамовых руд находится в эндогенных месторождениях, связанных с кислыми интрузивными породами. Среди них выделяются следующие генетические типы:

1. Контактново - метасоматические месторождения в контакте гранитоидов с карбонатными породами. Приурочены к залежам гранат - пироксеновых скарнов в виде гнезд и жиллообразных тел. Масштаб этих месторождений очень крупный. Наряду с вольфрамом руды содержат молибден, олово, медь, цинк, золото.

2. Высокотемпературные кварц - вольфрамовые жилы и грейзены, связанные с гранитами. Пользуются широким распространением.

3. Среднетемпературные сульфидно - вольфрамитовые и шеелитовые месторождения, имеющие небольшое значение.

4. Низкотемпературные гидротермальные месторождения. Встречаются редко, но иногда дающие крупные объекты.

5. Россыпи за счет разрушения коренных месторождений.

Температура плавления вольфрама  $3410^{\circ}\text{C}$ . Поэтому он является главной составной частью твердых жаропрочных сплавов, содержащих кобальт, никель и хром. Его сплавы применяются в электрических лампах, пружин, сварочных электродов, газовых турбин, конструкций высокотемпературных электрических печей, в производстве реактивных двигателей и др.

#### 5.1.4 Легкие металлы

**Алюминий** – самый распространенный металл в земной коре, он составляет до 8 % ее массы. [25] Бокситовая руда – это боксит с высоким содержанием оксида железа и кремнезема. Это смесь трех минералов гидроксида алюминия: гидраргиллита, диаспора и бёмита. Является источником 99 % мировой добычи алюминия.

Месторождения бокситов разделяются на два типа: остаточные и осадочные. К первому относятся месторождения коры выветривания, во второй входят хемогенные, механические и смешанные осадки. Оба типа имеют почти одинаковый химический и минералогический состав. Бокситы образуются исключительно во влажном жарком климате. Залежи бокситов в основном представляют пласто – и линзообразные тела. Длина и ширина пластообразных залежей достигает нескольких километров при мощности 4-6м. Содержание глинистых минералов в бокситах увеличивается к краевым частям залежей, с переходом в глины с выделением нескольких типов промежуточных пород: глинистые бокситы, бокситовые глины, глиноподобные бокситы. Бокситообразующие элементы поступали в бассейны осадконакопления всех типов в виде растворов различных типов. Из растворов наибольшее значение имела коллоидная фаза, игравшая важную роль в образовании минералов бокситов.

Алюминий – легкий, прочный устойчивый к окислению металл, хороший проводник электричества. Главные области использования – транспорт, строительство, изготовление тары, электротехника, машиностроение, самолетостроение.

**Магний** – это легкий металл с удельным весом 1,73, что составляет 60 % удельного веса алюминия. Главными видами магниевого сырья являются: магнезит, доломит, карналлит, морская вода.

**Магнезит** образует среднетемпературные гидротермальные месторождения. Кроме того, он концентрируется при поверхностных процессах выветривания в ультраосновных породах в связи с серпентинитами. Магний извлекается также из

рассолов – рапы, обогащенных солями магния. Это реальный источник добычи магния. 50 % всего количества главных минеральных видов магния приходится на осадки, около 40 % - на минералы основных изверженных пород. Основные магниевые соединения осадочного генезиса являются продуктами солеродного (галоиды, сульфаты, бораты), либо морского происхождения (карбонаты). В сульфатных фациях содержание магнезита может достигать 10 – 13 %. В случае совместного присутствия кальцита и доломита магнезит количественно тяготеет к доломиту. Преобладание магнезита среди осаждающихся карбонатов наблюдается в последние стадии осолонения лагуны.

Главная часть добываемого магния применяется в основном в виде сплавов. Широко распространены сплавы с алюминием, цинком, марганцем и редкими металлами. Характерной чертой таких сплавов является прочность, упругость, ковкость, способность хорошо поглощать вибрации. Некоторые из них устойчивы при низких температурах (до 60 °С), другие при высоких.

Магний находит широкое применение в разнообразных отраслях промышленности: авиационной, автомобильной, металлургической, химической, электротехнической, как восстановитель при производстве титана, урана, ванадия и бериллия. Порошкообразный магний может служить горючим для двигателей внутреннего сгорания.

**Бериллий** – один из самых легких металлов с удельным весом 1,85. Он в 1,5 раза легче алюминия и в четыре раза легче нержавеющей стали.

Связан с гранитной и щелочной магмами, концентрируется в пегматитах, высокотемпературных гидротермальных месторождениях, в скарнах, слюдяных сланцах, мраморах. Основные минералы – *берилл и гельвин*.

Главными генетическими типами месторождений являются:

- 1) пегматиты гранитных магм – топазо - бириловый и литий - рубеллитовый типы;
- 2) кварц – молибденит - вольфрамитовые жилы, связанные с грейзенами и кварцевыми жилами;
- 3) скарновые месторождения. [18]

Бериллий в виде сплавов нашел особенно широкое применение. Очень широко используются бериллиево–медные сплавы (бериллиевая бронза), в которых бериллий присутствует в количестве 1 – 5 %. Находит так же применение в сплавах с алюминием, магнием, никелем, железом, хромом, придавая этим сплавам вязкость, жаркостойкость. Особенностью таких сплавов является увеличение твердости и прочности при высоких температурах.

В настоящее время металлический бериллий и его сплавы применяются в самолетостроении (части шасси самолетов), кораблестроении, моторостроении, а также для изготовления рентгеновских трубок, рессор и пружин, высокоизоляционного фарфора для зажигательных свечей. В смеси с препаратами радия применяется как источник для быстрых нейтронов в производстве атомной энергии.

## **5.2 Нерудные или неметаллические полезные ископаемые**

### **5.2.1 Индустриальное сырье: драгоценные, технические и поделочные камни**

Драгоценные камни – это минералы, относящиеся к различным классам минералов, но отвечающие определенным требованиям красоты и обладающие определенными качествами. [29] Они должны обладать:

- 1) красотой окраски, блеском, игрой цветов и характерным внутренним огнем, сверканием;
- 2) прочностью, сохраняемостью при носке, для чего должны быть тверже кварца;
- 3) быть редкими, незаурядными;
- 4) отвечать требованиям моды в отношении цвета, облика и т.п.

Все минералы этой группы, используемые для изготовления украшений и различных художественных изделий, минералы и горные породы, делятся на две группы.



1. *Драгоценные камни* или самоцветы. Прозрачные, реже просвечивающие, цветные и бесцветные, твердые минералы, как правило, представленные кристаллами. Исключениями являются вещества скрытокристаллические и непрозрачные: бирюза, кровавик (гематит), шерл (черный турмалин), а также жемчуг, «камень органического происхождения» к тому же незначительной твердости.

2. *Цветные камни* (также называемые «поделочными» камнями) – это непрозрачные, реже просвечивающие горные породы и минералы, как высокой, так и незначительной твердости, с красивым цветом рисунка.

В зависимости от ценности драгоценные камни подразделяются на *три класса*. К *первому* относятся: алмаз, изумруд, александрит, хризоберилл, благородная шпинель и особо редкие и красивые разновидности корунда (рубин, сапфир). К *второму* - топаз, разновидности берилла (аквамарин, воробьевит, гелиодор), турмалин розовый и темно–красный (сибирит), фенакит, аметист, циркон, благородный опал. К *третьему* относятся: бирюза, горный хрусталь бесцветный и дымчатый (раухтопаз), хризопраз, сердолик, агаты с красивым рисунком, кровавик, янтарь, гагат и др.

Главнейшие минералы драгоценных камней, представленные в этой группе, в связи с отсутствием их в музейных коллекциях, демонстрируются на специально составленном нами стенде «Сказка природы».

*Поделочными камнями* называют минералы и минеральные агрегаты, пригодные для изготовления художественных предметов и сувениров. Отличительные качества ювелирно–поделочных и поделочных камней - красивые цвет и рисунок, а также сильный блеск. Эти свойства наиболее ярко проявлены в полированном камне. Поэтому способность принимать зеркальную полировку – важная особенность поделочных камней.

К ювелирно–поделочным камням I порядка относятся лазурит, жадеит, нефрит, малахит, янтарь и горный хрусталь. II порядок ювелирно–поделочных камней составляют агат, амазонит, гематит – кровавик, родонит, непрозрачные иризирующие полевые шпаты, серебристый (иризирующий) обсидиан и

гидрогроссуляр. [14] Несколько условно в этой подгруппе положение агата, полосчатые и красиво окрашенные разновидности которого являются великолепным ювелирно – поделочным камнем.

Более половины добычи неметаллических полезных ископаемых потребляет строительная промышленность в виде сырья для цементной промышленности, производства кирпичей, черепицы. Сера, соль и известняки – основные материалы химической промышленности. Сельскохозяйственное производство нуждается в применении фосфатов, калийных солей. Глины вместе с другими минералами составляют основу керамической промышленности. Металлургической промышленности необходим магнезит, формовочные пески и огнеупорные глины. Барит, глины используются в приготовлении буровых растворов при бурении глубоких скважин на нефть и газ.

Среди выделенных в разделе *Индустриальное сырье* полезных ископаемых, применяемых в промышленности, можно выделить флюорит, магнезит, слюды (вермикулит, мусковит, флогопит), асбесты, тальк и тальковый камень, барит.

**Флюорит.** Использование в сталеплавильном деле флюорита обеспечивает текучесть шлаков и способствует переходу вредных примесей серы и фосфора в шлак. Облегчает также выплавку из руд золота, серебра, меди и свинца. Вторым видом использования флюорита – производство фтористоводородной (плавиковой) кислоты (H), которая применяется:

- 1) в алюминиевой промышленности для производства синтетического криолита – сырья в производстве алюминия;
- 2) в нефтеочистительной промышленности при производстве высокооктанового бензина;
- 3) для гравировки и полировки стекла и др.

**Тальк и тальковый камень** почти весь используется в молотом виде. Обладает высокой кроющей способностью и благодаря мягкости и скользкости представляет хорошее смазочное вещество. Используется для производства бытовых фарфоро - фаянсовых изделий, электрофарфора, стенового кафеля и др. Вторым крупнейшим видом потребления талька - использование в качестве инертного

наполнителя в красках. Повышает прочность и гладкость красочных покрытий. Используется в бумажном производстве, как наполнитель бумаги наивысшего качества, в производстве пудры и фармацевтических препаратов, в резиновом и кровельном производствах.

**Вермикулит** – близкий к слюдам по свойству и облику. Наиболее важное в практическом отношении свойство – способность вспучиваться при нагревании. При обжиге вермикулита в течение нескольких секунд при температуре 800 - 1000<sup>0</sup>С его объем увеличивается в 6 - 20 раз. Вспученный вермикулит химически инертен и огнестоек, благодаря чему он представляет собой ценный материал для многих видов термо – и звукоизоляции. Он используется как изоляционный наполнитель в стенах междуэтажных перекрытиях и кровлях жилых и промышленных зданий, а также для засыпки изоляционных полостей рефрижераторов, инкубаторов и в других сходных целях. Другой главный вид использования вспученного вермикулита – легкий заполнитель бетона, применяющегося как в виде монолитных стен, перекрытий и кровли, так и для изготовления строительных панелей.

**Барит.** При глубоком бурении на нефть и газ в районах с предполагаемым высоким давлением газа необходимы тяжелые буровые растворы, посредством которых контролируется давление газа в скважине и предотвращаются внезапные утечки газа. Для этих целей служат добавки порошкообразного барита в обычные глинистоводные буровые растворы, что объясняется его высоким удельным весом (4,3 - 4,6), инертностью и чистотой. Дробленный барит используется в качестве заполнителя бетона в покрытиях подводных нефти – и газопроводов в тех случаях, когда особенно желательны высокий вес и химическая инертность конструкций.

**Магнезит** – карбонат магния MgCO<sub>3</sub>. В результате обжига при температуре 700 -1000 <sup>0</sup>С удаляется большая часть двуокиси углерода и образуется *каустически обожженный магнезит*. При обжиге в пределах температур 1450 - 1750 <sup>0</sup>С получается плотный спекшийся инертный продукт – *огнеупорная магнезия* в виде рыхлой зернистой массы или в виде формовочных кирпичей. Эти продукты используются главным образом в сталелитейной промышленности для внутренней футеровки основных горновых печей и конверторов. Тонкомолотая магнезия в

смеси с раствором хлорида магния образует вязкий плотный цемент, служащий для настила полов во внутренних помещениях, где полы должны быть особенно износостойчивыми. Заметное количество магнезита используется в металлургии урана, производстве медицинских препаратов.

**Асбесты хризотилловые и амфиболовые.** Асбестовое волокно огнестойко и устойчиво до температуры около 260 °С. Ценность асбеста как теплоизоляционного материала заключается в сочетании его огнестойкости и волокнистости, что позволяет изготавливать из него пористые теплоизоляционные покрытия.

К текстильному волокну относят наиболее длиноволокнистые сорта хризотил – асбеста. Из него изготавливаются асбестовая нить, пряжа, тесьма и ткань, огнестойкие театральные занавеси и декорации, сальники, огнестойкие одежды, химические фильтры. Из смеси асбеста с портланд – цементом получают кровельные материалы, картон; широко используемый кафель для пола состоит из асбеста в сочетании с асфальтом с пластмассами. Коротковолокнистый асбест используется для изготовления асбесто – цементных труб, штампованных фрикционных лент тормозных колодок и покрытий дисков сцеплений, а также бумаги.

**Слюда.** Из слюд в промышленности используют мусковит и флогопит. Мусковит имеет большее значение. Слюда не плавится при обычных температурах. Мусковит начинает терять кристаллизационную воду при температуре 700 °С, а флогопит при 1000 °С. *Листовая слюда* применяется в ряде отраслей электротехнической промышленности и электронике. В качестве изоляционного материала в виде кругов, трубок, прокладок, пластинок в электронных лампах и схемах радарных установок. Флогопит имеет применение в качестве изоляции в авиационных свечах зажигания. *Молотая слюда* дает белый порошок с хорошими смазочными свойствами. Слюдяной порошок мокрого помола применяется главным образом в красках. В значительных количествах молотая слюда находит применение для нанесения рисунков на обоях.

## 5.2.2 Химическое и агрохимическое сырье

**Сера.** Наряду с известняками, каменной солью и углем сера составляет основу химической промышленности. Она добывается сотнями тысяч тонн и ее большая часть перерабатывается в серную кислоту, значительная часть которой используется для переработки фосфоритов в суперфосфат – продукт минеральных удобрений. Остальная часть потребляется нефтеперерабатывающей промышленностью при производстве различных химических продуктов и пигментов, железа и стали, искусственных волокон и пленок. Помимо получения серной кислоты, основными областями применения серы являются производство инсектицидов, целлюлозы и бумаги, красителей, резины и взрывчатых веществ, а также обработка пищевых продуктов.

В настоящее время серу получают из трех главных источников: из самородной серы, пиритовых руд и путем ее извлечения из нефти, газа, отходов металлургического производства.

**Соль** служит основой для получения 75 важнейших промышленных химических соединений, а рассолы (рапы) необходимы для получения 24 различных химикалиев.

Наиболее крупное использование соли основано на ее реакции с известью с получением *соды* (карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), представляющей важный химикалий во многих отраслях промышленности, в том числе в стекловарении и производстве каустической соды для бумажной промышленности. Вторым важным видом использования соли является производство хлора, соляной кислоты, мыла и красок, выделка тканей и кожи.

**Апатит** – камень плодородия. Являясь соединением кальция с фосфорной кислотой, он применяется в основном для приготовления искусственных удобрений (различных суперфосфатов). В химической промышленности из апатитов, кроме того, получают фосфорную кислоту, различные соли и фосфор, употребляемый главным образом в промышленности.

Апатит – широко распространенный минерал магматических пород, в некоторых типах которых (нефелиновых сиенитах) он образует скопления сплошных зернистых масс в промышленных количествах. Таково крупнейшее Хибиногорское месторождение на Кольском полуострове.

### **5.2.3 Минеральное сырье для производства строительных материалов.**

**Гранитом** называют породу, состав которой колеблется от гранита до гранодиорита. Это самые хорошо известные и наиболее часто встречающиеся интрузивные породы, содержащие около 70 % кремнезема. Дробленный гранит используется в основном в качестве заполнителя бетона, дорожного щебня и балласта для железнодорожного полотна. В строительстве штучный гранит применяется при сооружении памятников и монументов, в строительстве зданий в качестве материала для фундаментов, ступенек, колонн, бардюрного камня при сооружении мостовых.

