

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Альметьевский государственный нефтяной институт

Р.М. Нуризянов

Геология
Минералы и горные породы

Учебное пособие

по дисциплине «Геология и литология»

для бакалавров направления 131000 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Альметьевск 2012

УДК 553.98
Н 90

Нуризянов Р.М.

Н 90 Геология. Минералы и горные породы. Учебное пособие по дисциплине «Геология и литология» для бакалавров направления 131000 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения.- Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2012– 84с.

Учебное пособие написано в соответствии с ФГОС высшего образования. В пособии дано описание наиболее важных породообразующих минералов, горных пород. Пособие предназначено для бакалавров направления 131000 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения.

Печатается по решению учебно-методического совета АГНИ

Рецензенты:

Файзуллин В.А. - к.г-м.н, доцент кафедры БНГС АГНИ
Сотников О.С. - к.т.н., зав. сектором ИСКиУ ТатНИПИнефть

© Альметьевский государственный,
нефтяной институт, 2012

Содержание

Введение	5
Тема 1. Главные породообразующие и рудные минералы.	
1.1. Понятие о кристалле. Симметрия кристаллов	6
1.2. Генезис минералов	10
1.3. Формы нахождения минералов в природе	10
1.4. Диагностические свойства минералов	11
1.5. Классификация минералов	13
1.6. Описание главных породообразующих и рудных минералов	13
Самородные элементы	
1.7. Сульфаты	14
1.8. Галогениды	15
1.9. Сульфиды	16
1.10. Оксиды и гидроксиды	19
1.11. Карбонаты	21
1.12. Фосфаты	23
1.13. Силикаты	24
Тема 2. Основные группы магматических, осадочных и метаморфических пород.	
2.1. Общая характеристика горных пород	33
2.2. Магматические породы	34
2.3. Структура и текстура магматических пород	35
2.4. Формы залегания магматических пород	36
2.5. Классификация магматических пород по химическому составу	39
2.6. Описание распространенных магматических пород. Интрузивные породы	42
2.7. Эффузивные породы	45
2.8. Осадочные горные породы	45
2.9. Генезис осадочных пород	47
2.10. Минеральный состав осадочных пород	49
2.11. Формы залегания осадочных пород	50
2.12. Описание осадочных пород. Обломочные породы	50
2.12.1. Грубообломочные породы	51
2.12.2. Среднеобломочные породы	51
2.12.3. Мелкообломочные породы	51
2.13. Глинистые породы	52
2.14. Хемогенные и органогенные породы	53
2.14.1. Карбонатные породы	54
2.14.2. Кремнистые породы	56
2.14.3. Галогидные породы	57
2.14.4. Сульфатные породы	57
2.14.5. Фосфатные горные породы	57
2.14.6. Аллювиальные осадочные породы	58
2.14.7. Железистые горные породы	58

2.14.8.Марганцевые осадочные породы	59
2.14.9.Каустобиолиты	59
2.15.Породы коллекторы и породы покрышки	61
2.16.Метаморфические породы. Генезис метаморфических пород	62
2.17.Структура метаморфических пород	63
2.18.Текстура метаморфических пород	64
2.19.Минеральный состав метаморфических пород	65
2.20.Формы залегания метаморфических пород	65
2.21.Описание основных метаморфических горных пород	66
Материалы для закрепления полученных знаний	73
Рекомендуемая литература	81



Схема направлений в геологии.

Введение

Учебный курс «Геология и литология» является первым фундаментальным курсом по геологии, который изучают бакалавры направления «Нефтегазовое дело».

Геология - комплекс наук о Земле, её происхождении, строении, составе и развитии земной коры и Земли в целом, а также об условиях, при которых протекают последовательные процессы и события, определяющие формирование геологических тел, полезных ископаемых и общие закономерности связей между ними.

Сегодня выделяется три главных направления в геологии – *геохимический цикл дисциплин, историческая геология и динамическая геология* (см. схему на стр.4)

Важнейшими разделами и аспектами современной геологии являются минералогия, петрография, литология.

Минералогия - наука, изучающая минералы. Включает широкий комплекс вопросов: кристаллографию, химический состав, физические, химические и оптические свойства, генезис и генетические особенности, диагностические признаки и способы определения минералов, классификационные различия, поведение минералов в кристаллических горных породах и осадочном чехле платформ.

Петрография - раздел геологии, изучающий горные породы и их ассоциации, минеральный и химический состав, структуры и текстуры, особенности распространения, условия залегания, происхождения, изменения. Устанавливает номенклатуру и разрабатывает классификацию горных пород.

Литология - наука о современных осадках и древних осадочных горных породах, включая и руды, об условиях и закономерностях их образования, изменениях до начальных стадий метаморфизма. Изучаются вещественный состав, строение, особенности пространственного распространения, реконструкции процессов осадконакопления. Разрабатывает общую теорию осадконакопления и образование полезных ископаемых.

Знания строения, происхождения, диагностических свойств и классификации минералов и горных пород являются базовыми для дальнейшего изучения таких дисциплин учебного плана подготовки бакалавров направления «Нефтегазовое дело» как «Геология нефти и газа», «Промысловая геология», «Инженерная геология» и др.

Учебное пособие «Минералы и горные породы» написано в соответствии с ФГОС высшего образования. В пособии дано описание наиболее важных пороодообразующих минералов, горных пород.

Данное учебное пособие готовит теоретическую базу для проведения лабораторных занятий, на которых студенты знакомятся с начальными сведениями о свойствах минералов, их формах нахождения в природе, методах определения, их классификации, также о свойствах наиболее распространенных магматических, осадочных и метаморфических пород.

Тема 1. Главные породообразующие и рудные минералы.

1.1 Понятие о кристалле. Симметрия кристаллов

Минералы (от греч. «минера-руда») – это природные химические соединения, состоящие из атомов нескольких или, реже, одного химического элемента. Большинство минералов представлено твердыми телами. Среди твердых минералов преобладают кристаллические образования. В кристаллическом веществе слагающие его материальные частицы (атомы, комплексы ионов или молекул) расположены упорядоченно. Они образуют кристаллическую решетку.

Закономерности внутреннего строения кристаллического вещества проявляются в его внешней правильной форме. **Кристаллом** называется кристаллическое вещество, имеющее форму естественного многогранника.

Поверхность кристаллов ограничена плоскостями – *гранями*, которые пересекаются по прямым линиям – *ребрам*. Точки пересечения ребер образуют *вершины*.

Характерной особенностью кристаллов является их симметрия (от греч. «соразмерность»).

Симметрия, по отношению к кристаллам – это закономерная повторяемость в пространстве одинаковых граней, ребер и углов. Для описания симметрии пользуются воображаемыми образами-элементами симметрии:

1. *Центр симметрии* (С) – точка внутри кристалла, где пересекаются все линии.

2. *Плоскость симметрии* (Р) – это воображаемая плоскость, которая делит фигуру на две симметрично равные части, расположенные друг относительно друга как предмет и его зеркальное отражение.

3. *Ось симметрии* (L)- прямая линия, при вращении вокруг которой повторяются равные части фигуры, то есть она самосовмещается. Число совмещений при повороте на 360 определяет порядок оси симметрии (n). Известны оси 2, 3, 4 и 6-го порядков. Оси симметрии выше второго порядка называются главными осями. Оси симметрии могут проходить через середины граней, ребер - перпендикулярно к ним и через вершины.

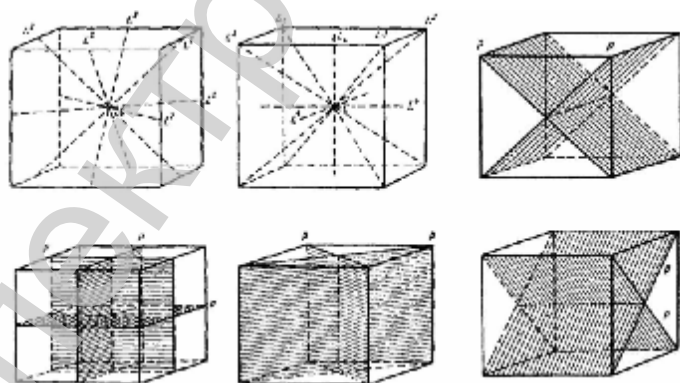


Рис.1 Расположение элементов симметрии в кубе.

Совокупность всех элементов симметрии данного кристалла называется его *видом симметрии*. Возможны 32 вида симметрии. Их можно объединить в более крупные единицы – сингонии.

Сингония означает «сходноугольность». В каждой сингонии объединяются группы симметрии с одинаковой главной осью, а если ее нет, объединяются группы с одинаковыми неглавными осями. Выделяются следующие 7 групп сингоний:

1. **Триклинная** – нет осей симметрии выше первого порядка.
2. **Моноклинная** – одна ось симметрии второго порядка.
3. **Ромбическая** – несколько (не более трех) осей симметрии второго порядка.
4. **Тетрагональная** – одна главная ось четвертого порядка.
5. **Тригональная** – одна главная ось третьего порядка.
6. **Гексагональная** – одна главная ось шестого порядка.
7. **Кубическая** – несколько главных осей третьего или четвертого порядка.

Сингонии можно объединить в три категории:

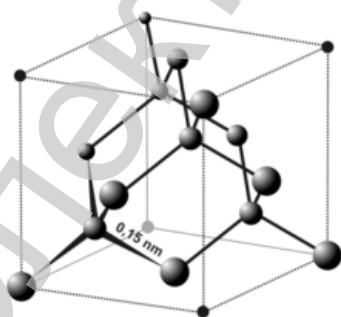
1. К категории **высших сингоний** относятся группы симметрии с несколькими главными осями (кубическая сингония).
2. К категории **средних сингоний** – группы симметрии с одной главной осью (тетрагональная, тригональная и гексагональная).
3. К категории **низших сингоний** – группы симметрии без главной оси (триклинная, моноклинная и ромбическая).

От кристаллического строения зависят свойства минералов.

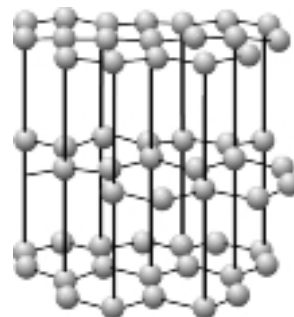
Например, алмаз и графит имеют одинаковый химический состав – они состоят из углерода.

Кристалл алмаза имеют кубическую сингонию, относящаяся к высшей категории. Атомы и ионы образуют прочную кристаллическую решетку. Это твердый минерал.