**Базальт и диабаз** – темные тонкозернистые изверженные породы, состоящие в основном из плагиоклазов и железомagneзиальных минералов. Используются главным образом в качестве дробленого камня, потребляемого как заполнитель бетона и дорожный щебень, и железнодорожного балласта для укрепления откосов. Также идет на штучный и полированный камень. Эти породы – лучшие дорожные материалы, практически не поддающиеся выветриванию.

**Мрамор.** Значительная часть добываемого мрамора применяется в строительстве: для полов, мостовых, ступеней, подоконников, панелей. Другая часть используется в основном в качестве статуй и мемориального камня. Дробленный мрамор применяется в качестве заполнителя бетона, в производстве извести.

**Глины.** Более половины всех разрабатываемых глин применяется в керамическом производстве – гончарных и фарфоровых изделий, кафельной плитки и др. К другой группе относится строительный кирпич, облицовочная плитка, канализационные трубы и т.д.



В буровых растворах используется разновидность бентонитовых глин, представленных минералом монтмориллонитом, способным абсорбировать в больших количествах воду и сильно при этом разбухать. До 90 % глинистых частиц в таких глинах остаются во взвешанном состоянии в любом количестве воды. Получающаяся при этом коллоидная взвесь применяется в качестве циркулирующего раствора в буровых скважинах при бурении на нефть. Этот раствор смазывает бур, поднимает обломки разбуренных пород из забоя скважины наверх, закрепляет стенки скважины и сохраняет желатинообразное состояние.

**Известняки и доломиты.** Применяются в виде щебня или дробленого камня для использования в качестве заполнителя бетона, дорожной щебенки, железнодорожного балласта; в качестве флюсов при выплавке и первичной переработки железа и других металлов; для производства извести. Известняки – основное сырье для производства портланд – цемента. Доломит служит сырьем для получения высококачественных огнеупоров и в сочетании с асбестом используются для производства теплоизоляционных материалов.

**Обломочные породы.** Главные потребители песка и гравия – строительная и дорожная отрасли промышленности. Они применяются главным образом в качестве заполнителя бетона на портланд – цементе для строительства бетонных дорог, фундаментов и других сооружений. В качестве заполнителя бетона применяют также щебень и другие материалы. Пески и гравий в бесцементной укладке широко применяются при строительстве оснований шоссейных дорог и аэродромов и в качестве железнодорожного балласта. Материал, используемый для производства *стекла*, состоит более чем на 50% из кварцевого песка. *Пески формовочные – литейные пески* используются для приготовления форм, в которые разливается металл.

## **6 Геологическое строение и полезные ископаемые Оренбургской области**

### **6.1 Краткий очерк геологического строения**

Территория Оренбургской области имеет своеобразную геологическую позицию: она расположена в области сочленения складчатого пояса - Уральский фрагмент Урало - Монгольской трансматериковой структуры, Восточно-Европейского кратона и Прикаспийского прогиба. Это обусловило специфику строения различных ее частей и территориальное размещение месторождений полезных ископаемых.

Корни горных сооружений Урала опускаются до глубин порядка 44км, причем залегание верхней мантии по направлению к Восточно - Европейской платформе, уменьшается до 32 - 40 км. Складчатые сооружения Урала надвинуты на платформу с формированием передового (краевого) Предуральского прогиба, который в юго - западной части сочленяется с Прикаспийской синеклизой. Северо – западная часть Оренбуржья располагается в платформенной области и испытывает влияние крупных региональных структур Восточно - Европейской (Русской) платформы. Серия поднятий и впадин подчиненного порядка непосредственно в западной половине Оренбургской области входит в состав Жигулевско - Оренбургского свода. На юго–востоке свод ограничен Бузулукской впадиной, а в области сопряжения Приуральского прогиба и Прикаспийской впадины - Соль - Илецким выступом. Самая крупная структура в этой системе дислокаций - Салмышский вал север - северо - западного простирания. Эта область является нефтегазоносной и содержит все нефтегазовые месторождения Оренбуржья.

Геологические образования юго - востока Русской платформы имеют длительное развитие: от докембрийских этапов до современных. В геологическом строении участвуют терригенно - карбонатные осадки рифея, палеозоя, мезозоя и кайнозоя мощностью до 6000 м, залегающие на древнем фундаменте. Палеозойские

образования Русской платформы в целом сложены преимущественно карбонатными породами девона и карбона с мощными пачками терригенных пород. Верхняя часть разреза палеозоя представлена широко развитыми на дневной поверхности отложениями пермской системы. Ее нижний отдел отличается преобладанием сульфатно - карбонатных пород. Верхнепермская толща, мощностью до 800 м, сложена пестроцветными терригенно - карбонатными осадками с преимущественным развитием палеорусловых образований.

Восточный Уральский сектор территории, включая переходную к структурам Восточно - Европейской платформы зону Предуральского прогиба, характеризуется господством структур субмеридионального (уральского) простирания.

Проблема формирования и развития складчатых зон Урала, в частности его южного Оренбургского сектора, широко и на современном уровне освещена в геологической литературе с раскрытием особенностей глубинного строения, геодинамических обстановок формирования (Дружинина В.С. и др.), эволюции его рудных формаций и металлогении, в том числе с применением положений тектоники плит (Прокин В.А., Сазонов В.Н., 1993, Зайков В.В., 1998)

Согласно этим данным предуральский прогиб – типичная орогенная структура, возникающая на заключительном этапе океанического прогиба. Он располагался между Русской платформой и Уральской складчатой областью. Его глубина достигает 5 - 6 км, а ширина 60 - 80 км. Фундамент прогиба ступенчато погружается к югу с изменением глубин его залегания от 4 до 10 - 12 км. Формирование его началось в среднем карбоне и закончилось в кунгурскую эпоху пермского периода с образованием мощных толщ гипсов, каменных и калийных солей. На востоке прогиба преобладают грубообломочные отложения, конгломераты и песчаники, далее на запад следуют пески и глины. По западному краю прогиба на Русской платформе проходит полоса раннепермских рифовых известняков.

Для Предуральского прогиба в целом характерна высокая дислоцированность мезозойско - кайнозойского покрова. Широко развитый триасовый комплекс осадков на территории практически всего прогиба имеет мозаичное

распространение, прерываясь депрессиями, выполненными акчагыльскими и плиоцен – четвертичными отложениями.

Крайняя северная часть Оренбургского Предуралья отличается линейно - блоковым строением, включает различно ориентированные валлообразные и депрессионные структуры. В грабенообразных прогибах субмеридионального простирания локализованы юрско – меловые и верхнеолигоцен–неогеновые накопления.

На юге Предуральского прогиба выявлена высокая степень дислоцированности, нарушенности молодых мезозойско–кайнозойских отложений. Амплитуды смещения по разломам составили десятки до 300 м. Намечена существенная фациальная изменчивость. Нарушенность покрова сопряжена с образованием многочисленных врезов по долинам рек среднего течения р. Урал.

Восточная часть области, расположенная в пределах Уральской складчатой системы, сложена мощными толщами осадочных, вулканогенных, интрузивных и метаморфических пород различного возраста (от протерозоя до антропогена). Геологическое строение Уральской системы сложное, характеризуется отчетливо выраженной зональностью, позволяющей выделить с запада на восток следующие структурно–фациальные зоны.

- Западно–Уральская внешняя зона складчатости;
- Центрально–Уральское поднятие;
- Магнитогорский прогиб;
- Восточно–Уральское поднятие;
- Восточно–Уральский прогиб;
- Зауральское поднятие.

Западно - уральскую зону слагают осадочные породы нижней перми и карбона (конгломераты, гравелиты, песчаники, известняки). Магнитогорский, Восточно–уральский и Зауральский прогибы – области с мощным развитием терригенно–осадочных, вулканогенных и интрузивных комплексов различного возраста (от ордовика до позднего палеозоя). Поднятия (Центрально–Уральское, Восточно–

Уральское и Зауральское) - области преимущественного развития интрузивных и метаморфических образований.

Своеобразна гидрогеологическая обстановка в области развития структур и формаций Предуральского прогиба. Гидрогеологические условия протерозойского и подсолевого (девон, карбон, пермь) комплексов включают термальные рассолы трещинных вод фундамента. При разгрузке их по зонам нарушений возможно формирование телетермальной эпигенетической минерализации. Трещинно - пластовые воды верхнепермских, мезозойских и кайнозойских отложений пестрые по минеральному составу. Водоносные горизонты обычно быстро выклиниваются в результате фациальных замещений и зачастую в крупные водоносные комплексы.

Минерально - сырьевая база и геологическая изученность Южного Урала и Оренбургской области, в частности, всегда находились в центре внимания научных коллективов и производственных организаций геологического и перерабатывающего минеральное сырье профиля.

Над раскрытием перспектив минеральных ресурсов края трудились поколения геологов. Периодически появлялись обзоры по состоянию данной проблемы с указанием всего комплекса минеральных богатств в виде месторождений меди, свинца, цинка, золота, железа, марганца, хрома, никеля, нефти, газа, угля, камнецветного сырья, редких элементов, строительных материалов. Практически за это время были выявлены все уже известные, а также перспективные виды сырья, материалов природных соединений как образующих самостоятельные месторождения, так и сопутствующие основным рудам, показаны их запасы и перспективы.

## **6.2 Полезные ископаемые**

На территории области имеется свыше 2 тыс. месторождений и проявлений 72 видов полезных ископаемых. По добыче меди, никель–кобальтовой руды, каменной соли область занимает одно из ведущих мест в России. Оренбуржье - один из важнейших газодобывающих и перерабатывающих районов европейской части

страны. По масштабам комплексного по составу газа область уступает лишь Тюменской области.

С отложениями осадочного чехла мощностью от 3-5 до 15 км связаны месторождения нефти и природного газа, бурых углей и горючих сланцев, асфальтитов, фосфоритов, гипса и ангидрита, мела, опок и других строительных материалов.

На востоке области в зоне Уральской складчатости, где интенсивно проявились магматические тектонические и метаморфические процессы и процессы корообразования преобладают месторождения металлических полезных ископаемых: меди, золота, хрома, никеля, железа, марганца. Из неметаллических полезных ископаемых – хризотил–асбеста, каолина, облицовочных мраморов, поделочных яшм, горного хрусталя, высококачественных флюсовых известняков и кварцитов, огнеупорных и тугоплавких глин, песков, песчано–гравийных смесей, кирпичного и керамзитового сырья, бентонитовых глин.

Главнейшими полезными ископаемыми Оренбуржья являются газ, нефть, медь, никель, асбест, каменная соль и бурый уголь.

### **6.2.1 Нефть и газ**

По состоянию на 01.01.2012г. на территории Оренбургской области учтено 234 месторождения углеводородного сырья, в том числе 172 нефтяных, 27 газонефтяных, 2 нефтегазовых, 18 нефтегазоконденсатных, 8 газовых и 7 газоконденсатных. Глубина залегания их залежей изменяется от 110–250 м (Южный склон Татарского свода) до 4200–4700 м (Бузулукская впадина). Суммарные извлекаемые запасы нефти составляют 662 млн. т, свободного газа около 800 млрд. м<sup>3</sup>, конденсата около 64 млн. т. Извлекаемые ресурсы нефти по Оренбургской области оценены по 206 структурам в количестве 333,4 млн. т. Ресурсы свободного газа оценены по 44 структурам в объеме 564 млрд. м<sup>3</sup>, конденсата – 63 млн. т. Основные запасы свободного газа (87 %) сосредоточены на сверхгигантском Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении. Газоконденсат



месторождения характеризуется повышенным содержанием сероводорода (3,6 -4,0 %), поэтому извлекаемый из недр газ - газоконденсат прежде всего очищают от серы. В очищенном виде газ транспортируется по газопроводу для местных нужд и за границу, конденсат – на переработку в Башкирию - г. Салават, г. Уфа. Извлекаемая из газа сера является в свою очередь важным продуктом химической промышленности. Используется для производства серной кислоты, в производстве резиново - технических изделий. Месторождение характеризуется многокомпонентностью. В составе газа кроме метана и газового конденсата содержатся этан, бутан, пропан, гелий, азот. Для переработки гелия – спутника газа, в районе г. Оренбурга построен завод мощностью в 5 млн. т. в год. Без гелия не обойтись ядерщикам, электронщикам и ракетчикам (гелий - охладитель ракетного топлива). Также он применяется в производстве урана, плутония, титана, в медицине. В общем оборонной промышленности трудно обойтись без оренбургского гелия. В экспозиции музея представлен экспонат жидкого газа – гелия, полученного на Оренбургском гелиевом заводе. Это же месторождение является крупнейшим в области по запасам нефти (107,8 млн. т). Оно приурочено к Оренбургскому валу, вытянутому в субширотном направлении более чем на 100 км. За четыре десятилетия из него добыто более триллиона кубометров газа. Огромны ещё не тронутые запасы, которых по расчетам руководителей нефтегазовой отрасли области хватит на многие десятилетия. До 2090г. газ еще будет добываться. Наиболее значимые открытия ожидаются в бортовых зонах Прикаспийской синеклизы и Предуральяского прогиба, на юге Бузулукской впадины и в пределах Восточно–Оренбургского поднятия.

К числу крупных нефтяных месторождений, разрабатываемых в настоящее время, относятся Покровское, Бобровское, Сорочинско–Никольское, Ростошинское, Красноярское, Тарханское, Курманаевское, Родинское.

## 6.2.2 Асфальтит

К горючим ископаемым не относится, но генетически связан с нефтью, это застывшая нефть, представляющая твердые битумы природного происхождения, смолистого блеска и черного цвета. Твердость их около 2, тугоплавкие.

Садкинское месторождение асфальтитов находится около дер. Садка в 30 км к юго-западу от г. Бугуруслан. Открыто оно было в 1935г. С 1957 по 1984г. включительно оно разведывалось. Всего добыто 603 тыс. т. асфальтита. Асфальтит здесь заполняет субвертикальную тектоническую трещину, образованную жилообразным телом длиной 660 м, разрывающую почти весь татарский ярус верхней перми до глубин 220 – 250 м. Средняя мощность полезной толщи составляет 9 м, мощность вскрыши колеблется от 3 до 8 м.

По внешнему виду асфальтит месторождения представляет собой хрупкий минерал буровато – черного цвета, без запаха. Температура его размягчения от 144 °С до 216 °С, удельный вес от 1,04 до 1,2. Содержание битума в нем от 72,4 % до 99,9 %. Разгонка асфальтита дала такие результаты; жидкого битума - 20 %, бензина 3,5 % и керосина - 5 %. Использовался в электротехнической, лакокрасочной и химической промышленности, в качестве связующей добавки асфальтовых покрытий дорог.

Проводились поиски других месторождений. Было выявлено Ивановское месторождение асфальтита, которое представляло интерес не только на битум, но и как руда на ванадий.

Остаток запасов асфальтитов Садкинского месторождения на 1.01.1999г. составляет 108 тыс. т по категории С<sub>1</sub> [27].

Из твердых горючих ископаемых на территории области есть месторождения горючих сланцев и бурых углей.

### **6.2.3 Горючие сланцы**

Два месторождения горючих сланцев – Общесыртовское и Рубежинское с разведанными запасами 1,3 млрд. т., прогнозными ресурсами в 5 - 6 млрд. т. находятся в юго–западной части Оренбургской области. Они входят в состав крупного Волжского горючесланцевого бассейна с ресурсами сланцевой смолы 4,5 млрд. т.

Сланценосная толща мощностью 22 – 24 м представлена серыми известковыми и темно - серыми битуминозными глинами, содержащими пласты горючих сланцев мощностью до 2 м, приуроченных к морским осадкам верхнеюрского возраста - времени максимальной трансгрессии юрского моря, когда по данным фациально - палеогеографических построений береговая линия морского бассейна проходила вблизи современных Уральских гор. Пласты горючих сланцев на 15 - 40 % состоят из органического вещества - продуктов разложения водорослей и живых организмов. Содержат от 6 % до 12 % горючесланцевой смолы, из которой можно извлекать бензин, керосин, различные масла, клей, ихтиол (лекарственное вещество), моющие средства, парафин, использовать в производстве пластмасс и резины. Месторождения разведывались в 30-х, конце 70-х, начале 80-х годов прошлого столетия. Залегают сланцы на сравнительно небольшой глубине, но характеризуются довольно высоким содержанием (6 - 7 %) серы. Поскольку к тому времени не было разработанного технологического процесса переработки высокосернистых сланцев, предусматривающих утилизацию серы, горючие сланцы этих месторождений не разрабатывались и не разрабатываются.

### **6.2.4 Бурый уголь**

Залежами бурого угля в песчано - глинистых отложениях олигоцена - миоцена в Тюльганском районе и прилегающей с севера к нему территории Башкирии сформирован Южно - Уральский буроугольный бассейн, насчитывающий около 50 месторождений с суммарными запасами, превышающими 1млрд.т. Они слагают

верхнеолигоцен–миоценовую угленосную формацию, залегающую в мульдах, приуроченных в основном к тектоническим депрессиям или карстовым впадинам, благодаря которым и сохранились от размыва последующей эрозией.

Мощность отдельных залежей наиболее крупных месторождений на территории Оренбургской области (Тюльганское, Хабаровское, Яман–Юшатырское, Репьевское) достигает 17,97, 105 м.

Разрабатывалось карьерным способом только Тюльганское месторождение. Угли месторождения рыхлы, землисты, темно - коричневого или буровато - черного цвета, содержат местами много включений лигнита.

Качество угля характеризуется следующими средними данными (на абсолютно сухой уголь): зола от 15 % до 38 %, летучие от 38 % до 50 %, сера общая от 0,3 % до 1,04 %, калорийность от 4100 до 5900 калорий. Количество влаги в свежедобытом угле доходит до 50 %. Этот недостаток Тюльганского угля несколько смягчается быстрым его высыханием на воздухе.

Добываемый уголь брикетировался на брикетной фабрике в г. Кумертау. Брикеты обладали сопротивлением раздавливанию, равным 150 - 200 кг. на кв. см.

Высокое содержание битумов, значительный выход первичной смолы, равной 12 - 18 %, и содержание в смоле парафина в количестве 4,2 %, нейтральных керосино - бензиновых фракций в количестве 6,84 %, позволяли рассматривать Тюльганские угли не только как энергетическое топливо, но и как сырье для химической промышленности.

В народном хозяйстве уголь использовался в качестве энергетического топлива на мелких электростанциях в Башкирии и в качестве топлива в быту. В год добывалось 1,5 - 2,8 млн. т. угля.

Балансовые запасы углей достигают 800 млн. тонн, причем 67 % из них сосредоточены в недрах Тюльганского и Хабаровского месторождений, пригодных для открытой разработки.

## 6.2.5 Железные руды

В области разведано 7 месторождений железных руд, расположенных в Орской и Аккермановской мезозойских депрессиях: Ново–Киевское, Ново–Георгиевское, Ново–Петропаловское, Мало–Халиловское, Орловское, Промежуточное, Аккермановское протягивающихся меридианальной полосой на протяжении 38 км при ширине в среднем 0,7 км, расширяясь местами до 2 км, местами сужаясь до нескольких десятков метров.

Окраины железорудного района, восточная и западная, сложены комплексом основных магматических пород габбро–перидотитовой магмы, в значительной степени превращенных в серпентиниты, занимающих площадь около 7500 кв. км. На размытой поверхности серпентинитов лежат бурые железняки и перекрывающие их юрские осадочные толщи. Железные руды этих месторождений относятся к типу осадочных и остаточных и связаны с юрскими континентальными отложениями. Мощность залежей изменяется от 5 до 75 м.

Месторождения представляют собой пластообразные тела в плане неправильной формы, залегающие на пологой поверхности серпентинитов. Нижняя поверхность рудных тел имеет волнистый характер сообразно с характером рельефа серпентинитов, сформированного к моменту образования руд. Верхняя граница более сглаженная. Рудные скопления имеют тесную связь с серпентинитами: руда залегает повсеместно непосредственно на серпентинитах; во всех рудах присутствуют в качестве обязательной примеси хром и никель; в латеритных рудах, непосредственно залегающих на серпентинитах, наблюдаются остаточные структуры, свойственные серпентиниту. Кровлей руды обычно являются темно - серые пластичные и слюдистые глины с растительными остатками. Содержание железа - от 28,2 % до 40,9 %, хрома - от 0,85 % до 1,73 %, никеля - от 0,35 % до 0,91 %. Запасы руд на начало 1998г. составляли 194,6 млн.т. Кроме того, в отвалах накоплено 21 млн. т ранее добытых руд.

По минералогическому составу и текстуре руды *Ново–Киевского месторождения* подразделяются по вертикали (сверху вниз):

1. Глинистые конгломератовидные бобовые гидрогётит–хлоритовые.
2. Бобовые (оолитовые) гидрогётит–хлоритовые.
3. Грубослоистые гидрогётит–хлоритовые.
4. Тонкослоистые гидрогётит–хлоритовые.
5. Корковые охристо–гидрогётитовые.

Руды являются комплексными, т.к. наряду с основным металлом – железом (35 - 41%) они содержат хром (1,0 - 1,4 %), никель (0,5 - 0,7 %), кобальт, марганец, титан и др. элементы. Эти примеси могут рассматриваться как легирующие добавки, способствующие получению особо ценных сталей. Они накопились в пределах крупной депрессии, в озерах и болотах, в результате сноса с окружающих участков, где были широко развиты охристые продукты коры выветривания серпентинитов. Перенос осуществлялся как механическим способом, в виде взвесей и обломков, так и в форме коллоидов (о чем свидетельствуют оолитовые текстуры бобовых руд). Возраст месторождения поздне триасовый.

*Аккермановское месторождение* находится в крупных карстовых воронках на поверхности известняков, перекрытых ниже - верхнеюрскими и меловыми отложениями. Рудная толща залегает на сильно закарстованной поверхности известняков. Руды гнездообразные, линзовидные, часто с отвесными вертикальными контактами. Мощность этих залежей непостоянна, так как зависит от глубины выполняемых карстовых воронок; местами она достигает 50 м, местами доходит до 0, но чаще всего колеблется от 8 до 25 м. Особенностью месторождения является грубообломочный характер руд, частое чередование с глинами, песками, галечниками. Руды подразделяются на 4 типа: порошковатые охристо - глинистые, обломочные, брекчиево - щебнистые, конгломератовидные бобовые и галечные делювиально - аллювиальные образования, возникшие в результате размыва и сноса обычных латеритовых руд с Хабарнинского серпентинитового массива. Накопление их происходило в таких же условиях, что и для Новокиевского. Источник сноса - охристо - железистые образования верхних горизонтов древней коры выветривания по серпентинитам ближайших массивов.



Рассмотренная группа месторождений является сырьевой базой Орско–Халиловского металлургического комбината. Руда используется для производства легированных сортов стали и чугуна. В основном комбинат работает на привозных – Криворожских и Соколовско–Сорбайских магнетитовых рудах.

### **6.2.6 Марганцевые руды**

Известны в восточной части Оренбургской области. Они приурочены к восточному склону Урала.

*Аккермановское марганцеворудное месторождение.* Было открыто в 1941г. на западной окраине Аккермановского железорудного месторождения.

Во время Великой Отечественной войны оно частично эксплуатировалось двумя карьерами. Руды употреблялись при выплавке чугунов.

Горизонт, к которому приурочено оруденение, представлен кремнистой толщей нижнего карбона, состоящей из типичных опок, кремнистых прослоев со спикулами губок, переслаивающихся с прослоями кремнистых марганцевых руд и прослоями кремнистых марганцевых руд и прослоями оруденелых известняков.

Рудное тело имеет пластовую форму и представлено серией тонких мощностью до 10 – 20 см кремнистых рудных прослоев черного цвета, перемежающихся с прослоями кремнистых пород, лишенных марганца. Мощность рудного тела достигает 4 - 5 м. Руды прослеживаются узкой полосой в меридианальном направлении на протяжении 2 км. Относятся к типу бедных окисных руд и состоят из кристаллического пирролюзита и значительного количества халцедона. Кроме того, встречаются минералы группы псиломелана, лимонит, гётит и из нерудных кварц, опал. Главная масса руд сравнительно бедная с содержанием марганца 18 %, железа 6 %, кремнезема около 50 % и фосфора 0,05 %. Запасы месторождения составляют 1880 тыс. т

### **6.2.7 Титановые руды**

На территории Оренбургской области в пределах Центрально–Уральского поднятия известен целый ряд рудопроявлений рутилоносных эклогитов и только одно – небольшое *Шубинское* месторождение гранато–рутиловых руд с промышленными запасами двуокиси титана.

Месторождение расположено в 0,5 - 1,0 км к северо – западу от пос. Шубино, в 38 км от железной дороги. На месторождении выявлено 23 рудных тела. Максимальный размер их по простиранию 1800 м, вкрест простирания 260 м, по падению – 175м. Рудные тела имеют пластовую плитообразную или неправильную форму. Оруденение представлено неравномерной вкрапленностью рутила ( $TiO_2$ ) в гранатовых эклогитах. В большинстве эклогитовых тел наблюдается определенная зональность: повышенное содержание рутила устанавливается в средней части, в то время как по их периферии рутила обычно меньше в связи с его замещением сфеном ( $CaTiSiO_5$ ). В среднем руды по содержанию диоксида титана, бедные (1,9%, граната 24,8%) и требуют обогащения. Промышленный интерес представляли те участки рудоносных эклогитов, где содержание рутила превышало 3-4%.

Рутиловый концентрат Шубинского месторождения может быть использован для изготовления электродов, а гранатовый – в деревообрабатывающей промышленности как абразив и как наполнитель в тяжелых бетонах.

### **6.2.8 Хромитовые руды**

В Оренбургской области месторождения и рудопроявления хромитовых руд в основном связаны с ультраосновными породами Халиловского, Хабарнинского и Аккаргинского массивов. На этих и других массивах известно около 30 мелких месторождений, из которых в 20-40е годы велась добыча хромитов.

К северной части *Южно–Аккаргинского* массива приурочено наиболее крупное в области *Аккаргинское* месторождение. Рудные залежи, линзы и шпиры заключены в полосах дунитов. Длина рудной зоны 2500м, глубина оруденения 40-50м, содержание  $Cr_2O_3$  в рудах 40-50%.

В восточной части *Хабарнинского* габбро–перидотитового массива в толще нижнепалеозойских было выявлено несколько рудных тел хромитов. Руды массивные и вкрапленные (рябчиковые). Мощность рудных тел изменялась от 0,5 до 15м, длина линз варьировала от 1 до 120м. Содержание  $Cr_2O_3$  в сплошных рудах 44–52%, в рябчиковых 28–44%.

На *Халиловском* хромитовом месторождении было открыто 127 отдельных небольших по размерам рудных тел. В настоящее время месторождение запасов не имеет, так как все рудные тела, выходящие на поверхность выработаны. Поиски рудных тел бурением оказались нерациональны, так как стоимость бурения дороже стоимости руды вследствие незначительных размеров самих рудных тел. В связи с этим разведочные работы на месторождении были прекращены еще в 1936г. и с тех пор не возобновлялись. Разрабатываемые в Актюбинской области месторождения хромитовых руд удовлетворяют на этот вид сырья на Южном Урале.

### **6.2.9 Медные руды**

Богата Оренбургская область и медью.

На Востоке области выявлено несколько рудных районов: Медногорский, Гайский, Теренсайский, Домбаровский. В каждом из этих районов выявлены и разведены промышленные месторождения медных руд: Комсомольское, Гайское, Джусинское, Весеннее, Летнее, Осеннее, Зимнее, Барсучий Лог.

Все месторождения относятся к гидротермально–метасоматическому генетическому типу, преобладает колчеданная группа.

До 30–х годов месторождений медных руд подобного типа в Оренбургской области не было известно.

В 1931 г. при поисках железных руд случайно было открыто Блявинское месторождение. Оно оказалось крупным, пригодным для карьерной разработки. В связи с открытием Блявинского месторождения, в середине 30–х годов началось строительство Медногорского медно–серного комбината. Дальнейшие поиски в этом районе привели к открытию Комсомольского, Яман–Касинского

месторождений в Медногорском районе. Стал расширяться и район поисков. В 1950 году было открыто Гайское месторождение, в 1958г. – Джусинское, в 60-е -70-е годы выявлены и разведаны Домбаровская группа месторождений.

*Гайское месторождение* – крупнейшее на Урале и в Российской Федерации месторождение комплексных медных и медно–цинковых руд, из которых производят медный, цинковый и пиритный концентраты. Здесь сосредоточено 76% запасов меди Оренбургской области. В 1959 году оно было сдано в эксплуатацию; рядом были построены мощный горнообогатительный комбинат и новый современный город. За открытие месторождения 5 геологов были удостоены Ленинской премии.

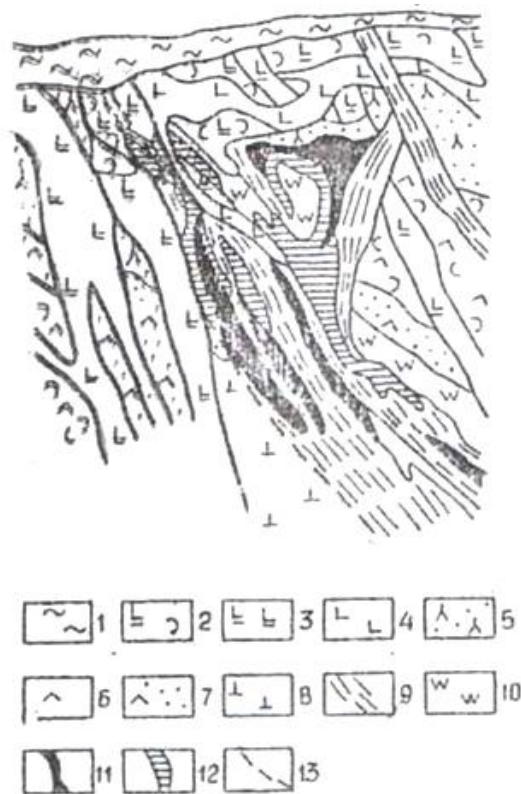


Рисунок 2 - Геологический разрез Гайского медноколчеданного месторождения

Условные обозначения:

1 -кайнозойские и мезозойские отложения, 2-4 - надрудная толща; 2 - лавы и туфы плагиоклазовых порфиритов базальтового состава, 3 - дайки и субвулканические интрузии базальтовых порфиритов, 4 - дайки и субвулканические интрузии габбро-диабазов и диабазов; 5-8 - рудовмещающая толща: 5 - слоистые туфы и туффиты смешанного состава, 6- туфы и туфобрекчии андезито-дацитов и дацитов, 7- пепловые туфы дацитов и липаритов, 8- субвулканические интрузии дацитов и липаритов; 9-12- гидротермально-метасоматические

образования: 9 - кварц-серицитовые сланцы, 10- вторичные кварциты с пиритом, 11- сплошные медноколчеданные руды, 12 - прожилково-вкрапленные и медноколчеданные руды, 13 - тектонические нарушения.

Месторождение приурочено к крупной вулcano-купольной структуре, сложенной вулканитами ранне – среднедевонского возраста и находится на южном продолжении Баймак–Бурибаевской меденосной зоны на западном крыле Магнитогорского синклинория. В западной части Гайской структуры слагающие ее вулканогенные образования ограничиваются плоскостью пологого надвига, по которому они надвинуты на туфоогенно–осадочные породы среднего девона (так называемой «подрудной» толщи, (рисунок 2). В пределах структуры выделяются многочисленные тектонические нарушения: некоторые из них возникли в ходе развития вулканизма и являлись подводными каналами для магматических расплавов. Основные рудные тела и густая сульфидная вкрапленность приурочены к Гайской зоне разломов в осевой части Гайской структуры. Рудные тела объединяются в пять главных залежей сплошных руд, сопровождающихся зонами вкрапленного оруденения. Общее их падение крутое – восточное, так же как и вмещающих их зон расланцевания (под углами 70–80 °). Эти залежи образуют протяженную, более чем на 4 км зону, прослеженную по падению на 2 км. Они имеют форму линз, кулисообразно сменяющих друг друга по простиранию и падению до глубин 1000, иногда достигая 2000 метров и более. Выделяются сплошные и прожилково–вкрапленные серные, медистые, медно–цинковые, колчеданные руды в сплошных разностях с массивной, полосчатой, брекчевидной и сланцеватой текстурой. Из рудных минералов наиболее распространены пирит и халькопирит, часто встречаются сфалерит, борнит, галенит, реже присутствуют тенантит, марказит, золото. Редкие элементы представлены селеном, теллуrom, индием, германием, палладием и др. В распределении по месторождению главных компонентов наблюдается закономерность, состоящая в том, что его центральная часть сложена преимущественно серным колчеданом, а в направлении к периферии происходит обогащение руд медью и цинком. Среднее содержание полезных

компонентов в сплошных медных рудах в отдельных линзах достигает: меди 6,65 %, свинца 0,06 %, цинка 0,46 %.