Кристаллы графита имеют гексагональную сингонию, средней категории. К тому же, молекулы и атомы графита расположены слоями и легко отслаиваются при трении. Графит мягкий минерал



Кристалл алмаза



Кристалл графита

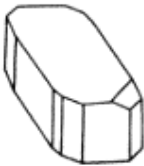
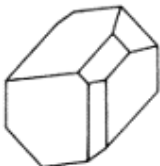
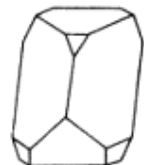
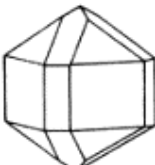
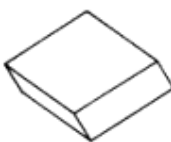
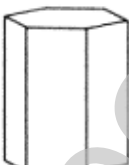
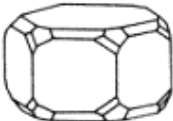
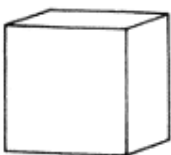
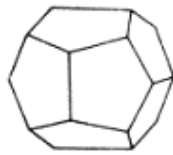
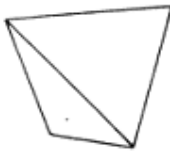
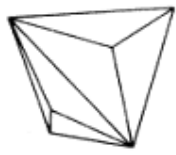
Используя элементы симметрии можно написать формулу симметрии кристалла. Например, для кристаллов кубической формы : $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$

Таблица 1

Элементы симметрии в кристаллах

Категория сингонии	Группа сингонии	Формула в символическом Браве
Высшая	Кубическая	1. $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$ 2. $3L_4 4L_3 6L_2$ 3. $4L_3 3L_2 6P$ 4. $4L_3 3L_2 3PC$ 5. $4L_3 3L_2$
	Гексагональная	1. $L_6 6L_2 7PC$ 2. $L_6 6L_2$ 3. $L_6 6P$ 4. $L_6 PC$ 5. L_6 6. $L_3 3L_2 4P$ 7. $L_3 P$
	Тетрагональная	1. $L_4 4L_2 5PC$ 2. $L_4 PC$ 3. $L_4 4P$ 4. $L_4 4L_2$ 5. L_4 6. $L_2 2L_2 2P$ 7. L_2
Средняя	Тригональная	1. $L_3 3L_2 3PC$ 2. $L_3 3L_2$ 3. $L_3 3P$ 4. $L_3 C$ 5. L_3
	Ромбическая	1. $3L_2 3PC$ 2. $3L_2$ 3. $L_2 2P$
	Моноклиническая	1. $L_2 PC$ 2. L_2 3. P
Низшая	Триклинная	1. C 2. L_1

Рис 2 Примеры минералов различных групп сингоний:

ТРИКЛИННАЯ					
	халькантит	кианит	аксинит	родонит	альбит
МОНОКЛИННАЯ					
	вольфрамит	гипс	титанит	авгит	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	пентагондodeкаэдр	тетраэдр	тригон-титетраэдр

1.2 Генезис минералов

Генезис (происхождение минералов) тесно связано с геологическими процессами, протекающими в земной коре и на ее поверхности. Различают две основные группы минералов по генезису: эндогенные и экзогенные.

Эндогенные процессы происходят в недрах Земли при повышенных температурах и давлениях. Минералы образуются при магматических и метаморфических процессах. При собственно *магматическом генезисе* образование минералов зависит от состава магмы. Возможны несколько вариантов.

1) *Пегматитовый генезис* - кристаллизация минералов происходит из богатых газами расплавов магмы. Главными минералами этого процесса являются мусковит, кварц, полевые шпаты.

2) *Пневматолитовый генезис* происходит в результате физико-химических взаимодействий летучих компонентов магмы между собой и вмещающими породами. Типичными минералами этого процесса являются самородная сера, пирит, сфалерит, галенит, флюорит, гематит, гипс.

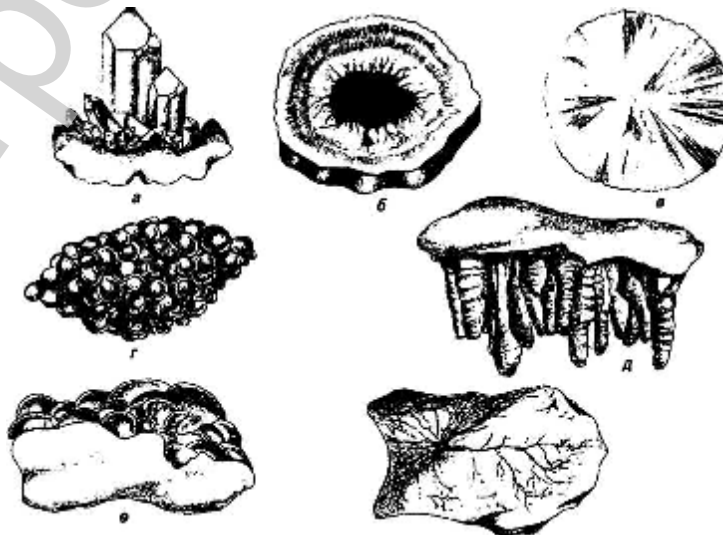
3) *Гидротермальный генезис* происходит при взаимодействии горячих водных растворов, образующихся при остывании магмы, с вмещающими породами.

Так образуются руды цветных, благородных и редких металлов.

К эндогенным процессам принадлежит и *метаморфический генезис*. Он заключается в глубоком преобразовании в эндогенных условиях ранее формировавшихся минералов вследствие изменения температуры, давления, концентрации химически активных компонентов. Так возникают тальк, хлорит, серпентин, графит.

Экзогенные процессы происходят на поверхности Земли. Минералы образуются в процессе выветривания и осадконакопления. К типичным минералам выветривания относятся лимонит, опал, малахит, азурит. Осадочное происхождение имеет галит, сильвин и др.

1.3 Формы нахождения минералов в природе



Формы природных выделений минералов:

а — друзы; *б* — секретиции, *в* — конкреции; *г* — оолиты, *д* — сталактиты, *е* — почки, *ж* — дендриты.

Формы нахождения минералов в природе является важным диагностическим свойством. Минералы встречаются в природе в следующих формах.

1. **Кристаллы.**

Обычно минерал встречается в виде кристаллов характерной для него сингонии. Например, пирит в виде кубов, магнетит-октаэдров. Размеры кристаллов колеблются от нескольких миллиметров до нескольких метров.

2. **Сростки минералов.**

а) *свободные сростки* образуются в результате взаимного прорастания или срастания кристаллов по граням. Их называют двойники, тройники и т.д. (гипс, рутил).

б) *несвободные сростки*-это друзы, щетки- *незакономерные сростки* на общем основании. Образуются в открытых полостях при свободном росте кристаллов(кварц, антимонит, киноварь).

3. **Секретиции**- пустоты в горной породе, целиком заполненные минералом. Они образуются при непрерывном росте кристаллов на стенке пустот. У них концентрическое строение. Секретиции небольшого размера-миндалины. Секретиции большого размера-жеоды (аметист).

4. **Натечные формы:** сталактиты, сталагмиты в карстовых пещерах (кальцит), гипс, известняки, доломиты.

5. **Конкреции**- стяжения округлой формы, образующиеся при росте минерального вещества вокруг какого-либо центра кристаллизации. В отличие от секретиции рост минерального вещества происходит от центра к периферии. (фосфорит). Конкреции небольших размеров называются *оолиты* (лимонит, пиролюзит). При быстрой кристаллизации минералов в тонких трещинах образуются *дендриты* напоминающие ветки растений (манганит).

6. **Минеральные агрегаты**- наиболее распространенные. Это скопление кристаллов: лучистое (актинолит), зернистое (апатит), жилковатое, землистое; *корочки*, *выцветы* и *налеты* на стенке полостей.

7. **Псевдоморфозы** — минерал принимает несвойственную для него форму, образуя точную копию другого минерала или органического образования

1.4 Диагностические свойства минералов

Простейшие свойства, по которым минералы определяются на глаз, называют диагностическими свойствами. Различают:

Твердость- способность минералов противостоять внешнему механическому воздействию. В практической минералогии определяется относительная твердость путем царапания одного минерала другим. Для этих целей используется шкала твердости Мооса, в которую входят 10 минералов-эталонов.

талек- 1	ортоклаз- 6
гипс- 2	кварц-7
кальцит- 3	топаз- 8
флюорит- 4	корунд- 9
апатит- 5	алмаз- 10

Каждый минерал шкалы твердости царапает предыдущие, а последующие оставляют царапину на нем.

Для приблизительной оценки твердости часто используют ноготь, стекло.

Мягкие минералы царапаются ногтем (твердость 1-2: талек, гипс, графит).

Средней твердости – не царапаются ногтем и не оставляют царапины на стекле (твердость 3-4: кальцит, галенит, халькопирит).

Твердые – царапают стекло (твердость выше 4: кварц, полевые шпаты, пирит)

Плотность (удельный вес). Это свойство зависит от химического состава минералов и их кристаллической структуры. Плотность минералов меняется от 0,6 г/куб. см. до 27 г/ куб. см.

Приблизительно плотность можно определить «взвешивая» минерал на руке.

К легким относятся минералы с плотностью до 2,5 г/ куб. см.- сера, галит, опал.

Средней плотностью (от 2,5 -4 г/ куб. см.) обладают большинство породообразующих минералов (кварц, кальцит, полевые шпаты и др.).

Тяжелыми считаются минералы с плотностью более 4 г/куб. см; чаще всего это рудные минералы (галенит, пирит, халькопирит, магнетит и др.).

Цвет (окраска) минералов. Минералы могут иметь самую разнообразную окраску. Например, сера имеет желтый цвет, аметист- фиолетовый.

Цвет черты определяется путем проведения куском минерала по фарфоровой пластинке. Цвет черты не всегда совпадает с цветом минерала. Например, у золотисто- желтого пирита она черная.

Блеск минералов может быть:

Металлический - напоминает блеск гладкой свежей поверхности металла (галенит, пирит, халькопирит и др.)

Полуметаллический - блеск сходен с блеском потускневшей поверхности металла (графит, гематит, магнетит).

Неметаллический - наиболее широко распространен. Его разновидностями являются: *стеклянный, алмазный, жирный, перламутровый, шелковистый, восковой, матовый* блески.

Прозрачность определяется способностью минерала пропускать свет.

По степени прозрачности различают минералы *прозрачные*, через которые отчетливо видны предметы (горный хрусталь, исландский шпат, пластинки мусковита), *полупрозрачные*, через которые видны лишь очертания предметов (гипс, флюорит) и *непрозрачные*.

Спайность- способность минералов раскалываться по определенным плоскостям (плоскостям спайности).

Выделяют несколько видов спайности:

Весьма совершенная- минерал легко расщепляется на отдельные пластинки или листочки (слюды, гипс, тальк, хлорит).

Совершенная - минерал сравнительно легко раскалывается преимущественно по плоскостям спайности, причем отбитые кусочки напоминают отдельные кристаллы (кальцит, галит, галенит, флюорит).

Средняя - при раскалывании образуются как плоскости спайности, так и неровные изломы по случайным направлениям (пироксены, полевые шпаты).

Несовершенная - минерал раскалывается по произвольным направлениям с образованием неровных поверхностей излома (самородная сера, пирит, апатит, оливин).

Излом-общий вид поверхности минерала, образующейся при его раскалывании. Он может быть *ровный* (у минералов весьма совершенной и совершенной спайности) или *неровный* (если спайность несовершенная). Неровный излом может быть раковистым (лимонит), занозистым (асбест), землистым (каолинит).

1.5 Классификация минералов

Классификация минералов основывается на кристаллохимических принципах. Наиболее крупные единицы- классы выделяются по химическому принципу. В настоящее время известны более 4000 минералов. Они распределены по 14 классам.

В данном курсе характеризуются восемь классов.

1.6 Описание главных породообразующих и рудных минералов

Самородные элементы

К этому типу принадлежат минералы, состоящие из одного химического элемента. Доля самородных элементов в земной коре не превышает 0,1 %. Это минералы встречаются в природе в виде отдельных химических элементов либо в виде их смесей (сплавов). Всего самородных элементов в земной коре насчитывается около 50. Принято делить этот класс на 3 подкласса: **металлы** (золото, серебро, платина и металлы ее группы, медь), **полуметаллы** (висмут, мышьяк, сурьма) и **неметаллы** (сера и графит). Самородные элементы пользуются ограниченным распространением: самостоятельные крупные месторождения образуют алмаз, графит, сера, значительно реже - благородные самородные металлы и сплавы (Au, Ag, Cu и т.п.). Имеются самородные элементы космического происхождения (железо метеоритов). Многие из этих минералов концентрируются в россыпях (золото, платина, алмаз).

По происхождению самородные элементы связаны, в основном, с эндогенными процессами – магматическим, метаморфическим. Наиболее распространены в самородном виде благородные металлы – платина, золото, серебро.

Сера—S; желтая, редко бурая и черная; черты почти не дает; блеск на гранях алмазный, в изломе жирный; твердость – 1-2; удельный вес – 2.05-2.08;

несовершенная спайность; ромбическая сингония. Встречается в виде кристаллов, сплошных кристаллических масс, порошковатых и землистых масс, корочек. Генезис – вулканический, экзогенный – при разложении сернокислых минералов /гипса/ и сульфидов /пирита/, биохимический – как продукт жизнедеятельности анаэробных бактерий. Диагностируется по желтому цвету, низкой твердости, хрупкости, часто жирному блеску и совместному нахождению с гипсом или кальцитом. Используется для производства серной кислоты, спичек, красок.

Графит–С; от железно–черного до стально–серого; черта черная, блестящая; блеск полуметаллический, матовый; твердость – 1; удельный вес – 2.09-2.23; совершенная спайность; гексагональная сингония. Встречается в виде землистых и чешуйчатых агрегатов, кристаллы в виде шестиугольных пластинок редки. Генезис метаморфический, реже магматический, пневматолитовый, пегматитовый. Распознается по цвету, низкой твердости, жирности на ощупь, пачкает руки, пишет на бумаге. От сходного с ним молибденита отличается цветом черты (у молибденита – голубоватая). Используется для изготовления графитовых тиглей, в производстве карандашей.

1.7 Сульфаты

Минералы этого класса представляют собой природные соли серной кислоты, в состав которых входят щелочные (Na, K) и щелочноземельные (Mg, Ca, Sr, Ba) металлы, а также Pb, Cu, Fe, Al. Общее содержание сульфатов в земной коре не превышает 0,5 %, хотя количество минеральных видов достигает 260. Для сульфатов характерны светлые окраски, невысокая твердость.

По особенностям химического состава среди сульфатов выделяют *простые безводные, сложные с дополнительными анионами и водные*. Чаще всего минералы этого класса характеризуются умеренной и низкой твердостью, низкой плотностью, светлой окраской, многие из них хорошо растворяются в воде. Водные сульфаты могут на воздухе терять воду, а безводные способны во влажных условиях обогащаться водой (гигроскопичны).

Сульфаты широко используются в строительстве и служат сырьем химической промышленности для получения Ba, Sr, Al, Mg и ряда других элементов.

Барит–BaSO₄; бесцветный, прозрачный, часто окрашен примесями в белый, серый, желтый, бурый и черный оттенки; черта, не характерна; блеск стеклянный; твердость-3.0-3.5; удельный вес - 4.3- 4.5; спайность средняя и несовершенная; ромбическая сингония; встречается чаще в виде зернистых, плотных, скрытокристаллических и землистых масс, реже в виде таблитчатых и столбчатых кристаллов. Генезис гидротермальный, осадочный, экзогенный - в зонах выветривания; диагностируется по большому удельному весу, встречается с кальцитом, гипсом и кварцем. Используется в лакокрасочной

промышленности, как утяжелитель промывочных растворов в бурении и тампонажных растворов при креплении скважин.

Ангидрит— CaSO_4 ; белый, часто с голубоватым, сероватым и красноватым оттенком; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3.0-3.5; удельный вес – 2.8-3.0; спайность совершенная, средняя и несовершенная; ромбическая сингония; встречается, в основном, в виде различных агрегатов, в виде таблитчатых и призматических кристаллов. Генезис осадочный и хемогенный; диагностируется по твердости, удельному весу, часто встречается с гипсом. Используется для производства цемента

Гипс— $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; белый, розовый, серый до бесцветного; блеск стеклянный, перламутровый и шелковистый; твердость - 2; удельный вес -2.3; спайность весьма совершенная; бывает занозистый излом; моноклинная сингония. Встречается в виде кристаллов и их сростков, плотных кристаллических агрегатов. Генезис осадочный и хемогенный. Диагностируется по низкой твердости - входит в шкалу Мооса, царапается ногтем, характерной спайности.

В России месторождения гипса довольно многочисленны. Они известны в пределах центральных и северо-западных районов, в Западном Приуралье. Вблизи Кунгура добывают гипс всевозможных оттенков. Там встречается просвечивающий волокнистый и пятнистый селенит розового, белого и оранжевого цвета. Также месторождения гипса разрабатываются в Башкирии, Татарии, Иркутской области.

Используется в производстве цементов, в производстве белых сортов бумаги, в штукатурке, для получения гипсовых слепков и украшений (волокнистая разновидность – селенит), для получения тампонажных растворов.

Целестин— SrSO_4 ; голубовато-белый, голубовато-серый, иногда с красноватым желтоватым оттенком; блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый; твердость - 3.0-3.5; удельный вес-3.9-4.0; спайность средняя, совершенная и несовершенная; ромбическая сингония. Встречается в виде таблитчатых, столбчатых, призматических кристаллов или сплошных шестоватых и зернистых масс. Генезис осадочный; диагностируется по цвету, высокому удельному весу. Используется для получения стронциевых препаратов.

1.8 Галогениды

К галогенидам относятся соединения галогенов (F, Cl, Br, I) в основном с щелочными и щелочноземельными металлами (Na, K, Mg, Ca).

Общее количество их в земной коре не превышает 0,5 %. Число представителей класса галогенидов достигает почти 200 минералов.

Большинство минералов этого класса представляет собой диэлектрики со стеклянным блеском, низкой твердостью и плотностью, со светлыми тонами окраски. Многие из них хорошо растворяются в воде. В зависимости от солеобразующих галоидных кислот в этом классе принято выделять фториды,

хлориды, бромиды и иодиды. Наиболее распространены среди них хлориды и фториды. Галогениды находят себе применение в химической, пищевой (галит) и оптической (флюорит) промышленности, в сельском хозяйстве в качестве удобрений (сильвин, карналлит), некоторые из них являются рудами редких химических элементов.

Флюорит- CaF_2 ; желтый, голубой, зеленый, фиолетовый, бесцветный; черта не характерна; блеск стеклянный, жирный; твердость – 4; удельный вес – 3.18; совершенная спайность по октаэдру; сингония кубическая. Встречается чаще в виде кубических кристаллов, вкрапленников, сплошных зернистых и кристаллических масс. Происхождение гидротермальное, реже пегматитовое и пневматолитовое. Диагностируется по твердости – входит в шкалу Мооса, блеску, облику кристаллов, встречается совместно с сульфидами, кальцитом, кварцем. Используется для получения фтористых препаратов, в оптике, для получения эмали и глазури.

Галит- NaCl ; прозрачный, бесцветный, белый, иногда окрашен примесями в розовый и синий оттенки; черта белая; блеск стеклянный, жирный; твердость – 2; удельный вес – 2.1 – 2.2; спайность весьма совершенная по кубу; кубическая сингония; встречается в виде кубических кристаллов, сростков кристаллов, корок, налетов, сплошных кристаллических и зернистых масс. Генезис осадочный хемогенный. Диагностируется по низкой твердости, спайности и солёности на вкус. Месторождения известны на Урале (Соликамское месторождение — крупнейшее в мире), в Нижнем Поволжье (самосадочные озера Эльтон и Баскунчак) и Иркутской области.

Используется в пищевой и химической промышленности.

Сильвин- KCl ; водяно-прозрачный, бесцветный, часто окрашен примесями в красный, розовый и молочно-белый оттенки; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 1.5 – 2.0; удельный вес – 1.97 – 1.99; весьма совершенная спайность; сингония ромбическая. Встречается в виде налетов, корочек и сплошных зернистых масс. Генезис осадочный и хемогенный. Диагностируется по низкой твердости, солёности (горько-солёный, жгучий на вкус), часто встречается с галитом и карналлитом. Крупнейшим месторождением в России является Соликамское (вместе с галитом) на Урале. Используется в производстве калийных удобрений.

Карналлит- $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; бесцветный часто окрашен примесями в красный, розовый и желтый оттенки; черта не характерна, блеск стеклянный; твердость – 2–3; удельный вес – 1.6; спайность отсутствует; сингония ромбическая. Встречается чаще в виде сплошных зернистых масс. Генезис осадочный и хемогенный; диагностируется по твердости, издает треск при сверлении ножом, встречается с сильвином и галитом. Используется в производстве минеральных удобрений.