На месторождении выражена вторичная зональность с тремя зонами в вертикальном разрезе [3].

1. Зона окисления, представленная в верхней части бурыми железняками, а в подзоне выщелачивания кварцевой сыпучкой. Видимая мощность зоны окисления 21 - 27 м, ее нижняя граница иногда опускается до глубины 115 м. Зона окисления является рудой на золото и серебро. Среднее содержание золота 8,3 г/т, серебра – 100 г/т.

2. Зона цементации, представленная медным и серным колчеданом со вторичными сульфидами – ковеллином, халькозином и др. Средняя мощность ее достигает 27 м.

3. Зона первичных руд, представленная медным и серным колчеданом. Характерной особенностью Гайского месторождения является широкое развитие оруденения в вертикальном направлении и по простиранию.

Месторождение разрабатывается. Действует рудник «Глубокие горизонты», рассчитанный на эксплуатацию в интервалах глубин до 1500 м.

В целом в области на 1 января 1999г балансом учитываются 9 колчеданных месторождений с суммарными запасами меди 7125,5 тыс. т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 614,3 тыс. т по категории С<sub>2</sub>; часть запасов меди – 365,3 тыс. т отнесена к забалансовым [27].

### **6.2.9 Никелевые руды**

На территории Оренбургской области месторождения никеля связаны с мезозойской корой выветривания на массивах ультраосновных пород [11].

Выделяются четыре самостоятельных типа никелевых руд [13].

#### **1.Элювиальный покровный тип, или Халиловский.**



*Айдербакское месторождение.* Расположено на западной границе Халиловского серпентинитового (габбро–перидотитового) массива. Занимает площадь 5–6 кв. км. Рудоносная толща, перекрывающая плащом неизменные серпентиниты, представляет собой их элювий и состоит из рыхлой, легко рассыпающейся массы выветрелых серпентинитов серо–зеленых, буро–зеленых, темно–зеленых и черных тонов. Породы рудоносной толщи, являясь продуктом выщелачивания и выветривания, состоят, главным образом, из серпентинита и лимонита, кварца, кальцита, магнезита, гипса и рудного минерала – гарниерита. Никеленосными являются почти все минералы толщи и главную массу никеля содержит серпентин; следующими по значению являются псиломелан и лимонит, которыми никель абсорбирован. Максимум концентрации никеля наблюдается в основании рудной толщи. Мощность рудной залежи в пределах от 0,5-7 до 15-25 м. Это комплексная руда на никель, Со и Fe. Среднее содержание никеля в нонtronитовых рудах составляет 0,7–1,2 % кобальта 0,1-0,5 %.

## **2. Элювиальный трещинный тип, или Аккермановский.**

### *Аккермановское месторождение*

Находится на восточной окраине Хабарнинского серпентинитового массива. Приурочено к меридиональной линии интенсивных тектонических нарушений в серпентинитах с обилием крутых трещин, сопровождаемых обильной мелкой сетчатой трещиноватостью. В связи с развитием раздробленной зоны выветривание распространяется на глубину вдоль трещин. Охристо–кремнистая зона является рудоносной толщей. Она состоит из пестроокрашенных охр и неправильных обособлений в них кремнистых пород, в составе которых преобладает халцедон и кварц. Кремнисто–охристое разложение прослежено до глубин от 30 до 60 м. Рудоносной толщей является также и окружающий охристо–кремнистую зону сетчатый серпентинит, трещины которого заполнены серпифитом, доломитом и *керолитом*, который является никеленосным. Сетчатые магнезитоносные серпентиниты также являются рудоносными. Размеры рудной залежи 1кмх600м. Содержание никеля в рудах 0,53-0,96 %. Отдельными скважинами магнезитоносные

серпентиниты, окаймляющие рудные тела, прослежены до глубины 65-75 м, а серпофито–керолитовые – до глубины 112 м.

К смешаному элливиально – площадному и трещинному подтипу относятся Буруктаьское, Киёмбаевское и Аккаргинское месторождения.

### **1. Карстовый делювиальный тип**

*Старо – и Ново-Айдырлинское месторождения.*

Находятся по контакту Айдырлинского серпентинитового массива и примыкающих к ним с юго–запада известняков в Кваркенском районе, в долине р. Айдырли. Старо–Айдырлинское месторождение приурочено к карстовой депрессии, простирающейся на протяжении 2,2 км. Карстовая депрессия представляет цепь соединенных между собой карстовых воронок разнообразных форм и глубин и имеет сложные и неправильные очертания, вдаваясь глубокими языками в известняки. На Ново–Айдырлинском месторождении в основании этой толщи и на известняке лежит слой серпентинитового делювия, обогащенный никелем и представляющий собой алюмосиликатную никелевую руду, по содержанию никеля относящуюся к богатым рудам. Рудные тела пластообразной и линзообразной формы с размерами от 2 до 84 м. Глубина залегания достигает местами 130 м. Содержание никеля в руде от 0,7 % до 2 % (иногда до 7,96 %), кобальта 0,01- 0,5 %, меди 0,001 - 0,048 %.

В самой рыхлой толще, выполняющей карст на месторождениях развиты линзы углистых глин. Глины являются в то же время богатыми никелевыми рудами, образуя второй тип никелевых руд – сульфидно–никелевый, осадочного происхождения.

Алюмо–силикатно–никелевые руды состоят из никелевых минералов: айдырлита, гарниерита и породных минералов – серпентинита, оливина, талька, магнезита, кварца, нонтронита, ферригаллуазита и гидрогётита – продуктов разрушения делювия серпентинита.

### **2. Сульфидный магматический тип**

*Ишкинское* проявление сульфидных никелевых руд, относящееся к этому типу, обнаружено к востоку от Халилова, связано с зоной дробления

ультраосновных пород, где пентландит образует прожилки, арсениды никеля и кобальта, хромит, медные сульфиды, что подтверждает формирование их главным образом гидротермальными процессами. Запасы меди на проявлении составляют 0,6 тыс. тонн. Практического значения ввиду небольших концентраций эти руды не имеют.

### **6.2.11 Золото Оренбургской области**

Месторождения рудного и россыпного золота в области известны с середины XIX века.

Наиболее перспективным на россыпное золото считался Верхне-Суундукский район. Золотоносность здесь связана с мезозойскими, палеоген - неогеновыми и четвертичными отложениями. Интенсивная золотодобыча велась в Кваркенском районе, где золото добывалось по берегам р. Суундук на Айдырлинских приисках и прииске «Синий Шихан», расположенном на границе района и Челябинской области. До начала двадцатого века здесь добывалось в основном россыпное золото. Вскоре добыча его стала прибыльным делом и в начале двадцатого века на Оренбуржье приходилось 72 % добытого золота Урала.

*Айдырлинское и Сине-Шиханское месторождения* связаны с гранитными массивами, широко развитыми в восточной части области [13].

Граниты Айдырлинского месторождения, прорывая нижнекаменноугольные толщи, занимают площадь около 75 кв. км, простираясь почти меридианально на 10 км. Оруденение гранитов связано с кварцевыми жилами, широко развитыми в пределах гранитного массива. Золото в кварцевых жилах проявляется в виде мелких вкраплений, иногда прожилок и очень редко в виде крупных включений. Помимо добычи из кварцевых жил золото добывалось также из делювия гранитов, представляющего собой сильно выветрелую дресву гранитов в каолиновых глинах и прикрывающего плащом разной мощности гранитный массив. Золото извлекалось старателями обычным путем – промывкой, и многие залежи в 30-е годы отработаны.

Сине–Шиханский гранитный массив площадью около 100 кв. км прорезает толщу песчаниково – сланцевых отложений нижнего карбона. Золотоносными также являются кварцевые жилы, секущие гранитный массив. Геологическая обстановка месторождения такова же, как и для Айдырлинского месторождения.

Наиболее интересен по А.Ф. Шарапову [40] *Кумакский тип оруденения*, представленный минерализованными зонами дробления, рассланцевания, окварцевания и турмалинизации в осадочных, эффузивных, гранитоидных породах, где образует штокверкообразные рудные тела, представляющие собой линейно вытянутые протяженные участки прожилково–вкрапленной минерализации с включением многочисленных кварцевых жил и прожилков. Протяженность отдельных рудных тел от 40 – 60 до 90 – 120 м при мощности от 2-3 до 10 – 20 м. Образованные такими рудными телами рудные зоны достигают протяженности 2-3 км при мощности до 100 м (месторождение Кумак).

В.П. Лощинин и П.В. Панкратьев [16], рассматривая главнейшие типы золотоносных проявлений Восточного Оренбуржья выделяют:

1. *Комплексные золотосодержащие медно – колчеданные и колчеданно – полиметаллические месторождения*, из которых золото извлекается с попутными компонентами. Они насчитывают более 130 месторождений и рудопроявлений. Основным источником этого металла является Гайское месторождение. Среднее содержание золота в цинково – медных рудах колеблется от 0,1 до 1,5 г/т, а серебра от 7 до 30г/т. Золото содержится в сульфидах в форме тонкодисперсных микровключений.

2. *Залежи вкрапленных золотых руд в черносланцевых формациях* в породах кембрия, ордовика и нижнего карбона. Это в основном углеродистые терригенно–карбонатные черносланцевые отложения (песчаники, алевролиты, сланцы), прорванные интрузиями верхнепалеозойского возраста – порфировидными биотитовыми гранитами, дайками гранодиоритов. Максимальные концентрации золота приурочены к узлам пересечения зон разломов, осложняющих грабены. В точках минерализации концентрации золота достигают 3 – 5 и 2,9-9,0 г/т. Основная масса золотопроявлений промышленного масштаба развита в пределах Кумакского

рудного поля, где они приурочены к верхам углеродисто–карбонатно–терригенной толщи нижнего карбона. Эта группа золоторудных проявлений является представителем месторождений золота прожилко–вкрапленного типа в черносланцевых толщах.

### *3. Золотоносные месторождения кор выветривания.*

Этот новый тип месторождений в разряд промышленно перспективных объектов выдвинулся в последние годы.

Наиболее интенсивно золотое оруденение проявлено в разрезе углеродисто–терригенно–карбонатной толщи нижнекарбонового возраста, слагающей Кировский грабен. Золоторудная минерализация протягивается вдоль его западного борта – Западно–Кировского разлома, образуя субмеридионально вытянутые зоны от нескольких сотен метров до первых километров при ширине 100–200 м. Менее протяженные зоны контролируются опережающими разломом системами тектонических нарушений северо–западного и северо–восточного направлений. На участках сочленения этих зон образуются «узлы» с повышенными концентрациями золота – месторождения Кировское, Каменское и др., образующие Кировское рудное поле. Промышленное золото здесь установлено в корях выветривания, мощность которых достигает 100-150 м. По ним развиты плащеобразные тела мощностью от первых метров до нескольких десятков метров – убогих (до 1 г/т), бедных (1-3 г/т), рядовых (3-10 г/т), реже богатых (более 10 г/т) руд.

Зона гипергенеза предсавлена пелито–алевритовым материалом, состоящим из глинисто–охристых и гидрослюдистых образований. Среди минералов отмечаются хрусталеносный кварц и анкерит. Из рудных гидротермальных минералов широко распространены леллингит, пирит и самородное золото. Последнее представлено тонкими чешуйчатыми и пластинчатыми выделениями размером до 0,25 мм и толщиной 0,01 мм.

На 01.01.2011г. балансом запасов золота Оренбургской области учитывается 17 месторождений, из которых два – россыпных, пять – коренное золото в кварцево–сульфидной формации, семь – комплексных медноколчеданных и колчеданно–полиметаллических месторождений.

Около 98,6 % балансовых запасов золота заключено в комплексных медноколчеданных месторождениях. Из числа в группу эксплуатируемых отнесены четыре: Гайское, Джусинское, Осеннее и Еленовское. Из собственно золоторудных месторождений отрабатываются Каменское, Кировское и Южно–Кировское месторождения.

Суммарные запасы золота в Оренбургской области на 01.01.2012 составили 455532 кг по сумме категорий А+В+С<sub>1</sub>, по категории С<sub>2</sub> – 105114 кг, забалансовые запасы золота составили 31911 кг [27].

### **6.2.12 Асбест**

*Киембаевское месторождение хризотил–асбеста*, открытое в 1952г., является крупнейшим в России и СНГ. Находится вблизи г. Ясного. Приурочено к северо–западной части крупного серпентинитового массива, расположенного в пределах Восточно–Уральского антиклинория. Массив надвинут с востока на запад на метаморфические образования (гнейсы и метаморфические сланцы) докембрия и нижнего палеозоя, вулканогенные породы нижнего–среднего девона; в центральной части он прорван диоритами, а в центральной части прорван диоритами, а на севере – гранитами. Занимает площадь около 150 кв. км. Его внутреннее строение характеризуется четко выраженной зональностью. Центральная часть массива сложена частично серпентинизированными перидотитами и дунитами, а периферические его части – серпентинитами. На контакте с гранитами наблюдаются перекристаллизованные оталькованные серпентиниты и тальково–карбонатные породы, образовавшиеся в результате гидротермального метаморфизма.

Залежи асбестоносных серпентинитов находятся в северо – западной части массива. Определяющую роль в размещении этих залежей сыграли разломы северо–восточного простирания, которые прослеживаются в виде зон рассланцеванных и перемятых серпентинитов с дайками диоритовых порфиритов. На месторождении выделяется пять асбестоносных участков: Главный, Северный, Третий, Четвертый, Пятый. Наиболее крупными являются Главный и Северный. В пределах Главного

участка разведано пять залежей с промышленным содержанием асбеста. Длина Залежей от 180 до 1850 м, прослежены они на глубину до 700 – 850 м. Залежи располагаются между зонами разломов параллельно или вдоль краевой части массива, отделяясь от гранитной интрузии полосой безрудных серпентинитов шириной до 1200 м. Генезис залежей гидротермальный, в результате действия растворов, отделившихся от остывающей гранитной интрузии.

Асбестовые залежи сложены серпентинитами с густой сеткой прожилков поперечно–волокнутого хризотил–асбеста толщиной от 2-3 до 10–25 мм. Среднее содержание волокна асбеста составляет от 2,5 % до 6 %. Добыча асбеста ведется открытым способом. Размеры карьера: в длину 2,5 км, в ширину 1,5 км. Разведанные запасы месторождения составляют 27 млн. т – около 17 % от общероссийских.

Асбест поставляется в страны СНГ, Китай, Турцию, Польшу и др страны.

### **6.2.13 Каменная (поваренная) соль**

На территории Оренбургской области известны 6 месторождений поваренной соли. Все они приурочены к кунгурскому ярусу нижней перми, развитыми в пределах юго–восточной окраины Русской платформы, северной части Прикаспийской синеклизы и в Предуральском краевом прогибе. Запасы каждого из месторождений оцениваются до нескольких млрд. тонн.

Соль–Илецкое месторождение – одно из крупнейших месторождений каменной пищевой поваренной соли высшего сорта в России.

В районе месторождения развиты среднеюрские, пермо–триасовые и пермские отложения. Наиболее древними являются гипсы кунгурского яруса, выходящие на поверхность в гипсовой горе, расположенной у юго–восточного края г. Соль – Илецка. Более молодые верхнепермские отложения относятся к уфимскому, казанскому и татарскому ярусам (рисунок 3) и представлены разнообразными глинами, мергелями, песчаниками и известняками. Общая мощность верхнепермской и пермско – триасовой красноцветной толщи около 200 м.