1.9 Сульфиды

К этому классу относятся минералы, представляющие собой соединения металлов и полуметаллов с серой, мышьяком, селеном, теллуром. Всего в этом

классе насчитывается более 250 минералов. В земной коре на их долю приходится 1,2%. Главными металлами в этих соединениях являются Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Ag и др. Как правило, минералы из этого класса непрозрачные или слабопросвечивающие, с металлическим или алмазным блеском, имеют черную или темную черту. Основная часть сульфидов обладает высокой плотностью (до 8,5 г/куб.см.) и высокой электропроводностью. Большинство сульфидов имеет гидротермальное происхождение. Многие минералы этого класса являются важнейшими рудами цветных, благородных и редких металлов, причем месторождения сульфидов имеют комплексный характер и называются полиметаллическими. Например, попутно с сфалеритом добывают кадмий, галлий, индий, попутно с пиритом - медь и золото. Галенит является свинцовой рудой и утяжелителем буровых растворов, сфалерит - цинковая руда, халькопирит - медная руда, киноварь - ртутная руда, антимонит - сурьмяная руда, пирит и марказит используются для получения серной кислоты.

Горняки Урала используют применительно к сульфидам старинный термин «колчедан». К примеру, пирит - серный колчедан, пирротин - магнитный колчедан, халькопирит - медный колчедан, арсенопирит - мышьяковистый колчедан. Очень часто там же, на Урале, используют в синонимах названий минералов понятие «блеск». Так, минерал антимонит Sb_2S_3 называют сурьмяный блеск, галенит PbS - свинцовый блеск, кобальтин $Co(AsS)_2$ - кобальтовый блеск.

Галенит— PbS ; свинцово – серый; серовато–черная черта; металлический блеск; твердость – 2-3; удельный вес – 7.4-7.6; совершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов и их сростков, зернистых масс. Генезис, в основном, гидротермальный. Диагностируется по кубической форме кристаллов, низкой твердости, высокому удельному весу и совместному нахождению с пиритом, сфалеритом, халькопиритом, кальцитом, и флюоритом. Является рудой на свинец, утяжелителем буровых растворов.

Сфалерит— ZnS ; бурый, коричневый, черный; черта светло–окрашенная в желтые и бурые оттенки; блеск алмазный до полуметаллического; твердость – 3-4; удельный вес – 3.9-4.0; совершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде тетраэдрических кристаллов и сплошных зернистых масс. Генезис, в основном, гидротермальный; часто встречается с галенитом, кварцем, баритом, кальцитом. Диагностируется по цвету, блеску, удельному весу и форме кристаллов. Является рудой на цинк. Попутно с ним добываются кадмий, галлий и индий.

Пирит— FeS_2 ; соломенно–желтый; зеленовато–черный цвет черты; блеск металлический; твердость – 6.0-6.5; удельный вес – 4.9-5.2; весьма несовершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов, сплошных масс, псевдоморфоз по органике. Генезис магматический, гидротермальный, контактово-метасоматический, осадочный – связан с разложением органических остатков в анаэробной среде. Диагностируется по цвету, форме кристаллов со штриховкой на гранях, высокой твердости, по цвету черты. Часто встречается с другими сульфидами и карбонатными минералами. Основные месторождения известны на Урале,

Алтае, Кавказе. Используется как сырье для получения серной кислоты, попутно с ним добываются медь и золото.

Халькопирит— CuFeS_2 ; латунно–желтый с пестрой побежалостью; черта черная с зеленоватым оттенком; блеск металлический; твердость – 3-4; удельный вес – 4.1-4.3; несовершенная спайность; тетрагональная сингония. Встречается в виде сплошных масс, вкрапленников, реже кристаллов и их сростков. Генезис гидротермальный и контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету с характерной побежалостью, по цвету черты, отличается от сходного с ним пирита – по твердости; встречается с другими сульфидами, кварцем, баритом и кальцитом. Крупнейшие месторождения халькопирита известны на Урале, Кузнецком Алатау, Алтае, Закавказье, Норильском рудном районе.

Используется как медная руда.

Киноварь— HgS ; красная; черта красная; полуметаллический и алмазный блеск; твердость – 2-2.5; удельный вес – 8.09; совершенная спайность; тригональная сингония; чаще встречается в виде вкрапленников, порошковатых налетов и примазок, зернистых масс. Генезис только гидротермальный. Часто встречается с пиритом, антимонитом, реальгаром, кварцем, флюоритом и баритом. Диагностируется по цвету, низкой твердости и высокому удельному весу. Применяется для получения ртути.

Реальгар— AsS ; оранжево–красный; черта светло–оранжевая; блеск на гранях алмазный, в изломе чаще жирный; твердость – 1.5-2; удельный вес – 3.4-3.6; совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде друз, налетов, зернистых и порошковатых масс. Генезис гидротермальный и вулканический. Диагностируется по цвету, низкой твердости, встречается с аурипигментом. Используется для получения мышьяка.

Аурипигмент— As_2S_3 ; лимонно–желтый; черта лимонно–желтая; блеск от алмазного до полуметаллического; твердость – 1-2; удельный вес – 3.4 -3.5; совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде зернистых, порошковатых, листоватых, радиально – лучистых и землистых агрегатов, налетов, реже в виде призматических кристаллов. Генезис, в основном, гидротермальный. Диагностируется по цвету, низкой твердости, блеску, встречается с реальгаром. Используется для получения трехоксида мышьяка и в лакокрасочной промышленности.

Антимонит— Sb_2S_3 ; свинцово–серый; черта свинцово–серая; блеск металлический; твердость – 2.0-2.5; удельный вес – 4.6; совершенная и несовершенная спайность; ромбическая сингония. Встречается в виде столбчатых и игольчатых кристаллов с вертикальной штриховкой, сплошных масс и вкрапленников. Генезис гидротермальный. Диагностируется по твердости, облику кристаллов, наблюдается синеватая побежалость на кристаллах, встречается с другими сульфидами, кварцем, кальцитом. Является важнейшей сурьмяной рудой.

Молибденит— MoS_2 ; свинцово–серый; черта серая с зеленоватым оттенком; металлический блеск; твердость – 1; удельный вес – 4.7-5.0; весьма совершенная спайность; гексагональная сингония. Встречается в виде

листоватых, чешуйчатых и радикально – лучистых агрегатов, кристаллов и вкрапленников. Генезис, в основном, гидротермальный, реже пневматолитовый и магматический. Диагностируется по низкой твердости, пишет на бумаге голубоватым цветом. Является источником молибдена.

Марказит– FeS_2 ; латунно–желтый с сероватым или зеленоватым оттенком; черта темная зеленовато–серая; блеск металлический; твердость – 5-6; удельный вес – 4.6-4.9; ромбическая сингония. Встречается в виде копьевидных кристаллов и их сростков, псевдоморфоз по органике, корок, натечных гроздевидных и др. форм. Генезис гидротермальный, осадочный. Диагностируется по копьевидной форме кристаллов, от сходного пирита отличается зеленоватым оттенком в свежем изломе. Используется как сырье для получения серной кислоты.

1.10 Оксиды и гидроксиды

Минералы этого класса представляют собой соединения металлов или полуметаллов с кислородом и гидроксогруппой (ОН). По количеству входящих в него минералов занимает одно из первых мест: на их долю приходится около 17 % от массы земной коры. В настоящее время известно более 150 минералов этого класса. Из них около 12,6 % составляют соединения кремния и 3 % -соединения железа.

Многие из минералов этого класса принадлежат к числу очень широко распространенных в земной коре, в частности, на долю одного лишь кварца приходится около 13 %.

Большинство минералов из этого класса бесцветно или слабоокрашено, цвет их связан с примесью элементов - хромофоров. Минералы, содержащие в значительных количествах переходные химические элементы (Fe, Mn, Ti, Cr, Ni, Co, Nb, Ta...), имеют черную или темно-бурую окраску. Оксиды обладают, как правило, значительной твердостью и высокой химической стойкостью, у гидроксидов эти показатели ниже.

Значительное число оксидов и гидроксидов образуются в экзогенных условиях. Однако они могут образоваться и в эндогенных условиях (кварц, магнетит, корунд).

Представители этого класса являются важнейшими рудами целого ряда ценных металлов, многие из них образуют неметаллические полезные ископаемые.

Оксиды

Корунд– Al_2O_3 ; синевато или желтовато – серый; черты не дает; блеск стеклянный; твердость – 9; удельный вес – 3.95-4.1; спайность практически отсутствует; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллов, чаще образует зернистые массы. Генезис магматический, метаморфический, контактово–метасоматический, россыпной. Диагностируется по высокой твердости – входит в шкалу Мооса. Разновидности: красный корунд – *рубин*, синий – *сапфир*, смесь корунда с магнетитом и гематитом – *наждак*. Используется как абразивный материал, драгоценный камень в ювелирном деле.

Гематит– Fe_2O_3 ; от красно–бурого до железно–черного; черта вишнево–красная; полуметаллический блеск; твердость – 5.5–6.0; удельный вес – 5–5.2; спайности нет; раковистый или землистый излом; тригональная сингония. Встречается в виде пластинчатых и таблитчатых кристаллов, чешуйчатых или сплошных кристаллических масс. Генезис метаморфический – образуется из осадочных, бурых железняков на больших глубинах при высокой температуре и давлении, вулканогенный, экзогенный – в результате дегидратации гидроокислов железа в жарком сухом климате. Диагностируется по цвету черты, по высокой твердости, морфологии. Является важнейшей железной рудой, используется в лакокрасочной промышленности, как утяжелитель тампонажных и промывочных растворов.

Магнетит– Fe_3O_4 ; железно–черный; черта черная; блеск металлический; твердость – 5.5–6; удельный вес – 4.9–5.2; спайность отсутствует; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов – октаэдров, вкрапленников, сплошных зернистых масс. Генезис магматический, метаморфический, контактово–метасоматический. Диагностируется по реагированию на него магнитной стрелки, черной черте, высокому удельному весу и форме кристаллов. Магматическое происхождение имеют Качканарское, Кусинское, Нижнетагильское и Первоуральское месторождения на Урале. Скарновые месторождения известны на Урале (Магнитогорское), а также в Красноярском крае и Южной Якутии. Гидротермальные месторождения известны в Иркутской области, где они образуют группу Ангара–Илимских месторождений. Крупнейшие месторождения магнетитовых руд в железистых кварцитах на территории России приурочены к КМА.

Является важнейшей железной рудой и утяжелителем промывочных растворов.

Пиролюзит– MnO_2 ; черный; цвет черты–черный; блеск полуметаллический; твердость – 5–6 в кристаллах, до 2 в сплошных массах; удельный вес – 4.7–5.0; совершенная спайность; тетрагональная сингония. Встречается в виде сплошных кристаллических, скрытокристаллических и порошковатых масс. Генезис осадочный, в т.ч. как конечный продукт выветривания пород и минералов, содержащих марганец /манганит/. Диагностируется по черной черте и низкой твердости. Является рудой на марганец.

Кварц – SiO_2 ; цвет различный–белый, черный, дымчатый, розовый, бесцветный; черты не дает; блеск стеклянный; твердость–7; удельный вес – 2.5–2.8; спайности нет, излом чаще раковистый; гексагональная и тригональная сингония. Встречается в виде удлиненных и призматических кристаллов с пирамидальными окончаниями, друз, щеток, двойников, кристаллических масс. Генезис магматический, пневматолитовый гидротермальный, метаморфический, экзогенный. Диагностируется по высокой твердости – входит в шкалу Мооса, царапает стекло, раковистому излому, отсутствию спайности, блеску. Разновидности: фиолетовый кварц – аметист, дымчатый – раухтопаз, черный – морион, бесцветный, прозрачный – горный хрусталь, скрытокристаллический – халцедон, скрытокристаллический концентрически–

зонального строения – агат. Месторождения кварца представлены в основном пегматитовым и гидротермальным кварцем и хорошо известны на Урале, в Ангаро-Илимском и Ангаро-Катском районах Сибирской платформы. Сердолик и другие разновидности халцедона известны в бассейнах рек Вилюя и Нижней Тунгуски, в Якутии; широко известны яшмы Южного Урала. Чистые кварцевые пески известны в пределах Русской платформы: в Московской (Люберцы) и Владимирской (Гусь-Хрустальный) областях. В настоящее время кварц и его разновидности широко применяются в электронике, радиотехнике, оптике, точной механике, особенно высоко ценится пьезокварц. Кварцевые пески используют как сырье для стекольной промышленности и производства силикатного кирпича. Кварцевые песчаники и кварциты находят применение как строительные камни и облицовочный материал. Драгоценные и поделочные разновидности кварца используют в ювелирном деле.

Гидроксиды

Лимонит – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; ржаво-желтый, бурый, до черного; цвет черты желто-бурый; блеск полуметаллический, матовый; твердость от 4 до 1; удельный вес от 3.3 до 4.0; ромбическая сингония; землистый излом. Чаше встречается в виде порошковатых и плотных сплошных масс, налетов, оолитов, псевдоморфоз по кристаллам пирита. Генезис экзогенный. Диагностируется по цвету и морфологии. Широко представлен в европейской части России (Липецкое, Тульское, Хоперское месторождения и т.д.), на Урале (Байкальское — железная шляпа по сидериту, Комарово—Зигаинское и др.). Является же - лезной рудой.

Манганит – $\text{MnO} \cdot \text{Mn}[\text{OH}]_2$; черный; черта бурая; полуметаллический блеск; твердость – 3-4; удельный вес – 4.2-4.33; моноклинная сингония. Встречается в виде плотных, натечных и землистых масс, оолитов. Генезис – гидротермальный, экзогенный, часто встречается вместе с пиролюзитом. Диагностируется трудно. Используется для получения марганца.

Боксит $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{AlO}(\text{OH})$, AlOOH - состоит в основном из гидроксидов алюминия и железа, а также глинистых минералов. Цвет белый, розоватый до красного; цвет черты красно- бурый, удельный вес – 2.5, блеск матовый, рыхлые или плотные. Генезис химический, осадочный, озерный или почвенное образование тропиков, продукт гидрохимических реакций близ земной поверхности. Является важнейшей рудой на алюминий.

1.11 Карбонаты

Минералы данного класса можно определить как природные соли уголь - ной кислоты, в которых катионами служат Ca, Mg, Ba, Sr, Pb, Fe, Mn, Zn, Cu, U, щелочные и редкоземельные металлы.

В состав карбонатов входят также дополнительные анионы (OH), F, Cl. Всего к этому классу относятся около 120 минералов.

В земной коре на их долю приходится около 1,7 %. Известны карбонаты простые и сложные, водные и безводные. Для большинства минералов этого класса ха -

рактерна невысокая твердость и стеклянный блеск. Практически все карбонаты в той или иной степени взаимодействуют с соляной кислотой с выделением углекислого газа. Многие карбонаты хорошо растворяются в воде.

Большинство карбонатов используется в качестве строительных материалов (известняк, доломит), ювелирно – поделочного сырья (малахит, азурит), в химической промышленности, в качестве флюсов и огнеупоров в металлургии (магнезит). Кроме этого, данные минералы являются рудами на железо (сидерит), алюминий, полиметаллы и редкие земли, а также служат ценным оптическим сырьем (кальцит).

Кальцит – CaCO_3 ; чаще бесцветный или молочно-белый, иногда окрашен примесями в голубоватый, розоватый, серый оттенки; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3; удельный вес – 2.6-2.8; совершенная спайность в трех направлениях по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллов, друз, натечных форм – сталактитов и сталагмитов, сплошных кристаллических и зернистых масс. Генезис гидротермальный, осадочный, метаморфический. Диагностируется по твердости – входит в шкалу Мооса и царапается острием ножа, реагирует на соляную кислоту с выделением углекислого газа.

Прозрачная разновидность кальцита называется исландский шпат. Кальцитовые породы, известняки, мел и мергели широко развиты в пределах Русской плиты, особенно в Центральных районах России, месторождения мрамора известны на Урале, исландский шпат добывается в бассейне реки Нижняя Тунгуска.

Применяются как сырье для производства строительного камня, извести, цемента; метаморфически измененные известняки — мраморы — прекрасный облицовочный материал; в металлургической промышленности используется в качестве флюсов; в химической промышленности для производства соды; в сельском хозяйстве для известкования почв; исландский шпат используют в оптических приборах; выделения кальцита с красивым оттенком или рисунком применяется в ювелирном и камнерезном деле.

Используется для приготовления тампонажных растворов.

Доломит – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; цвет серовато-белый, иногда окрашен в желтоватый, буроватый, зеленоватый оттенки; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3.5-4.0; удельный вес – 1.8-2.9; совершенная спайность по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается обычно в виде кристаллических и зернистых агрегатов, кристаллов. Генезис осадочный, гидротермальный. Диагностируется по реакции с соляной кислотой в порошке. Используется как строительный материал.

Сидерит – FeCO_3 ; желтовато-белый, сероватый, иногда с буроватым оттенком; черта белая или желтоватая; блеск стеклянный; твердость – 3.5 -4.5; удельный вес – 3.9; совершенная спайность; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллических и зернистых агрегатов, конкреций землистых масс. Генезис гидротермальный, осадочный. Диагностируется по спайности, реакции на подогретую соляную кислоту, встречается с пиритом,

галенитом и лимонитом. Является рудой на железо и утяжелителем промывочных растворов при бурении скважин.

Магнезит – MgCO_3 ; белый с желтоватым или сероватым оттенком, иногда снежно – белый; черта не характерна; стеклянный блеск; твердость – 4–4.5; удельный вес – 2.9–3.1; совершенная спайность по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается в виде крупнозернистых агрегатов, мраморовидных масс, кристаллов. Генезис гидротермальный, осадочный, экзогенный – при выветривании. Диагностируется по спайности, по реакции на горячую HCl , часто по раковистому излому. Используется в производстве огнеупорных материалов.

Малахит – $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; зеленый; черта – бледно-зеленая; блеск стеклянный, шелковистый до алмазного; твердость – 3.5–4.0; удельный вес – 3.9–4.0; спайность совершенная и средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде натечных форм с радиально-волокнистым строением, почковидных и землистых разностей, примазок. Генезис экзогенный, в зоне окисления медных сульфидных месторождений. Диагностируется по зеленому цвету, натечным формам и по реакции на горячую соляную кислоту, встречается с азуритом. Используется как ценный поделочный камень и в лакокрасочной промышленности.

Азурит – $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; темно – синий, голубой; черта голубая; блеск стеклянный; твердость – 3.5–4.0; удельный вес – 3.7–3.9; спайность совершенная и несовершенная; моноклинная сингония. Встречается в виде налетов, землистых масс, реже кристаллов. Генезис экзогенный в зоне окисления медных сульфидных месторождений. Диагностируется по цвету, встречается совместно с малахитом. Используется в лакокрасочной промышленности.

Арагонит – CaCO_3 ; белый, желтовато-белый, серый, светло-зеленый, фиолетовый; черта не характерна; блеск стеклянный, в изломе жирный; твердость – 3.3–4.0; удельный вес – 2.9–3.0; спайности почти нет; ромбическая сингония. Встречается чаще в виде радиально-лучистых агрегатов, корок, натечных, ветвящихся форм – "железные цветы". Генезис гидротермальный и экзогенный. Диагностируется по морфологии, от сходного кальцита отличается отсутствием спайности по ромбоэдру.

1.12 Фосфаты

Эти природные соединения, представляют собой соли фосфорной кислоты. В земной коре на их долю приходится 0,7% .

Фосфаты имеют большое практическое значение . Они используются в сельском хозяйстве в качестве ценных фосфорных удобрений (фосфорит, апатит), а иногда служат источником радиоактивного сырья. К числу фосфатов принадлежит один из старейших и популярнейших самоцветов – **бирюза** (каллаит). Известны мелкие месторождения этого редкого минерала на всех обитаемых континентах планеты, однако лучшей в мире признается бирюза Ирана. На сегодняшний день практически все месторождения этого драгоценного камня выработаны. Благодаря интел-

лектуальным усилиям российских ученых недавно разработана технология получения синтетической бирюзы. Бирюза, полученная искусственным путем, по ряду параметров превосходит природную и в течение последних лет уверенно вошла на рынок ювелирного сырья под торговым названием «бирюзит».

Апатит – $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})[\text{PO}_4]_3$; цвет бесцветный, зеленый, буро-зеленый; черта белая; блеск стеклянный и жирный; твердость - 5; удельный вес - 3.2; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде таблитчатых, призматических кристаллов, сплошных зернистых масс, конкреций. Генезис магматический, контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету, облику кристаллов, твердости - входит в шкалу Мооса.