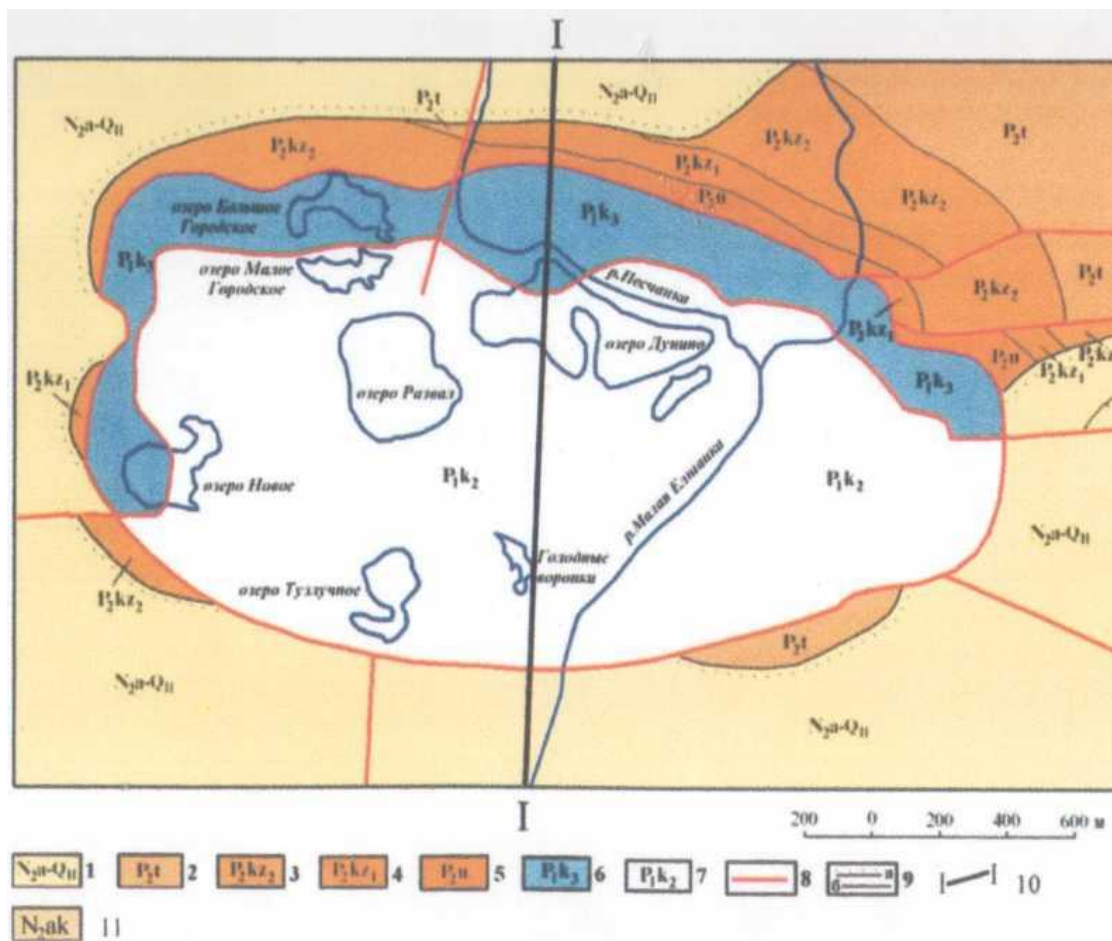


В районе Соль–Илецкого месторождения все эти отложения собраны в купол, размывтая поверхность которого прикрыта четвертичными песками, глинами и суглинками изменчивой мощности от 0 до 60 м [42].

Соляное тело месторождения имеет форму вертикально поставленного и выходящего со значительной глубины штока – овального купола с большой осью в 2 км и малой 0,9 км, занимающего площадь размером 1600 – 2150x746-880 м.

По своей чистоте Илецкая соль удовлетворяет требованиям, предъявляемым к солям высшего сорта. Содержание галита варьирует от 98,7 % до 98,8%, в качестве примесей присутствует ангидрит (0,35 – 0,70 %). Нерастворимого остатка содержится 0,45% влаги – 0,12 – 1,36%. В качестве вредных примесей отмечаются

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ (0,5 %), K(0-0,1 %), Mg(0,1 %), Ca(0,5 %).  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (0,01 %),  $\text{SO}_3$ (1,2 %). Клубом профессиональных руководителей из 112 стран мира в Париже в 1996г. Илецкая соль была признана лучшей в мире и награждена десятым золотым призом Европы за качество.



- 1 - акчагыльский ярус неогена - среднего плейстоцена - глины пластичные с прослоями полимиктового песка; пермская система;
- 2 - татарский ярус - переслаивание полимиктовых песчаников, мергелей, известковистых глин и аргиллитов;
- 3 - верхнеказанский подъярус - переслаивание мергелей с мелкозернистыми песчаниками и глинами;
- 4 - нижнеказанский подъярус - мергели, песчаники, известковистые глины и известняки;
- 5 - уфимский ярус - мергели, известняки, мелкозернистые песчаники;
- 6 - кунгурский ярус, верхняя толща - каменная соль с прослоями и линзами ангидрита и гипса;
- 7 - кунгурский ярус, средняя толща - каменная соль с редкими включениями ангидрита и гипса;
- 8 - линии тектонических нарушений;
- 9 - стратиграфические контакты: а) несогласные б) согласные;
- 10 - линия геологического разреза
- 11 - неогеновая система, акчагвельский ярус - глины пластичные, пески мелкозернистые, с галькой (на разрезе)

Рисунок 3 - Схематическая геологическая карта Илецкого соляного штока

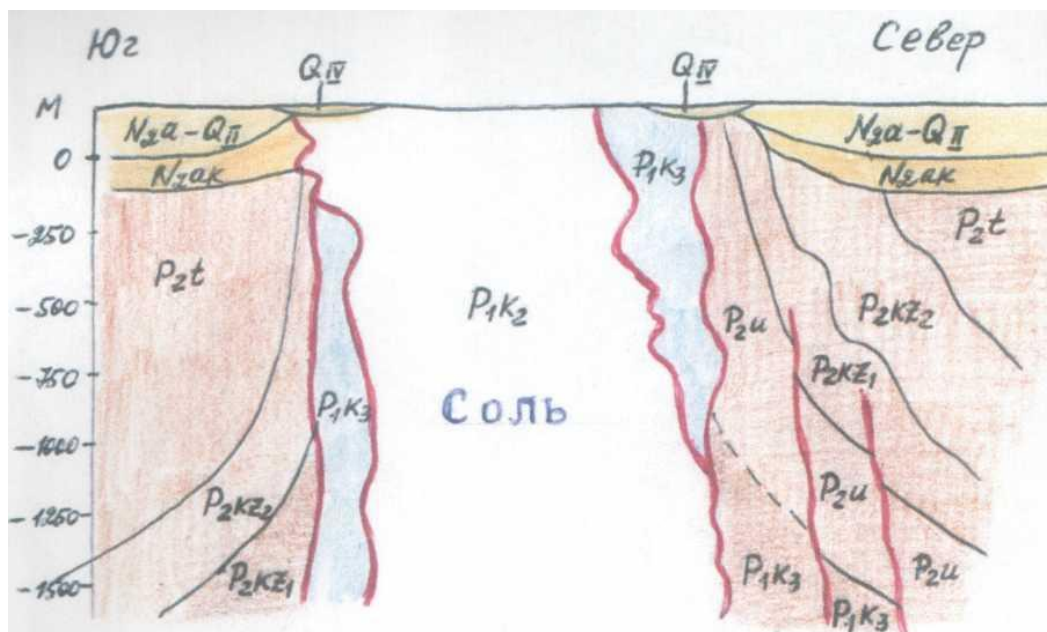


Рисунок 4 - Схематический геологический разрез по линии I-I Илецкого соляного штока. Масштаб 1 : 25000 (условные обозначения см. на рисунке 3)

Балансовые запасы поваренной соли Илецкого месторождения по состоянию на 01.01.1999г. составили 8210,6млн.т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. По геофизическим данным мощность соли составляет 2600 м. его прогнозные ресурсы до глубины 1500 м оценены по категории Р<sub>1</sub> в 6480 млн. т. Илецкая соль используется во многих отраслях промышленности более чем 80 регионов России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

#### 6.2.14 Строительные материалы

Оренбургская область располагает значительными ресурсами различных строительных материалов. В ее пределах имеются практически неограниченные запасы гипса, керамзитовых глин, цементного сырья, тугоплавких глин. Потребности строительной индустрии в известняке, кирпичных глинах, песках строительных, силикатных, песчано-гравийной смеси полностью удовлетворяются за счет освоения местных ресурсов [31].

Черная и цветная металлургия области в качестве флюса использует известняки, гипсы, кремнистые породы, в качестве огнеупорного сырья –

огнеупорные глины; формовочного сырья – пылевидный кварц (маршаллит). При плавке окисленных никелевых руд в качестве флюса используется гипс, добываемый на месторождении «Слудная гора». Пылевидный кварц (маршаллит) Болотовского месторождения используется в литейном производстве для особого точного сырья при изготовлении противопопригорных красок и паст, в виде добавок в формовочные смеси.

*Цементная промышленность* области, кроме Аккермановских известняков и Дубиновского гипса, использует глины Новотроицкого месторождения.

Опоки Саринского месторождения используются Орским нефтезаводом в качестве адсорбента для очистки нефтепродуктов.

В области ведется гражданское и промышленное строительство железных и шоссейных дорог, что связано с большими потребностями пригодных строительных материалов – кирпичных глин, строительных песков, щебня, гравия, облицовочных материалов.

*Кирпичными глинами* обеспечены все районы области. Общие их запасы составляют свыше 870млн.м<sup>3</sup>.

*Глины бентонитовые* выявлены среди мелкозернистых отложений Центрально–Уральского поднятия. Разведано единственное – Саринское месторождение с запасами 12389 тыс. т. Глины пригодны для приготовления буровых растворов, керамзитового гравия, формовочных смесей и др.

Перспективы области на *карбонатное сырье* для строительной извести в западной ее части связаны главным образом с отложениями маастрихта. Суммарные запасы его оцениваются в сотни млн. т.

На востоке области значительное распространение имеет морской карбонатный комплекс пород раннекаменноугольного возраста, в пределах которого выявлен целый ряд месторождений известняков и перспективных площадей, позволяющих говорить о неограниченных запасах карбонатного сырья для производства извести в этом регионе. Наиболее перспективной с ориентировочными запасами известняков 2500 млн. т является Ириклинская площадь и Аккермановское (400 млн. т) месторождение известняков.

Породы, которые могут найти применение в качестве *облицовочного камня*, также широко развиты на востоке области. Объектами изучения могут служить граниты Суундукского, Шиликтинского, Акжарского и других массивов. Балансом запасов облицовочного камня [27] учтены три месторождения мрамора – Кваркенское, Айдырлинское и Южно–Айдырлинское с суммарными запасами на 01.01.1999 года 16,4млн. м<sup>3</sup> по сумме категорий А+В+С<sub>1</sub> и 2,1млн. т по категории С<sub>2</sub>. Мраморы выявлены среди карбонатных толщ нижнекаменноугольного возраста Восточно–Уральского поднятия. Сложены белыми, серыми и переходными разностями мраморов. Пригодны для получения блоков и облицовочных плит. Известны несколько проявлений черных мраморов.

**Гипсы и ангидриты.** Месторождения гипса и ангидрита в области приурочены к пермским, в подавляющем большинстве случаев кунгурским отложениям. В качестве перспективных на гипс рассматривается Предуральский краевой прогиб и область его сочленения с Западно–Уральской зоной складчатости, в пределах которого возможно выявление месторождений, связанных с диапировыми куполами. Здесь могут быть обнаружены крупные месторождения, аналогичные месторождению «Слудная гора». Это месторождение находится в пределах соляно–купольной структуры, в центральной части которой, вскрытой денудацией, выходят мощные залежи гипса и ангидрита. Они слагают покрывку (кепрок) соляного купола, окружены по периферии верхнепермскими красноцветными отложениями. Гипсы слагают на этом месторождении крутопадающую (45-50 °С) линзовидную залежь мощностью 30-80 м, простирающуюся на 1,5 км, и три других линзы мощностью 15-20 м каждая. По падению гипсы прослежены на 400 м и на глубину 75-145 м. запасы гипса месторождения по состоянию на 01.01 1999г составляют 24594 тыс.т [27]. Месторождение разрабатывается Дубиновским рудником открытым способом с 1939г.

**Опоки.** Саринское месторождение представляет собой горизонтальную пластообразную залежь плотных каменоподобных опок позднемелового возраста, простирающуюся на расстоянии 4,5 км. Мощность толщи от 1,5 до 7,1 м, в среднем

4,7-5,9 м. В минеральном составе опок преобладает опал (81 %), присутствует кварц (11 %), полевые шпаты (1,8 %) и глинистые минералы (4,8 %).

Установлена пригодность опок месторождения для получения известково-трепельных блоков, а также в качестве активной добавки в производстве цемента. Балансовые запасы опок составляют 23880 тыс. м<sup>3</sup>.

**Мел.** Запасы мела для цементного производства учтены только на Акбулакском месторождении в количестве 28245 тыс. т [27] по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 26901 тыс. т по категории С<sub>2</sub>. Прогнозные ресурсы на этом месторождении оцениваются в 190 млн. т. Месторождение разрабатывается с 1938 г. Полезной толщей здесь является пологопадающая (4-12 °) на северо-восток пачка белого плотного мела маастрихтского яруса. Мощность толщи достигает 50 м. Мел сложен тонкодисперсным кальцитом с небольшой (2-3 %) примесью глинистого материала. Мел месторождения пригоден для производства портландцемента и отвечает требованиям, предъявляемым к минеральной подкормке для сельскохозяйственных животных и птиц. Для производства извести пригоден также мел практически всех известных в кампанских и маастрихтских отложениях месторождений и проявлений области, пласты которых имеют мощность от 2 до 40 м, в среднем 6-12 м мощности, сконцентрированных в Илецком, Новосергиевском, Соль – Илецком и Сорочинском районах. Мел обычно белый, серовато-белый, светло-серый, плотный или комковатый.

*Каолины* широко распространены на восточном склоне Оренбургского Урала. Все они приурочены к мезозойским (триас – мел) корам выветривания, развитым по интрузивным горным породам гранитного ряда.

Имеется несколько разведанных месторождений (Домбаровское, Архангельское, Теренсайское, Ушкатынское) и ряд проявлений. Наиболее качественные каолины на Теренсайском месторождении (запасы 12 млн. т). Каолины Ушкатынской площади (запасы более 12 млн. т) пригодны для производства фарфора и фаянса, бумаги, электротехнических изделий, санитарно-строительной керамики, резинотехнических изделий, парфюмерной и других отраслей промышленности.

**Строительный камень.** Восточные районы области богаты природным камнем (гранитами, диоритами, габбро–диабазами, амфиболитами и др.), пригодными для производства высокопрочного и морозостойкого щебня. Ориентировочные запасы строительного камня только по известным месторождениям и проявлениям составляют более 230 млн м<sup>3</sup>. Из эксплуатируемых наиболее крупными являются Круторожинское, Новоорское и Новокиевское в Орском промышленном узле. Габбро–диабазы Круторожинского месторождения пригодны для производства минеральной ваты. Граниты Ярталинского месторождения используются для получения долговечного бортового («бордюрного») камня.

Месторождения *песчано–гравийной смеси* в основном приурочены к отложениям пойменных террас рек Урала и Сакмары, реже к раннетриасовым среднеюрским, позднепалеогеновым и неогеновым отложениям. Большая часть месторождений сосредоточена в районе г. Оренбурга: наиболее крупные месторождения «Дворики», Никольское, Чернореченское, Сакмарское. В западной части области эксплуатируются месторождения Елшанское, Новосергиевское и Державинское. В Кувандыкском районе расположены Кончеровское и Дубиновское месторождения, в Новоорском районе – Колпаковское месторождение.

Песок и гравий используются в производстве бетона, железобетона, для балластировки ж. д. путей и отсыпки автодорог. По известным месторождениям и проявлениям составляют более 110 млн.м<sup>3</sup>.