Крупнейшее в мире месторождение магматогенного апатита находится в Хибинах на Кольском полуострове. Также крупными месторождениями в России являются Ковдорское в Мурманской области, Ошурковское в Бурятии, контактово-метасоматическое месторождение Слюдянка в Прибайкалье. Отложения фосфоритов очень широко развиты в осадочном чехле Русской платформы, особенно в центральных районах, Московской, Рязанской и других областях .

Применяется как источник фосфора, сырье для производства фосфатных удобрений, суперфосфатов. Попутно могут извлекаться стронций и редкие земли. Красиво окрашенные и чистые кристаллы используют в ювелирном деле.

Фосфорит - близкий по составу к фосфату кальция; бледно-желтый, серый, бурый; слабая серая черта; блеск матовый; спайность отсутствует; кристаллов не образует. Встречается в виде натечных, землистых масс и конкреций. Генезис осадочный, биогенный. Диагностируется по внешнему облику. Отложения фосфоритов очень широко развиты в осадочном чехле Русской платформы, особенно в центральных районах, Московской, Рязанской и других областях в. т. ч. на юго-западе Республики Татарстан.

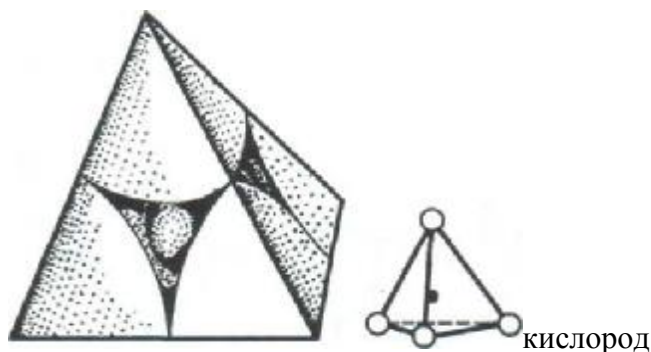
Используется для производства удобрений.

1.13 Силикаты

Силикаты пользуются чрезвычайно широким распространением в земной коре, составляя в ней около 75 %. Многие из этих минералов являются породообразующими, слагая основную массу различных горных пород, т.е. силикаты представляют собой основной строительный материал литосферы.

Минералы данного класса представляют собой соединения кремнекислородных анионных радикалов со следующими видообразующими катионами: Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K, а также Li, B, Be, Ti, Zr, TR, Cr, Zn, Си и др. Роль дополнительных анионов играют группы (OH), F, S, Cl, (BO_3) , (SO_4) и пр. Во всех силикатах каждый ион кремния Si^{4+} находится в соединении с четырьмя ионами кислорода и может быть изображен формулой $[\text{SiO}_4]^{-4}$. Основная структурная единица в силикатах – кремнекислородный тетраэдр,

который состоит из четырех ионов кислорода и одного иона кремния и имеет четыре свободные валентные связи, за счет которых происходит присоединение других химических элементов и кремнекислородных тетраэдров.



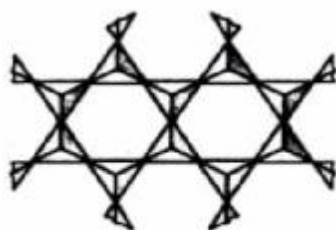
Кремнекислородные тетраэдры в структурах силикатов могут быть обособленными один от другого, а могут соединяться между собой через вершины за счет общего иона кислорода. В результате образуются как простые, так и довольно сложные структуры.



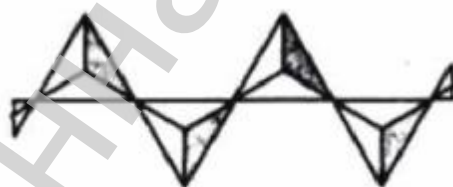
Кольцевые силикаты
 $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$



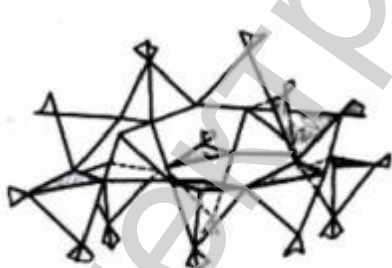
Островные силикаты
 $[\text{SiO}_4]^{4-}$



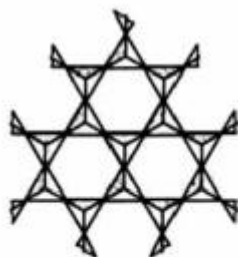
Листочные силикаты
 $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{6-}$



Цепочечные силикаты
 $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$



Каркасные алюмосиликаты
 $[\text{Si}_2\text{AlO}_5]^{-}$



Листовые силикатные
 $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$

Силикаты делятся по способу сочленения кремнекислородных тетраэдров на 6 групп.

Островные силикаты

Оливин— $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_4$, оливко-зеленый, бутылочно-зеленый просвечивающий; черты не дает; стеклянный блеск; твердость — 6.5 — 7.0; удельный вес — 3.3 — 3.5; средняя или несовершенная спайность; ромбическая сингония; встречается в виде зернистых агрегатов, реже кристаллов; генезис магматический; диагностируется по цвету, стеклянному блеску, часто встречается с серпентином и пироксенами.

Породы, содержащие оливин, широко распространены на Урале, в Карелии, Восточном Саяне, Якутии, на Колыме и Камчатке.

Маложелезистые оливины применяют как огнеупорное сырье. Хризолиты используются в ювелирном деле.

Гранаты — это обширная группа минералов с общей формулой $\text{A}_3\text{B}_2[\text{SiO}_4]_3$, где: $\text{A} = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ca}$; $\text{B} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}$

Известны следующие минералы, относящиеся к гранатам.

1. **Пироп** — $\text{Mg}_3 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — темно-красный, розовато-красный.
2. **Альмандин** — $\text{Fe}_3 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — красный, буро-красный.
3. **Спессартин** — $\text{Mn}_2 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — темно-красный, оранжево-желтый, бурый.
4. **Гроссуляр** — $\text{Ca}_3 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — медово-желтый, бледно-зеленый, красный.
5. **Андрадит** — $\text{Ca}_3\text{Fe}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — желтый, зеленоватый, буро-красный, черный.
6. **Уваровит** — $\text{Ca}_3\text{Cr}_2 [\text{SiO}_4]_3$ — изумрудно-зеленый.

Черты не дают, твердость — 8; удельный вес — 3.5-4.25; блеск стеклянный, алмазный, редко жирный; спайность несовершенная или отсутствует; сингония кубическая. Встречаются в виде кристаллов и их сростков и сплошных зернистых масс.

Происхождение: 1. Главным образом метаморфическое, в результате процессов регионального метаморфизма. Встречается в кристаллических сланцах, гнейсах, мигматитах, эклогитах, а также в продуктах контактового метаморфизма — в скарнах. 2. Некоторые гранаты (пироп) имеют магматическое происхождение. Они встречаются в трубках взрыва в кимберлитах, а также в пегматитах. 3. Гранаты могут накапливаться в россыпях. Встречаются в России во многих скарновых месторождениях на Урале, в Забайкалье, метаморфических породах Кольского полуострова, в алмазоносных трубках Якутии и т.д.

Применение — главным образом в ювелирном деле; как абразивные материалы для полировки древесины твердых пород.

Сфен /титанит/ — $\text{CaTi} [\text{SiO}_4]\text{O}$; желтый, бурый; черта не характерна; блеск алмазный, редко жирный; твердость — 5-6; удельный вес — 3.3-3.7; спайность совершенная и несовершенная; моноклинная сингония. Встречается в виде клиновидных и кристаллических агрегатов. Генезис магматический, пегматитовый и метаморфический. Диагностируется по клиновидной форме кристаллов, блеску, часто цвету. Используется как сырье на титан.

Дистен /кианит/- $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$; голубой, синий различной интенсивности; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость - 4 по длине кристалла и 6.5 в перпендикулярном направлении; удельный вес - 3.7-3.8; совершенная спайность; триклинная сингония. Наблюдается в виде удлинённых и радиально расходящихся сростков кристаллов. Генезис метаморфический. Диагностируется по цвету и анизотропности, по твердости. Используется как высокоглиноземистое сырьё и в производстве огнеупорных материалов.

Астрофиллит— $(\text{K}_2\text{N}_2\text{Ca})(\text{Ce},\text{Mn},\text{Fe})_4(\text{T},\text{iZr})(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2$; цвет бронзовый, оранжевый, золотисто-желтый; черта не характерна; блеск стеклянный с перламутровым отливом; твердость – 3-3.5; удельный вес - 3.28-3.30; моноклинная и триклинная сингония. Характерны пластинчатые или игольчатые кристаллы и радиально-лучистые агрегаты. Генезис магматический или пегматитовый. Диагностируется по морфологии и цвету. Используется как поделочный камень.

Топаз— $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F},\text{OH})_2$; бесцветный, водяно-прозрачный, окрашен примесями в голубой и розовый оттенки; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость - 8; удельный вес - 3.52-3.57; ромбическая сингония. Встречается в виде призматических кристаллов. Генезис пегматитовый, гидротермальный, метаморфический - как результат гидротермального изменения, вмещающих магматическое тело пород. Диагностируется по твердости - входит в шкалу Мооса и морфологии. Используется как драгоценный минерал.

Цепочечные силикаты

В группу цепочечных силикатов входят пироксены, которые делятся на моноклинные и ромбические. К моноклинным пироксенам относят авгит, диопсид, эгирин, сподумен, жадеит и геденбергит. Энстатит и гиперстен относятся к ромбическим пироксенам.

Авгит — $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_2[(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6]$; черный, зеленовато-черный; черта светлая, зеленая; блеск стеклянный; твердость - 6.5; удельный вес - 3.3-3.6; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых и таблитчатых агрегатов или сплошных зернистых масс. Происхождение. 1. Магматическое, типичный минерал основных интрузивных и эффузивных пород. 2. Контактново-метаморфическое, в скарнах. Породы, содержащие авгит, обнаружены на поверхности Луны.

Применение — практического значения не имеет, но является важным породообразующим минералом.

Диопсид — $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; грязно-зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость - 5.5-6.0; удельный вес - 3.27-3.38; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых кристаллов и зернистых агрегатов.

Происхождение. 1. Магматическое, в ультраосновных и основных породах, в кимберлитах. 2. Контактново-метаморфическое, в скарнах в ассоциации с

эпидотом, гранатами, амфиболами, слюдой. В поверхностных условиях относительно устойчив. Распространен довольно широко в Прибайкалье, Якутии, Приморье, на Урале и Северном Кавказе. Одним из самых известных разрабатываемых месторождений в России является Слюдянка в Прибайкалье.

Применение — в ювелирном деле.

Эгирин - $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; зеленовато-черный, черный; черта светло-зеленая; блеск стеклянный; твердость - 5.5-6.0; удельный вес - 3.43-3.60; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде призматических кристаллов с вертикальной штриховкой и лучистых агрегатов. Генезис магматический и контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету, морфологии, часто встречается с нефелином.

Ленточные силикаты

Наиболее распространенными представителями ленточных силикатов является группа минералов, объединенных названием амфиболы. Общая формула радикала амфиболов — $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^6$, или более точно — $[\text{Si}_4\text{O}_n]2(\text{OH})_2^{14}$. Сдвоенные цепочки радикалов связаны между собой катионами металлов: Fe, Mg, Ca, Al, Na, реже Mn, K, Li, Ti. Амфиболы содержат анионы $(\text{OH})^-$. Для амфиболов характерен широкий изоморфизм элементов анионной и катионной группы.

Кристаллы амфиболов имеют вытянутый вплоть до игольчатого облик с псевдогексагональной формой поперечного сечения. Реже встречаются короткостолбчатые кристаллы. Цвет темный, темно-зеленый до черного. Амфиболы обладают совершенной спайностью по призме под углом 124 и 56°. Угол спайности является главным диагностическим признаком, позволяющим отличить амфиболы от других схожих минералов.

По происхождению амфиболы чаще магматические и метаморфические и являются главными породообразующими минералами этих пород. Доля амфиболов в составе земной коры достигает 8 %. Однако практическое значение их невелико. Они находят применение, главным образом, как жаро-, кислотно- и щелочеупорные материалы. Некоторые их разновидности (*нефрит*) используют в камнерезном деле.

Амфиболы делятся на *моноклинные* - тремолит, актинолит, роговая обманка, глаукофан, арфведсонит и *ромбические* – антофиллит.

Роговая обманка - $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$; зеленый, буро-зеленый до черного; черта зеленоватая или бурая; блеск стеклянный; твердость - 5.5-6.0; удельный вес - 3.1-3.3; спайность совершенная; сингония моноклинная. Встречается в виде мелких столбчатых кристаллов и их сростков. Генезис магматический и метаморфический. Диагностируется по цвету и облику кристаллов. Породообразующий минерал.

Актинолит - $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2[\text{OH}]_2]$; бутылочно-зеленый разных оттенков; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость - 5.5-6.0; удельный вес - 3.1-3.3; совершенная и несовершенная спайность; сингония моноклинная. Генезис магматический и метаморфический. Встречается в виде

тонко-лучистых, шестоватых, игольчатых кристаллических масс. Труден для диагностики.

Листовые силикаты.

Тальк – $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}][\text{OH}]_2$; бледно-зеленый, белый с желтоватым или буроватым оттенком; черта белая; блеск стеклянный с перламутровым оттенком; твердость - 1; удельный вес - 2.7-2.8; весьма совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде листоватых, чешуйчатых, часто плотных масс. Происхождение — в процессе гидротермального замещения богатых магнием ультраосновных пород, а также некоторых осадочных пород. Встречается в метаморфических породах (сланцах). Крупные месторождения в России на Урале (Шабровское и др.) и в Восточном Саяне (Онотское).

Применение — важнейшее сырье для производства керамики; в медицине (присыпки, пасты); в косметике (пудры, помада, грим); в бумажной, текстильной, резиновой промышленности. Применяется для изготовления огне- и светостойчивых красок.

Биотит – $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10}] [\text{OH},\text{F}]_2$ слюда; белая или зеленоватая; блеск стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом; твердость – 2-3; удельный вес - 3.02-3.12; весьма совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде сплошных пластинчатых масс, столбчатых и призматических кристаллов. Происхождение. 1. Магматическое. Широко распространен в гранитах и гранитных и щелочных пегматитах. 2. Метаморфическое. Слагает различные сланцы, гнейсы, роговики.

Применение — для извлечения рубидия и цезия.

Используется как наполнитель в тампонажные растворы.

Мусковит – $\text{KA}l_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ слюда; светлый, светло-зеленый, дымчатый; черта не характерна; блеск перламутровый; твердость – 2-3; удельный вес - 2.76-3.1; спайность весьма совершенная; сингония моноклинная. Встречается в виде листовато-чешуйчатых масс, таблитчатых и столбчатых кристаллов. Происхождение. 1. Магматическое, в кислых породах, пегматитах. Мусковит — типичный минерал грейзенов. 2. Гидротермальное, особенно характерное для образования серицита. 3. Метаморфическое, в сланцах. Крупные месторождения мусковита в России известны в Иркутской области в бассейнах рек Мама и Чуя, в Карелии, на Кольском полуострове, в Восточном Саяне (Бирюсинское).

Применение — в электропромышленности, радиотехнике, приборостроении, где используются диэлектрические свойства мусковита; как жароупорный материал; для производства смазочных материалов, лощеной бумаги и автомобильных шин. В геологической науке применяется для определения абсолютного возраста калий-аргоновым и рубидий-стронциевым методами. На Руси крупные прозрачные листы мусковита издавна использовались для застекления окон.

Серпентин – $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$; темно-зеленый, бутылочно-зеленый; черта белая, зеленоватая; блеск стеклянный и жирный; твердость - 2.5-3.0; удельный вес - 2.5-2.7; спайность совершенная; сингония моноклиная. Встречается в виде плотных, волокнистых и мелкозернистых масс. Тонковолокнистая разновидность серпентина называется хризотил-асбест; Происхождение — главным образом в результате гидротермального изменения оливина и пироксенов, может образовываться в корях выветривания ультраосновных пород. В России крупные месторождения известны на Урале и в Сибири.

Применение — для производства жаро- и кислотоупорных материалов; как поделочный камень.

Флогопит - $\text{KMg}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}][\text{F},\text{OH}]_2$ слюда; светлый с зеленоватым оттенком; черта не характерна; блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый; твердость – 2-3; удельный вес - 2.7-2.85; спайность весьма совершенная; сингония моноклиная. Встречается чаще в виде листоватых и чешуйчатых агрегатов. Генезис контактово-метасоматический и пегматитовый. Трудно отличим от других слюд. Используется в электропромышленности и как наполнитель в тампонажные растворы для изоляции зон поглощений промывочной жидкости при бурении скважин.

Каркасные силикаты

В основе структуры каркасных алюмосиликатов лежит непрерывный каркас из связанных между собой алюмо- $[\text{AlO}_4]^{5-}$ и кремнекислородных тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$, в котором все ионы кислорода общие. Каркасные алюмосиликаты — важнейшие порообразующие минералы, они составляют около 60 % массы земной коры. Большинство из них образуется в результате магматических и метаморфических, в меньшей степени гидротермальных процессов минералообразования. В поверхностных условиях каркасные алюмосиликаты разлагаются, гидратируются с образованием слюд, гидрослюд и глинистых минералов. По составу могут быть разделены на три группы: *полевые шпаты, фельдшпатида и цеолиты*.

1. Полевые шпаты являются наиболее распространенными порообразующими минералами. На их долю приходится более 50 % массы земной коры. Они являются обязательной составной частью большинства магматических и метаморфических пород. По составу полевые шпаты разделяют на две большие группы: калий-натриевые полевые шпаты, КНШ, или просто калиевые полевые шпаты, и натрий-кальциевые полевые шпаты, или плагноклазы.

Свойства всех полевых шпатов очень близки. Выделяются они в виде хорошо образованных таблитчатых кристаллов, слагают кристаллические агрегаты различной зернистости. Окраска большинства их светлая. Полевые шпаты обладают совершенной и средней спайностью в двух направлениях. Твердость колеблется в пределах 5-6.

Калий-натриевые полевые шпаты

Ортоклаз - K [AlSi₃O₈]; светло-розовый, буровато-желтый, красновато-белый; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 6-6.5; удельный вес - 2.5-2.62; совершенная спайность по двум направлениям под прямым углом; моноклинная сингония. Встречается в виде призматических кристаллов и сплошных кристаллических масс. Генезис магматический и пегматитовый. Диагностируется по спайности, высокой твердости - входит в шкалу Мооса. Используется в стекольной и керамической промышленности.

Микроклин - K [AlSi₃O₈]; белый, серый, коричневый, зеленый; черта светлая; блеск перламутровый; твердость - 6.0-6.5; удельный вес - 2.54-2.57; совершенная спайность под почти прямым углом; триклинная сингония. Встречается в виде крупнокристаллических агрегатов и кристаллов. Генезис магматический и пегматитовый. Разновидности: зеленый микроклин – амазонит (амазонский камень). Срастание кварца с микроклином получило название - "еврейского" камня. Трудно отличим от ортоклаза. Используется в стекольной и керамической промышленности, как поделочный камень и для облицовки зданий.

Натрий-кальциевые полевые шпаты (плагиоклазы).

Плагиоклазы — минералы, алюмосиликаты переменного состава от альбита NaAlSi₃O₈ до анортита CaAl₂Si₂O₈. От калиевых полевых шпатов отличаются отсутствием в их составе калия. Среди плагиоклазов выделяют шесть минералов: альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит. Наиболее распространены кислые плагиоклазы.

Альбит – Na [AlSi₃O₈]; белый, голубовато-белый; черта белая; твердость -6; удельный вес - 2.62-2.65; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 86°; триклинная сингония. Встречается в виде таблитчатых кристаллов и сплошных масс. Генезис магматический, пегматитовый, гидротермальный и метаморфический. Диагностируется по спайности, часто трудно отличим от других полевых шпатов. Используется как керамическое сырье.

Лабрадор - серый, обладает голубовато-зеленоватой иризацией (синие очи); черта не характерна; блеск - 6; удельный вес - 2.7-2.72; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 86°; триклинная сингония. Встречается в виде таблитчатых кристаллов с заметной штриховкой на плоскостях спайности. Генезис магматический. Диагностируется по иризации, спайности и внешнему облику. Используется как поделочный камень и для облицовки зданий.

Анортит – Ca [Al₂ Si₂O₈]; белый, голубоватый, желтоватый; черта белая; твердость -6.0-6.5; удельный вес - 2.7; совершенная спайность в двух направлениях; сингония триклинная; таблитчатые кристаллы редки, чаще в виде сплошных кристаллических масс. Генезис в основном, магматический. Диагностируется по спайности, часто трудно отличим от других шпатов.

Олигоклаз - кислый плагиоклаз; обычно белый, серый с характерным нежно-синеватым отливом на плоскостях спайности; черта не характерна;

блеск стеклянный; твердость - 6; удельный вес - 2.7; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 86°; сингония триклинная. Встречается чаще в виде сплошных кристаллических масс. Диагностируется по нежно-синему отливу (лунный камень) и спайности. Используется как поделочный камень.