**Строительные пески.** Перспективы на строительные пески связаны как с современными отложениями рек, так и с триасовыми, юрскими и палеоген–неогеновыми отложениями. Пески преимущественно кварцевые, иногда полимиктовые. На месторождениях песков мезозойского возраста мощность песчаных толщ колеблется от 1-2 до 20-40 м. Пригодны для использования в качестве заполнителя бетонов, приготовления известковых и цементных кладочных и штукатурных растворов. Юрские, эоцен – олигоценные и миоценовые пески, достигающие мощности 25 – 50 м, пригодны для производства силикатного кирпича, стеновых силикатных и известково–песчаных блоков.



### 6.2.15 Цветные камни

**Яшмы** встречаются по всей полосе вулканогенных метаморфизованных девонских толщ Южного Урала, протягивающихся от выходов пород этого возраста от Миасса до Орска и далее в Казахстан. Наиболее крупные и качественные яшмы находятся в районе г. Орска. По выражению А.Е. Ферсмана «в этом районе расположено величайшее и лучшее в мире месторождение яшм». Серые и зеленовато–серые яшмы месторождения *Казак–Чаккан* используются в технических целях: из них делают ступки, опорные призмы, матрицы и т.д. Это месторождение представляет собой пологопадающую пластообразную залежь, согласно залегающую среди туфогенно – осадочных пород. Продуктивное тело прослежено на 380 м по простиранию и на 120 м по падению. Мощность залежи колеблется от 0,36 до 0,70 м, составляя в среднем 0,5 м. В Гайском районе известна *Калиновская группа месторождений* яшмы. В ювелирно–камнерезном производстве наиболее популярны пестроцветные, так называемые пейзажные яшмы, характеризующиеся красивой цветовой гаммой и причудливым рисунком. Уникальное месторождение пейзажных яшм – *гора Полковник* известно более 200 лет. Добыча яшмы с перерывами велась на нем до 1996 г. и была приостановлена в связи с упавшим спросом. Очень красивы узорчатые Орские яшмы на горе Полковник. Пестроокрашенные, брекчированные, не имеющие равных среди цветных камней по красивому сочетанию цветов, причудливости рисунка, они имеют вид жилиобразных тел и прожилок, включенных в диабазы – застывшие лавы. При некоторой доле фантазии в рисунке яшм можно увидеть и бурное море, и закат в лесу, и многое другое. По условиям залегания пестроцветные яшмы образуют гнездообразные, короткие пластообразные и линзовидные тела, глыбы размерами от долей метра до нескольких метров, реже до первых десятков метров. Тела яшмы залегают как в глинистой коре выветривания базальтов, так и в коренных породах.

Есть в области **агаты**. Оренбургский **горный хрусталь** и его цветные разновидности известны далеко за пределами области. Самый крупный кристалл горного хрусталя весом почти 800 кг в геологическом музее Екатеринбурга является

наиболее уникальным экспонатом, а кристалл этот из Адамовского района. Основным источником горного хрусталя области являются кварцевые жилы и сформированные при их разрушении аллювиально–делювиальные (ложковые) россыпи.

## **7 Новые и обновленные тематические экспозиции, стенды, графические материалы, фильмотека**

Одновременно в плане дальнейшего расширения музея с созданием эталонных коллекций велись работы по составлению новых тематических экспозиций.

### **7.1 Медистые песчаники Оренбургского Приуралья**

Экспозиция создана из 48 образцов по месторождениям Каргалинского рудного поля и Островнинско - Вязовской площади доставленных автором и Т.Я. Деминой при выполнении тематического задания на тему «Палеофациальные системы позднефанерозойских осадочных бассейнов и основные черты их рудоносности (меденосность и их редкометальная рудоносность)».

В экспозиции выделены разделы по литолого–петрографическому составу и петрографо-минералогической характеристике руд, вторично лимонитизированные слои в сероцветных породах с накладывающимся окислением и замещением сульфидной минерализации оксидами, карбонатами и силикатами меди, оруденелые и безрудные углефицированные, кремнелые и лимонитизированные растительные остатки (куски, ветки и стебли дерева). Рудная минерализация представлена сульфидами меди – халькопирит, халькозин, ковеллин, сконцентрированные, в основном, в органических остатках. Азурит, малахит, куприт вторичны по отношению к сульфидной минерализации, интенсивно замещают первичные минералы меди, а также входят в состав цемента оруденелых песчаников и конгломератов.

Представленный в экспозиции рудный материал отбирался нами в отвалах на территории прежних разработок, которые располагались преимущественно на участках выходов медно-рудных горизонтов на поверхность или на пологих водораздельных пространствах, где меденосные осадки сохранились в виде эродированных останцов

В качестве основных минеральных типов меденакпления выделены сульфидный, окисно–карбонатный и смешанный. При этом сульфидный тип является исходным первичным типом оруденения. Образование вторичной медистой минерализации обязано зоне окисления первичных руд, вскрытых поздним, в том числе современным, эрозионным срезом. Руды этого класса месторождений, имеющие близповерхностное залегание или выход на дневную поверхность, составили ресурс обрабатываемых с III тысячелетия месторождений медистых песчаников. Именно они были выделены как месторождения медистых песчаников.

Рудные залежи Каргалинских месторождений имеют вид дугообразных зон, тяготеют к проницаемым горизонтам разреза, образуя рудные тела наибольшей мощности в слоях песчаников. Условия образования рудных скоплений вторичной окисно–карбонатной медной минерализации (малахит, азурит, хризоколла, куприт) на месторождениях медистых песчаников каргалинского типа отличаются развитием позднего грунтово–инфильтрационного окисления, протекающего под действием грунтовых вод с низкой минерализацией.

Стратиформные месторождения, рудопроявления, проявления медной минерализации в Приуральском осадочном бассейне составляют металлогенический пояс, протянувшийся вдоль западных склонов Урала на 1400 км при ширине 100-200 км. Здесь известны многочисленные неэксплуатируемые, либо отработанные мелкие месторождения с суммарными запасами в 200-500тыс.т. Оруденение установлено на нижнеордовикском и пермском уровнях. [17] Добыча меди из песчаников Приуралья началась очень давно; первый завод был построен в 1640г, большинство в 1703–1750гг и в этот период почти вся медь в России выплавлялась из песчаников [21]. По мере развития горного дела на Урале значение этой отрасли падало, и в 1859г она давала уже 45 % всей меди. В общем за 200 лет выплавлено 24000 т при среднем содержании 2-3 %. Наименее использованной была территория южной части Западного Приуралья, входящая в состав Башкиро – Оренбургского меденосно – редкометального района, объединяющего порядка 2800

рудноносных точек, группирующихся в полосе протяженностью до 600 км (рисунок 5), где медное дело возникло позже.

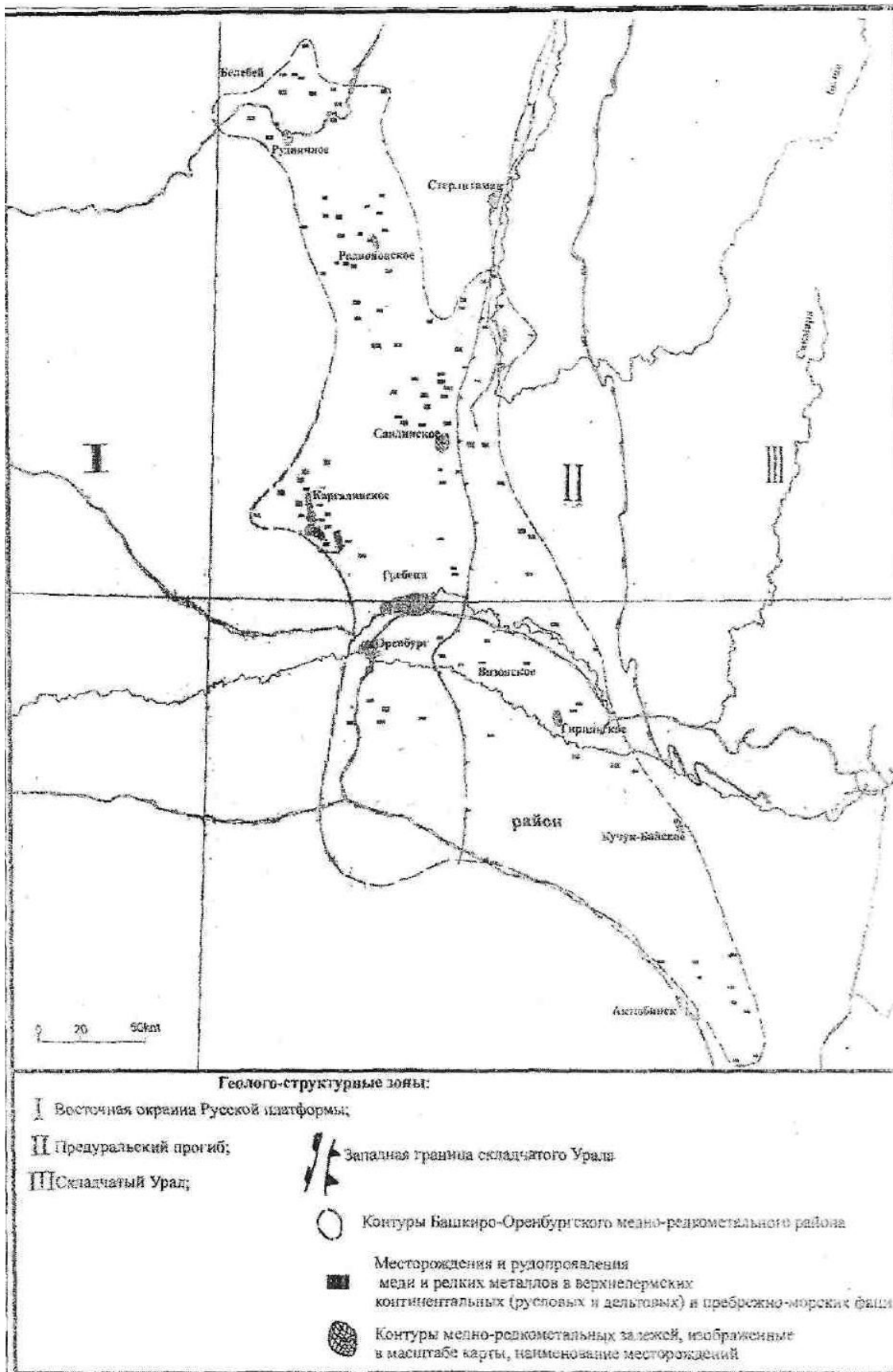


Рисунок 5 - Обзорная карта медепроявлений Предуралья

Добыча меди Каргалинской группы месторождений началась с начала XIX столетия и продолжалась вплоть до 1914г частными предпринимателями. Эксплуатировались руды, залегающие, в основном, на глубинах от 2 до 15-25 м, реже до 45 м. При этом вырабатывались только богатые руды с содержанием меди 3,5 -5 % и руды транспортировались на расстоянии 160 км к Верхоторскому и Мешехонскому заводам. Разведка осуществлялась небольшими дудками и ручным ударным бурением. Медные залежи разрабатывались шахтами – шурфами, штольнями и небольшими карьерами Горизонтальные подземные выработки шли только по руде с полной отработкой только богатых гнезд. Добыча велась «кайловой подкопкой, клиновыми и порохострельными работами». Из добываемой Каргалинской руды медеплавильные заводы в XXв (до 1914г) выплавляли ежегодно 300-320 т меди.

Рудами являлись, главным образом, мелкозернистый медистый песчаник, в меньшей мере – медистый алевролит (алеврит) и в самой незначительной степени – медистый конгломерат (галечная руда), «проникнутые медной синью, зеленью и медной сажой». К 1910г на Каргалинских рудниках было разведано в недрах 67,5 тыс.т руды (меди 2980 т) и в отвалах 850тыс.т (меди 8500 т) с содержанием меди соответственно 3,5 % и 1,0 %. По сведениям М.И. Липовского в Каргалинском рудном районе в XIX-XX веках на площади 2 тыс. кв. км добыча медной руды осуществлялась 401 рудником, руда залежала на средней глубине 7 м при средней мощности рудного тела 0,52 м и среднем содержанием меди 3,2 %.

## **7.2 Органические камни**

В экспозиции «Органические камни», отраженной на более 50 экспонатах, выставлены типичные и распространенные представители фауны и флоры многих периодов геологической истории Земли – от кембрия до остатков костей мамонта из Башкирии и фауны современного моря Курильской гряды острова Кунашир.

Как правило, организм, его мягкие части разлагаются, остаются только твердые фрагменты – раковины, зубы или древесина. Погребенные под слоями осадков, они постепенно превращаются в камень.

При разложении живого вещества организмы подвергаются изменениям, минерализации. Примером могут служить годовые кольца роста в образце хвойного дерева из окаменевшего леса, произраставшего в меловом периоде на территории Юго–Восточной Монголии. Последовательное замещение тканей дерева кремнеземом произошло здесь настолько точно, что внутреннее строение – структура клеток, также как и внешний вид дерева полностью сохранен. В экспозиции можно ознакомиться и с другими примерами разложения живого вещества, когда раковина брахиопод при окаменении замещалась сульфидами железа или сульфатами (ангидрит).

По окаменелостям ученые могут разделить историю Земли на определенные периоды, эпохи с пластами горных пород, в которых находятся определенные типы организмов, т.е. составить летопись окаменелостей.

Изучение состава и условий захоронения остатков фауны и флоры является основой биофациального анализа, при котором определяется характер захоронения организмов, анализируется степень сохранности органических остатков, их сортировка, расположение, место обитания и образ жизни, рассматриваются следы жизнедеятельности древних организмов. С учетом данных биофациального анализа определяются условия формирования организмов. Так, в обстановке активного волнения или сильных течений все бентоносные формы, обитающие на поверхности грунта, имеют толстые массивные раковины, поскольку их труднее снести с места и раздробить. Для донной фауны, обитающей в спокойной гидродинамической обстановке, характерны сравнительно меньше размеры раковин, тонкая скульптура. Характер среды оказывает влияние и на строение колониальных организмов. Колонии кораллов, строматопороидей, мшанок в зоне волнений имеют уплощенную, лепешковидную и стелющуюся форму, а в спокойных водах – ветвистую, столбчатую и т.д. Наличие ползающих по дну организмов



свидетельствует о нормальном газовом режиме, т.е. присутствии в придонном слое кислорода, которым дышат эти организмы.

Ниже с учетом данных биофациального анализа приводится краткая характеристика основных групп ископаемых организмов в геологической истории Земли.

### **Кораллы**

Впервые появившиеся в ордовике, кораллы находят в виде древовидных или трубчатых форм. Рост их находится под большим влиянием природы дна и чистоты воды. Дно с покрывающей его чистой теплой водой и с предметами, к которым могут прикрепляться кораллы - самое благоприятное для их роста. Формы, строящие рифы, почти целиком ограничены глубинами от 0 до 45 м. В течение всего геологического времени кораллы создали обширные залежи известняка и рифы.

### **Брахиоподы**

Появились в начале кембрия, живут и сегодня. Принадлежат к животным донного питания. Значительно приспосабливаются к разным средам. В мелких водах до глубины 27-180 м имеют крепкую и толстую раковину. В глубоководных формах - тонкие и ломкие раковины, распространяющиеся до глубин 1460 м.

### **Двустворчатые моллюски.**

Жили в теплой воде, зарываясь в песок и ил. Большинство двустворчатых отфильтровывали пищу, многие из них сверлили поры в осадках, камнях или дереве.

### **Брюхоногие моллюски (гастроподы)**

Впервые появившиеся в кембрийском периоде, брюхоногие (гастроподы) моллюски имеют башенкообразную спиральную раковину, состоящую главным образом из арагонита. У некоторых видов спиральность отсутствует. Большинство гастропод легко узнаваемы. Вели бентонный, ползающий и плавающий образ жизни в мелководных прибрежных частях моря и пресноводных бассейнах.

### **Головоногие моллюски**

Представлены аммонитами и белемнитами. *Аммониты* появились в кембрии. Были не только прикрепленными, ползающими и плавающими, но и ведущими планктонно-нектонное существование путем взвешивания в воде. Развивались на

глубинах до 180-360 м. Некоторые процветали в чистой воде, характерной для образования известняков; для других видов благоприятным условием было илистое и песчаное дно. Ассоциация их с рифовыми кораллами указывает на то, что они жили в теплых водах. Имели выдающийся рост, разнообразие форм и структур, большую величину. *Белемниты* появились в раннем карбоне, достигли пышного развития в юрском периоде и исчезли в эоцене. Имели плавающий образ жизни с разной степенью подвижности в литоральной области и на больших глубинах.

### **Иглокожие (морские ежи)**

Появились в нижнем кембрии, живут и сейчас. Относятся к типу иглокожих. Состоят из твердого шарообразного скелета, построенного из пластинок кальцита. Многочисленные колючки служат для самозащиты, а иногда для передвижения. Живут на илистом, песчаном и твердом дне, распространяясь до глубин 600 м.

### **Строматолиты**

Карбонатные наросты (биогермы) на дне водоема. Образователями их считаются низшие водоросли (синезеленые и др.), бактерии, указывающие на литоральное происхождение в зонах с периодической сменой соленой и пресной воды. Известны с протерозоя, особенно обильны от докембрия до ордовика.

Из органических камней в экспозиции также представлены янтарь, мумиё, гагат, антрацит.

### **Янтарь**

Это полудрагоценный камень – окаменевшая смола особой разновидности сосны, ее предков, произраставшей на обширных пространствах нашей планеты 38-120 млн. лет назад. Различают свыше 100 его сортов [4]. Встречаются самые разнообразные оттенки янтаря – от белого, бледно-желтого, ярко-зеленого, медово-желтого до красно-бурого; известны также коричневые и черно-бурые разновидности с характерным отчетливым мерцанием при освещении. Имеет твердость от 2 до 2,5. При нагревании размягчается при температуре 140-180 °С, а при 340 °С плавится. Горит коптящим пламенем, издавая запах смолы.

Янтарные образования разделяются на: *капли* с гладкой поверхностью – сплошные, монолитные средним размером 2,5 см до лимона, гусиного яйца,

*каплевидные натеки*, вытянутые до 5 см в длину и 2,5 см в ширину, *наствольные* натеки серповидной формы, наиболее богатые разнообразными включениями насекомых, *сталактиты*, появившиеся как результат неоднократного поступления смолы из дерева, длиной до 2,5 см. В кусках янтаря размером до 50 см также обнаруживаются включения насекомых, растений, минералов – пирита, газов – азота, водорода, кислорода – определено свыше 300 видов. 80 % мировой добычи янтаря приходится на долю прибалтийских стран - Литву, Латвию, Польшу и Россию. Добываемый янтарь более чем на 80 % используется для производства канифоли, янтарной кислоты, масла и лаков. Является популярнейшим материалом для изготовления разнообразных украшений и поделок. Среди украшений – янтарные бусы, серьги, броши, кольца, перстни, кулоны, ожерелья и др. Наиболее знаменитым художественным произведением из него является Янтарная комната Царско–сельского дворца, подаренная в 1716г Петру 1 прусским королем.

### **Мумиё**

Мумиё, как лекарственное средство, известно в восточной медицине более трех тысяч лет [39]. Название это греческого происхождения и означает «сохраняющее тело». Бывает двух видов: один из них минерального происхождения и добывается в горных местностях; другой – искусственное мумиё. Как природное образование обнаруживается на стенках гротов и в расщелинах скал в виде натечных и каплевидных форм, похожих на смолу. Авиценна считал мумиё горным воском – озокеритом. Другие исследователи высказывают предположение, что мумиё – это ископаемый мед с примесью пчелиного яда. Есть суждение, что мумиё ведет свое происхождение от экскрементов различных животных и летучих мышей.

Ни одна из существующих гипотез еще не получила достаточно полного научного обоснования.

### **Гагат**

Гагат или смолистый уголь с сильным жирным блеском, похожий на смолу. Обладает большой вязкостью. В противоположность каменному углю не хрупок, а в пластинах даже обладает некоторой гибкостью. Твердость гагата относительно невысокая, и он хорошо обрабатывается и шлифуется. После шлифовки приобретает

черный цвет. Излом раковистый, матовый. Особую известность получил сибирский гагат на правом берегу Ангары к северу от города Черемхова. Мелкие обломки этого гагата под прессом при нагревании спекаются и становятся пригодны для изготовления разных изделий. За это свойство спекаться его называют черным янтарем. Широко использовался для различных промышленных изделий: изоляционных досок, подшипников, письменных приборов, курительных трубок, колец, браслетов.

Гагат всегда считался самым дешевым из поделочных камней.

### **Антрацит**

Антрацит – наиболее высокометаморфизованный уголь, имеет темно–серую окраску, сильно блестит как стекло или почти как металл, хрупкий. Содержит углерода 91 - 97 % на органическую массу. Воспламеняется с трудом, горит коротким голубоватым пламенем, бездымен. Дает много тепла. Имеет уд. вес 1,3 – 1,6. Обладает значительной твердостью (2-2,5), раковистым изломом. Встречается вместе с каменным углем, но преобладает в докарбоновых формациях. Это редкая разновидность каменных углей.

## **7.3 Породы – коллекторы из основных нефтегазоносных горизонтов Оренбуржья**

Экспозиция оформлена из 24 крупногабаритных образцов керна скважин месторождений Оренбургской области по Песчаной, Кзылобинской, Акобинской, Западно – Оренбургской, Коммунарской, Нагумановской площадям, отобранным в кернаохранилище НПФ «Оренбурггеофизика» в 13 нефтегазовмещающих горизонтах из девонских, каменноугольных и пермских отложений.

При рассмотрении образца дано название месторождения, подробная стратиграфическая привязка (система, отдел, ярус, подъярус, толща, горизонт, пласт), указана глубина отбора керна, приведено макроскопическое описание. При петрографическом описании шлифов горных пород название породы уточнено и

делалось по схеме: микроструктура, компонентный состав, цемент, вторичные изменения, укладка, кавернозность – пористость, микротекстура.

Породы – флюидоупоры (покрышки) по той же схеме описания представлены в экспозиции восемью образцами – каменной солью, аргиллитом, ангидритом, пелитоморфными известняками, доломитом.

По разделу «Историческая геология и палеонтология» создана экспозиция из 60 образцов керна скважин того же кернохранилища, охватывающая геологическую историю пермь – рифейской осадочной толщи.

Знакомство с этими экспозициями сопровождается сводной легендой к геологической карте Оренбургской области, геологическим разрезом скважин глубокого бурения, сводной литолого–стратиграфической колонкой по Оренбургскому району, геохронологической таблицей.

#### **7.4 Месторождения каменной соли Стерлитамакского района**

Эта новая экспозиция с пояснительной запиской и многочисленными иллюстрациями к ней создана по Яр – Бишкадакскому месторождению каменной соли в Стерлитамакском районе Башкирии, приуроченному к галогенной формации нижнепермского возраста. Она включает крупногабаритные экземпляры керна из продуктивных пластов рыжевато-красной, розовой, бесцветно–прозрачной, серой кристаллической каменной соли, голубовато–серого ангидрита, полигалита, полигалит–галитовыми породами.

Яр – Бишкадакское месторождение каменной соли приурочено к западному борту Бельской зоны Предуральяского краевого прогиба. В геологическом разрезе месторождения по данным бурения разведочных и эксплуатационных скважин выделены нижнепермские отложения (артинский, кунгурский и уфимский ярусы), а также неогеновые отложения и четвертичные образования, которые залегают с поверхности. Отложения артинского яруса представлены глинисто–мергелистыми известняками и вскрыты на глубинах около 1160 м.

Продуктивные отложения кунгурского яруса на месторождении разделены на три толщи. Нижняя – карбонатно–ангидритовая, представлена чередованием доломитов, мергелей, ангидритов, известняков и глин. Вскрытая мощность составляет около 200 м. Средняя – соляная залежь в основном состоит из трех пластов каменной соли, разделенных между собой пропластками, ангидрито – глинистых пород мощностью от 30 до 270 м. Пласты соли имеют сложное строение, обусловленное многочисленными раздувами и утончениями, и нередко полностью выклиниваются. Верхняя – гипсоангидритовая толща, мощность которой изменяется от 240 до 608 м и в среднем составляет 350 м.

Впервые залежи каменной соли в окрестностях деревни Яр – Бишкадак были обнаружены в 1931г при бурении поисковых скважин на нефть. На глубине свыше 500м все скважины вошли в мощный пласт чистой каменной соли.

Разрабатываемая часть Яр – Бишкадакского месторождения расположена на правом берегу р. Белой. Глубина залегания соляной залежи 500-600 м. Сама залежь каменной соли имеет длину около 2 км и ширину 1км, мощность ее 300-670 м. По периферии в залежь вклиниваются прослои ангидрит – галитовой и глинисто – ангидритовой породы. В продуктивной толще выделяются следующие разновидности соляных пород: галитовая, ангидрит – галитовая, полигалит – галитовая и ангидрит – полигалит – галитовая. Наибольшую ценность в промышленном отношении представляет чистая галитовая порода, которая при выщелачивании путем подземного растворения соли через буровые скважины дает рассол кондиционного качества для *содового* производства. Галит – полигалитовая порода для этих целей непригодна.

**Каменная соль** Яр – Бишкадакского месторождения имеет следующий состав: NaCl- более 90 %, CaSO<sub>4</sub> - менее 5,0 %, MgCO<sub>3</sub> – менее 0,1 %, полигалита – менее 1 %, нерастворимый осадок – менее 3 %. Запасы Яр – Бишкадакского месторождения, каменной соли утверждены в количестве около 4 млрд. тонн.

Около города Стерлитамака на основе разработки Яр – Бишкадакского каменной соли и известняков с 1945г. действует крупнейший содово–цементный комбинат.

**Сода** – это техническое название натриевых солей угольной кислоты. Различают соду *кальцинированную*  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , *пищевую* и *кристаллическую*. *Каустической* содой называют гидроксид натрия –  $\text{NaOH}$ .

*Пищевая сода* незаменима в производстве кондитерских изделий и напитков, для приготовления инъекционных растворов, противотуберкулезных препаратов и антибиотиков, в металлургии – при осаждении редкоземельных металлов и флотации руд. Почти 70 % всего выпускаемого объема пищевой соды реализуется населению. В число постоянных партнеров, приобретающих соду, входят Германия, Эстония, Финляндия, Польша, Венгрия и Великобритания.

*Кальцинированная сода* является основным продуктом ОАО «Сода», которое входит в число ведущих мировых производителей соды с ежегодным ее производством, составляющим более 1,5млн. тонн. Она успешно применяется в химической и нефтяной, лакокрасочной и целлюлозно–бумажной, металлургической и машиностроительной, кожевенной и стекольной промышленности, является одним из основных компонентов при производстве синтетических моющих средств.

## **7.5 Учебная полевая геологическая практика**

Полевые практики студентов призваны закрепить знания, полученные ими во время аудиторных занятий, дать им возможность овладеть методикой полевых исследований и получить навыки геолога – полевика с изучением основных приемов проведения геологических маршрутов в областях развития осадочных пород верхнепалеозойского и мезозойско–кайнозойского разрезов.

В задачу учебной полевой практики входило определение основных типов осадочных горных пород в разрезе и их последующее описание на участках наиболее полной естественной и искусственной обнаженности. Такие участки после предварительной рекогносцировки и ознакомления с фондовыми материалами были намечены на площадях с наиболее представительными выходами на поверхность пород основных стратиграфических интервалов разреза: *гора Гребени, овраг*



*«Красный», Архиповский, Нежинский, Чкаловский, Зыковский карьеры.* Они охватили широкий стратиграфический диапазон разреза от верхней перми до неогена включительно.

В задачу учебной геологической практики также входило:

- 1) ознакомление с особенностями геологического строения участков Оренбургского полигона;
- 2) наблюдение за условиями залегания осадочных горных пород;
- 3) попытка восстановления по совокупности характерных признаков, проявленных в осадочных горных породах, особенностях минералогического состава, возможных палеогеографических обстановок их накопления;
- 4) умение самостоятельно производить и документировать наблюдения, собирать фактический материал;
- 5) послойное описание стратиграфических подразделений.

При проведении маршрутов проводилась привязка обнажений по отношению к заметным ориентирам. Выделялись отдельные пласты и давалось подробное описание каждого из них: его мощность, элементы залегания слоев, рассматривались текстурные и структурные признаки с замером ориентировки косой слоистости, отмечались включения окаменелостей, конкреций и др., характер контактов переслаивающихся слоев, зарисовывались и фотографировались наиболее интересные обнажения, отбирались образцы пород.

При детальном описании разрезов студенты были ознакомлены с методикой фацеального анализа, в основу которой положен стадийно–динамический принцип, разработанный среднеазиатской школой геологов, возглавляемой академиком В.И. Поповым [23].

Динамика сноса обломочного материала уменьшается по мере удаления от эродируемых поднятий. Поэтому наиболее грубый материал осаждается непосредственно у поднятий. В этом же направлении меняются фации. Наблюдая последовательное фацеальное замещение одних отложений другими, составляется ряд фаций – совокупность фаций, каждая из которых переходит в соседние в связи с закономерным изменением физико–географических условий. Несколько

последовательно выделенных рядов фаций дают возможность охарактеризовать физико–географические условия на большой площади и выделить более крупные фациальные подразделения – пояса и зоны.

Опыт многолетнего изучения верхнепалеозойских осадочных отложений Среднеазиатско–Казахстанского и Южно–Уральского регионов позволил выделить и проследить в них следующие фациальные пояса (по В. И. Попову):

- 1) водораздельно–элювиальный;
- 2) склоновый;
- 3) подгорновеерный;
- 4) равниннодолинный;
- 5) эоловоравнинный;
- 6) подводнодельтовый;
- 7) мелкозаливный;
- 8) волноприбойный;
- 9) доннотечениевый [22].

Каждый фациальный пояс закономерно разделяется на несколько фациальных зон.

Изученные студентами разрезы Оренбургского учебного полигона охватили области развития морских, континентальных отложений, накопившихся в условиях предгорных шлейфов (Чкаловский карьер), равнинных долин (Архиповский карьер, овраг «Красный»), прибрежного мелководья (Зыковский карьер, гора Гребени, гора Сырт) и удаленных от берега участков моря (гора Гребени, Нежинский карьер), зоны их смены во времени и в пространстве. Это позволило охватить широкий литолого – стратиграфический диапазон позднепалеозойского и мезозойско–кайнозойского разреза, научиться изучать и восстанавливать различные геологические условия, вести документирование разреза, обнажений и проводить творческий научный анализ фактического материала и наблюдений непосредственно в полевых условиях, используя и закрепляя знания лекционных теоретических курсов.

Студенты на практике столкнулись с разным геологическим материалом, с многообразием горных пород, геологических структур в природной естественной обстановке, познакомились с естественным (гора Гребени, овраг «Красный», гора Сырт) и искусственными обнажениями (карьер Гребени, Архиповский, Нежинский карьеры, гора Сырт). При полевых маршрутах закреплялись навыки работы с компасом, приобреталось умение замерять мощности пластов, вести полевой дневник, отбирать пробы, образцы на разные виды аналитических определений.

В музейной экспозиции из 86 экспонатов подготовлена и выставлена послойная коллекция образцов по всем шести участкам (маршрутам) геологической практики Оренбургского полигона. Экспонаты по этим маршрутам сопровождаются графическими приложениями - обзорной картой полигона, геологическими картами, тектоническими схемами, литолого-стратиграфическими колонками, многочисленными цветными фотографиями, диаграммами, картой полезных ископаемых района практики [32].

## **7.6 Геологическая история Оренбуржья**

Подготовлен и выставлен стенд из шести впервые составленных нами с Т.Я. Деминой для региона карт под рубрикой «Геологическая история Оренбуржья и прилегающих территорий», охватывающих отдельные периоды более, чем 270 млн. этапа развития Оренбуржья, Северного Прикаспия, Юго–Восточного погружения Русской платформы, прилегающих к Оренбуржью территорий западного Тянь–Шаня и Приуралья. Стенды последовательно от поздней перми до конца палеогена раскрывают древнюю историю и палеогеографию этого обширного региона, воссоздавая палеоландшафты участков суши и древних морей [35].

С начала *позднепермского* времени на склонах Уральского палеоподнятия сформировались мощные толщи пород, выделенные в комплекс накоплений предгорных равнин, пересекаемый русловыми палеодолинами. Они перекрывают почти всю площадь юго–восточного погружения Русской платформы и Предуралья краевого прогиба. Разрозненные русловые потоки соединялись в

единые прослеживающиеся 2-мя широкими долинами, прослеженными по территории Оренбургского Приуралья на протяжении около 600 км. В конце позднепермского времени равнинные долины расширяются и достигают максимального развития, достигая в западной части Оренбургской области ширины 450 км.

В *триасе* Палеоурал продолжал оставаться высокогорным интенсивно разрушающимся поднятием. Составление фациально–палеогеографической карты для времени накопления осадков позднего триаса устанавливает положение равнинной долины, заполненной русловыми гравийно – песчаными накоплениями с широким развитием поймы и заболачивающихся озер в ее бортовых частях. В пенепленизированном обрамлении Мугоджар и Центрально–Уральского поднятия в это время происходило формирование кор выветривания каолинитового состава.

*Ранне – среднеюрское* осадконакопление контролировалось мощной речной системой, унаследованной от триасового времени, выработавшей аллювиальную долину шириной до 250 км. В пределах северного борта Прикаспийской впадины она разветвлялась на целый ряд русловых протоков, разделенных поймами и пологими водоразделами [7].

В период максимальной трансгрессии *верхнеюрского* времени суша сохранилась лишь в пределах снивелированных Центрально–Уральского и Мугоджарского палеоподнятий, представлявших возвышенную область [7]. Трансгрессировавшее со стороны Прикаспия море захватило всю территорию ранне- и среднеюрского осадконакопления.

*Нижнемеловые* осадки несогласно залегают на различных горизонтах верхней юры и палеозоя. На значительной части территории Южного Урала в их разрезе развиты *альбские* накопления, для которых нами составлена фациально – палеогеографическая карта масштаба 1:1500000, представленная на стенде. Наибольшей мощности они достигают в Южном Примугоджарье и в Предуральском прогибе. В различных участках Оренбуржья выделяются образования водораздельно – эллювиального фациального пояса, равниннодолинные накопления крупной палеореки с ее надводной и подводной дельтой и волноприбойные

отложения, имеющие повсеместное распространение на территории северной части Прикаспийской впадины. В разрезе равниннодолинного комплекса осадков этой широкой палеодолины стрежневые и русловые фации прослежены в виде лент, вытянутых в меридианальном направлении. Мощность равниннодолинной ритмопачки не превышает 80 м. Отложения верхней части верхнеальбского подъяруса в связи с позднеальбской трансгрессией в полосе Оренбург – Соль–Илецк к западу от области распространения равниннодолинного комплекса осадков имеют признаки, определяющие мелководно – морской характер осадконакопления. Максимум верхнемеловой трансгрессии приходится на *маастрихт*, после чего море регрессирует [7].

В *датское и раннепалеоценовое* время территория региона претерпела общее поднятие с развитием процессов денудации и выветривания ранее сформированных пород вплоть до юрских и триасовых.

В *эоцене* отмечается прогибание территории и развитие трансгрессии с юга.

В пестроцветных полифациальных осадках *верхнего эоцена* выделяются континентальные и морские накопления. Континентальные осадки залегают на разрозненных участках территории с перемывом и переотложением подстилающих пород. В прошлом они имели плащеобразное развитие, облекая выступы палеозойского фундамента. Сложены пролювиально–делювиальными и эоловыми белочетными кварцевыми песками с прослоями конгломератов с горизонтами ярко –пестроцветных гравийно–песчаных глин и пластами бурого угля. В северном борту Прикаспийской впадины и южном Примугоджарье континентальные осадки замещаются морскими.

С отложениями *миоцена* на территории Башкирии и Оренбургской области связаны главнейшие месторождения бурого угля. В это время усиливаются восходящие тектонические движения и разрастаются поднятия. Продукты их денудации накапливаются по периферии Центрально–Уральского и Мугоджарского поднятий, а на удалении от них в периферической части предгорной равнины формируются озерно – болотные угленосные осадки.

В *плиоценовое и четвертичное* время продолжают восходящие тектонические движения. Наиболее значительное воздымание территории приходится на хр. Урал–Тау, где высоты в настоящее время достигают 400 – 500м.

На основании приведенных данных можно сделать некоторые общие палеогеографические выводы по геологической истории Оренбуржья в формировании позднепермского, мезозойского и кайнозойского комплексов.

1 Общая тенденция формирования осадков – неоднократная смена морских фациальных обстановок с существованием на площади региона отложений крупных протяженных равнинных долин, прослеженных в ритмосериях верхнеказанского, ниже – и верхнетатарского, триас–альбского и миоценового разрезов. Морским осадконакоплением с развитием терригенных и карбонатно–глинисто–опоковых осадков отличается нижнеказанский, позднеюрский, позднемеловой и эоценовый этапы развития. Максимальная трансгрессия моря приходится на маастрихтский век.

2 Поставщиками обломочного материала, заполнявшего участки прогибания, являлись относительно высокогорные (ранний триас, средний миоцен, поздний плиоцен) и низкогорные (юра, мел, палеоген) возвышенности, существовавшие на месте современных Уральских гор, Мугоджар и Центрально–Казахстанского поднятия, окаймлявшиеся шлейфом щебнисто–гравийно–песчаных и мелкоземистых пород [7].

## **7.7 Оснащенность геологического музея**

К настоящему времени обновлены имевшиеся ранее графические экспонаты – геологическая карта Оренбургской области, карта размещения месторождений и прогнозных площадей полезных ископаемых, карта нефтяных и газовых месторождений. Они пополнены новыми наглядными графическими материалами – картой размещения месторождений стройматериалов Приоренбургского и Орского районов, обзорной мелкомасштабной картой полезных ископаемых прилегающих к Оренбуржью территорий Казахстана, Средней Азии, Азербайджана, Астраханской

области, Татарстана, Китая с широтным геологическим разрезом в направлении Урал – Прикаспийская впадина. Наглядно оформлен геологический разрез Гайского медноколчеданного месторождения.

Составлены и выставлены два графических экспоната (стенда) «Сказка природы» к минералогической экспозиции музея.

Оформлены портреты выдающихся отечественных ученых–геологов – М.В. Ломоносова, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана.

Подготовлена и выставлена экспозиция из 29 крупногабаритных экземпляров горных пород и минералов в соседствующем с музеем помещении. Здесь же выставлен реконструированный и оформленный стенд, посвященный деятельности выдающегося геолога, члена–корреспондента АН СССР, создателя кафедры инженерной геологии, геодезии и охраны природы профессора Оренбургского политехнического института А.С. Хоментовского, лауреата Государственной премии СССР, почетного члена Географического общества СССР, основателя геологического музея.

Обновленные экспонаты и стенды музея увязаны с содержанием лекционных курсов и лабораторных занятий.

Сотрудниками кафедры геологии в дар музею переданы богато иллюстрированные монографические издания: «Золото мира», «Серебро мира», «Камни мира», «История жизни на Земле», выставленные в витринах.

В музее установлен телевизионный экран для демонстрации фильмов по темам естественно–научных дисциплин (геология, география, экология, биология). В собранную фильмотеку вошли фильмы: «Горы и горообразование», «Землетрясения», «Минералы», «Аварии на буровых», «Строение Земли», «Основные формы рельефа», «Пещеры», «Экспедиция на край Земли. Кошмар Сахары», «Сокровища побережья», «Путешествие по Солнечной системе», «Вулканические процессы», «Что ты есть земная твердь», «Аметисты и аквамарины», «Вулканы», «Шунгит», «От полюса до полюса», «Джунгли», «Выветривание», «Глубоководное бурение», «Последствия добычи сланцевого газа», Сборник «Думай об экологии»



## Список использованных источников

- 1 Бейтс, Р. Л. Геология неметаллических полезных ископаемых / Р. Л. Бейтс.- М.: Изд-во Мир, 1965-546с.
- 2 Белоусова, О. Н. Общий курс петрографии / О.Н. Белоусова, В. В. Михина.- М.: Изд-во Недр, 1972 -343с.
- 3 Бородаевская, М. Б. Особенности рудной зональности Гайского медноколчеданного месторождения (Южный Урал) - / М. Б. Бородаевская, В. С. Требухин, Ю. В. Никешин.- М.: ЦНИГРИ, 1979.- Вып.148.
- 4 Воронов, В. А. Янтарь. Мини-энциклопедия / В. А. Воронов.- М.: АСТ Астрель, 2005,- 192с.
- 5 Демина, Т. Я. Осадки и осадочные породы / Т. Я. Демина, Г. В. Тараборин.- Оренбург, ИПК ОГУ, 2002-177с. - ISBN 5-7410-0248-х.
- 6 Демина, Т. Я. Основы кристаллографии/ Т. Я. Демина, Н. И. Шефер-Оренбург ИПК ГОУ ОГУ, 2005-235с. - ISBN 5-7410-0399-1.
- 7 Демина, Т. Я. Условия накопления и основные черты палеогеографии мезозойского и кайнозойского комплексов осадков Южно-Уральского региона / Т. Я. Демина, Г. В. Тараборин, Д. Г. Тараборин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006 - №1. – с.7-15.
- 8 Демина, Т. Я. К проблеме медистых песчаников Приуралья / Т.Я. Демина, Г.В. Тараборин, Д. Г. Тараборин // Всерос. науч-практ. конф. с междун. участ. «Водохозяйствен. проблемы и рациональное природопользование». – Оренбург - Пермь, 2008. - С.84-89.
- 9 Демина, Т. Я. Минералогия для студентов / Т. Я.Демина, Е. Б. Савилова. - Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2011-151с. - ISBN 978-5-7410-11112-6.
- 10 Дружинина, В. С. О глубинном строении и геодинамической обстановке формирования подвижного пояса Урала / В. С. Дружинина, Б. П. Рыжий, Ю. С. Каретин // Разведка и охрана недр – 1995.№5. - С.12-15.
- 11 Дубинин, В. С. Новые данные о геологическом строении и полезных ископаемых Буруктальского рудного района / В. С. Дубинин, В. В. Дроздов, В. В.

Сагло // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья, вып.3. - Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1967. - С.246-271.

12 Зайков, В. В. Уральский колчеданный пояс / В. В. Зайков // Металлогения древних и современных океанов. - Руды и генезис месторождений. - Миасс, 1998.

13 Зеленецкий, А. А. Полезные ископаемые Чкаловской области (справочник) / А. А. Зеленецкий, И. И. Зяблицкий, В. Л. Малютин - ОГИЗ – Чкаловское изд-во, 1948.-216с.

14 Киевленко, Е. Я. Геология месторождений поделочных камней / Е.А. Киевленко, Н. Н. Сенкевич. - М.: Недра, 1976.

15 Кравченко, Е. В. В мире минералов / Е. В. Кравченко М.: Знание, 1973-64с.

16 Лощинин, В. П. Золотое оруденение в палеозойских образованиях Восточного Оренбуржья / В. П.Лощинин, П. В. Панкратьев // Проблемы природных ресурсов и геоэкологической безопасности: Всерос. научн. - практ. Оренбург, 2011. - С.175-179.

17 Лурье, А. М. Генезис медистых песчаников и сланцев/ А.М. Лурье – М.: Недра. -182с.

18 Магакьян, И. Г. Рудные месторождения / И. Г. Магакьян - М.: Госгеолтехиздат, 1955.-335с.

20 Мусихин, Г. Д. Минералы Оренбургской области / Г. Д. Мусихин – Екатеринбург: [б.и.], 1996.-96с.

21 Обручев, В. А. Рудные месторождения / В. А. Обручев М.: - Л.: - Новосибирск, Госуд. научно–технич. горно-геол.-нефтяное изд-во, 1934.-С.464-466.

22 Попов, В. И. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациально–палеогеографического картирования/В.И. Попов, С. Д. Макарова, А.А. Филиппов. - Л.: Гостоптехиздат, 1963.-714с.

23 Попов, В. И. Постумные формации, фациальные свиты и их изменения в изученных разрезах / В. И. Попов, Г. В. Тараборин //Динамические фации и палеогеография постумных меловых формаций среднего течения Зеравшана. - Л.: Недра, 1964.-196с.

24 Прокин, В. А. Эволюция эндогенных рудных формаций Урала с позиций тектоники плит / В. А. Прокин, В. Н. Сазонов, Ю. А. Полтавцев // Геология рудных месторождений. Том 35, №2, 1993.

25 Металлы в осадочных толщах. Издан в трех книгах. Книга 1,2 Черные, легкие и цветные металлы / отв. ред. Л.В. Пустовалов, Д. П. Сердюченко, [и др]. - М.: Наука, 1964.-445с.

26 Семенов, Е. А. Географический атлас Оренбургской области / Е. А. Семенов, Р. Ш. Ахметов. – М.: [б.и.] 1999.

27 Состояние и обоснование перспектив развития минерально–сырьевого комплекса горно–рудной промышленности Оренбургской области / отв. исполнитель П. П. Сенаторов // Рабочий вариант отчета по договору № 645. Том 1,3. - Казань,-2001.- Т.1.-117с; Т3.-151с.

28 Смольянинов, Н. А. Практическое руководство по минералогии / Н. А. Смольянинов. - М.: Недра, 1972-358с.

29 Соболевский, В. И. Замечательные минералы / В. И. Соболевский - М.: «Просвещение», 1983, 192с.

30 Старостин, В. И. Геология полезных ископаемых / В. И. Старостин, П. А. Игнатов - М.: МГУ, 1997.-302с.

31 Степанов, А. П. Состояние сырьевой базы нерудных полезных ископаемых Оренбургской области и перспективы ее расширения / А.П. Степанов // Матер. по геол. и полезн. ископ. Оренбургской обл.-Челябинск, Южно-Урал. книжное изд-во, 1972, вып.4-С.77-91.

32 Тараборин, Г. В. Комплексное изучение осадочных толщ северной части Оренбургского Приуралья: учебное пособие / Г. В. Тараборин, Т. Я. Демина. - Оренбург ИПК ГОУ ОГУ, 2004.-112с - ISBN 5-7410-05098.

33 Тараборин, Г. В. К проблеме формирования позднепермско-мезозойских палеофациальных бассейнов территории Южного Урала и его обрамления / Г.В. Тараборин, Т. Я. Демина, Д. Г. Тараборин // Типы седиментогенеза и их эволюция в истории Земли: Тез. докл.V Всерос. литол. совещ. - Екатеринбург, 2008.-Т. I, II- С.316-319.

34 Тараборин, Г. В. Геологический музей им. А. С. Хоментовского – научная исследовательская база деятельности в мире естественно – научных специальностей / Г.В. Тараборин // Матер. Всерос. научно - практ. конф. с межд. участ. – Оренбург-Пермь, 2008.-Т.2.-С.392-397.

35 Тараборин, Г. В. Позднефанерозойские осадочные формации Южного Урала / Г. В. Тараборин // Проблемы природных ресурсов и геоэкологической безопасности: Всерос. науч. - практ. конф - Оренбург, 2011.-С.180-184.

36 Татаринов П.М. Условия образования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых / П.М. Татаринов. Изд. второе - М.: Госуд. науч.-тех. изд. литер. по геол. и охр. недр, 1963. -370с.

37 Фарндон, Д. Драгоценные и поделочные камни, полезные ископаемые и минералы / Д. Фарндон, пер. О. Строгановой – М.: Эксмо, 2008.-256с.

38 Фролов, В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород/В.Т. Фролов – М.: Изд-во МГУ, 1964-310с.

39 Шакиров, А. Ш. Тайна древнего бальзама мумиё – асиль / А. Ш. Шакиров.-Ташкент, изд-во «ФАН», 1973.-32с.

40 Шарапов, А. Ф. Состояние изученности и основное направление поисковых работ на золото в пределах Оренбургской области / А.Ф. Шарапов // Материалы по геол. и полезн. ископ. Оренбургской области - Челябинск, Южно-Уральск. книжн. изд-во, 1972. - Вып.4.-С.46-51.

41 Штрюбель, Г. Минералогический словарь / Г. Штрюбель, З. Х. Циммлер. - М.: Недра, 1987.-495с.

42 Чибилев, А. А. Геологические памятники природы Оренбургской области / А. А. Чибилев, [и др]. // Геологическое описание Соль-Илецкого района и озера Развал. - Оренбург, Оренб. книж. изд-во, 2000.