2.Фельдшпатоиды (от нем. *feldshpat* — полевой шпат и от греч. *oid* — подобный, т. е. подобные полевым шпатам) — это каркасные алюмосиликаты, близкие по составу к полевым шпатам, но отличающиеся от них пониженным содержанием кремнезема и повышенным содержанием щелочей. Фельдшпатоиды кристаллизуются вместо полевых шпатов в магматических породах повышенной щелочности. Кроме того, они могут образовываться при метасоматических изменениях и в результате процессов регионального метаморфизма. Под действием гидротермальных растворов фельдшпатоиды разлагаются с образованием слюд и глинистых минералов. В поверхностных условиях они разрушаются с образованием каолинита.

Нефелин - $\text{Na} [\text{AlSiO}_4]$; бесцветный, серовато-зеленый, зеленый; черты не дает; блеск стеклянный и жирный; твердость - 6; удельный вес - 2.7; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде сплошных масс и вкрапленников. Генезис магматический; диагностируется по блеску, жирности на ощупь и несовершенной спайности; часто встречается с эгирином, полевыми шпатами и не встречается с кварцем. Породы, богатые нефелином и редкоземельными элементами, известны на Урале (Ильменские и Вишневые горы). Нефелин вместе с апатитом встречается на Кольском полуострове в Хибинах. Крупное месторождение расположено в Кузнецком Алатау (Белогорское).

Применяется как комплексное сырье для извлечения алюминия, изготовления соды, высококачественного цемента. Попутно могут извлекаться редкие щелочные металлы и галлий.

Используется в стекольной и керамической промышленности.

3.Цеолиты. Название произошло от греческого *ceo* — вскипать и *lithos* — камень из-за способности этих минералов вспучиваться при нагревании. К цеолитам относятся каркасные алюмосиликаты, обладающие объемными и сообщающимися между собой полостями, занятыми крупными ионами Ca , Na , K , Sr , Ba и молекулами воды.

Всего к семейству цеолитов относят около 40 минералов, 1/3 которых широко распространена. Наиболее распространены *гейландит*, *клиноптилолит*, *морденит*, *шабазит* и др. Они способны отдавать и снова присоединять воду без разрушения их структуры. Вода цеолитов с повышением температуры выделяется постепенно, а обезвоженные (дегидратированные) цеолиты могут адсорбировать молекулы других веществ — NH_4 , NO_2 , H_2S , углеводородов, спиртов, металлоорганических соединений. На этом свойстве основано использование цеолитов для осушения газов, разделения нефтехимических продуктов, в качестве фильтров для очистки питьевых и сточных вод и т.д.

Цеолиты образуют прекрасные кристаллы, форма которых определяется особенностями структуры. Они также могут слагать сплошные агрегаты разной степени зернистости.

Цвет-обычно бесцветные или белого цвета. Блеск стеклянный, иногда перламутровый. Твердость невысокая, колеблется в интервале 3,5 — 5,5.

На земной поверхности цеолиты неустойчивы и переходят в хлорит и глинистые минералы.

Происхождение цеолитов гидротермальное, нередко встречаются в ассоциации с кальцитом, доломитом, гидрослюдами и кварцем. Часто заполняют миндалевидные пустоты и образуют прожилки в вулканических породах (базальтах). Месторождения имеются на юго-западе Татарстана.

Кольцевые силикаты

Не образуют горные породы.

Берилл – $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$; зеленовато-белый, желто-зеленый, голубой и зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость - 7.5-8.0; удельный вес - 2.6-2.9; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде удлинённых и призматических кристаллов и их сростков. Генезис пегматитовый. Диагностируется по облику кристаллов и высокой твердости. Используется как драгоценный минерал и источник бериллия. Драгоценные разновидности- *изумруд и аквамарин*.

Эвдиалит – $\text{Na}_4\text{Ca}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$; розовый, красный разных оттенков; блеск стеклянный; твердость – 5-5.5; удельный вес - 2.8-3.0; спайность совершенная; сингония тригональная. Встречается в виде толстотаблитчатых, пластинчатых, призматических кристаллов и сплошных масс. Генезис магматический и пегматитовый. Диагностируется по цвету. Используется как источник циркония.

Турмалин – $(\text{Na}_1\text{Ca})(\text{Li}, \text{Mg}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})_6(\text{OH})_4[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$; цвет черный, розовый, темно-зеленый, темно-синий; черта не характерна; блеск стеклянный, матовый; твердость - 7.0-7.5; удельный вес - 2.9-3.2; сингония тригональная. Встречается в виде столбчатых и коротко-призматических кристаллов с вертикальной штриховкой, шестоватых и лучистых агрегатов. Генезис пегматитовый и гидротермальный. Диагностируется по облику кристаллов с вертикальной штриховкой. Используется как поделочный материал и драгоценный камень.

Тема 2. Основные группы магматических, осадочных и метаморфических пород.

2.1 Общая характеристика горных пород

Горные породы – это природные ассоциации минералов, возникающие в земной коре и на ее поверхности в результате экзогенных и эндогенных геологических процессов. Горные породы состоят из минералов. Если горная порода состоит из одного минерала, ее называют мономинеральной, например мрамор. Горные породы, состоящие из нескольких минералов, называются полиминеральными, например, гранит. Горные породы характеризуются

определенным минеральным составом, структурой, текстурой, формой залегания в земной коре и генезисом.

Структура горной породы - это особенности ее внутреннего строения, связанная с размером и форм зерен и обломков, степенью кристалличности.

Текстура горных пород - это особенность ее внешнего строения, связанная с размещением и ориентировкой в пространстве минеральных зерен.

Форма залегания - это объемное геологическое тело, которое образует горная порода в земной коре.

Минеральный состав - зависит от условий и способа образования.

Генезис - это происхождение горных пород. По генезису горные породы бывают *магматические, осадочные и метаморфические*.

2.2 Магматические горные породы

Магма - это вещество Земли в расплавленном жидком состоянии. Она образуется в Земной коре и верхней мантии в интервалах глубин 30-400 км.

По составу - это силикатный расплав содержащий в растворенном виде летучие компоненты (пары воды и газы). Эти компоненты уменьшают вязкость магмы и придают ей подвижность.

Из магматического очага магма движется к поверхности Земли. При этом ее внутреннее давление и температура понижаются, начинается процесс кристаллизации и переход из жидкого в твердое состояние. Образуются магматические горные породы. Это общая схема магматического процесса. В свою очередь в нем выделяют два типа:

I. Интрузивный магматизм - процесс внедрения магмы в вышележащие толщи и ее кристаллизация в земной коре не достигая поверхности на разных глубинах. Для этого процесса характерно медленное снижение температуры и давления, кристаллизация в замкнутом пространстве. Магматические породы состоят из полностью раскристаллизованных зернистых агрегатов породообразующих минералов. Такие магматические породы называются *интрузивными*.

По глубине застывания они делятся на абиссальные и гипабиссальные.

Абиссальные (от греч. «абиссос»- бездонный) породы формируются на больших глубинах, в условиях длительно сохраняющихся высоких температур и давлений и характеризуются полной раскристаллизацией магматического расплава.

Гипабиссальные горные породы, затвердившие на средних и небольших глубинах, могут образовать как полно-, так и неполнокристаллические породы.

II. Эффузивный магматизм или вулканизм - процесс проникновения магмы в земную кору и выход ее в жидком расплавленном состоянии на поверхность Земли. При этом происходит резкое снижение температуры и давления в расплаве и от него отделяются растворенные газы. И уже такой расплав называют лавой. При резком снижении температуры и давления происходит быстрое остывание лавы и переход ее в твердое состояние. При этом

кристаллизоваться успевают немногие минералы и образуются породы неполнокристаллические- *эффузивные* .

2.3 Структура и текстура магматических пород

Формирование структуры и текстуры магматических пород обусловлено физическими условиями затвердевания магмы и зависит от температуры, скорости затвердевания, глубины формирования.

Структура магматических пород характеризуется по степени кристалличности вещества, относительному и абсолютному размеру зерен.

По степени кристаллизации выделяют следующие структуры.

1. *Полнокристаллические*, когда все вещество раскристаллизовано в агрегат минералов. Такая структура характерна для абиссальных и гипабиссальных пород (гранит, диабаз и др.).

2. *Неполнокристаллические*, когда часть расплава образовала минеральные зерна, а другая часть затвердела в виде вулканического стекла. Характерна для эффузивных пород (андезит, трахитовый порфир и др.).

3. *Стекловатые*, когда вся порода представлена вулканическим стеклом (базальт, обсидиан).

По относительному размеру минеральных зерен выделяются структуры:

Равномернозернистые- структуры кристалла имеют примерно одинаковые размеры. В зависимости от размеров кристаллов они могут быть:

1. Крупнозернистые- размер зерен более 5 мм.
2. Среднезернистые- 5-3 мм.
3. Мелкозернистые- 3-1 мм.
4. Афанитовые (скрытокристаллические)- менее 1 мм.

Эти структуры характерны для абиссальных пород.

Неравномернозернистые-структура характеризуется неравномерным расположением минеральных масс в породе. Различают следующие структуры:

1. Порфировидная - крупные кристаллы располагаются среди основной массы кристаллов незначительных размеров(диабаз и др.).

2. Пегматитовая - зерна одного минерала правильно ориентированы в теле кристалла другого минерала, при этом кристаллы обоих минералов взаимно прорастают друг в друга (пегматит и др.).

Эти структуры характерны для гипабиссальных пород.

Текстура магматических пород имеет несколько типов. Различают следующие структуры:

Массивная текстура характеризуется тем, что в любой части породы зерна минералов распределены равномерно. Характерна для интрузивных пород (гранит).

Полосчатая текстура сложена чередующимися полосами различного состава.

Пятнистая текстура обусловлена пятнистым распределением различных минеральных масс в породе (риолит).

Пузырчатая текстура возникает в лавах (базальт).

Флюидальная текстура образуется в результате течения застывающей лавы. Характерна для эффузивных пород.

Миндалевидная текстура возникает при заполнении пустот вторичными минералами. Характерна для эффузивных пород.

2.4 Формы залегания магматических пород

Формы залегания абиссальных пород



Батолиты - огромные тела в десятки и сотни тысяч км с глубоко уходящими корнями, сложенные обычно породами гранитоидного ряда. Их часто называют массивами или плутонами.

Формы залегания гипабиссальных пород

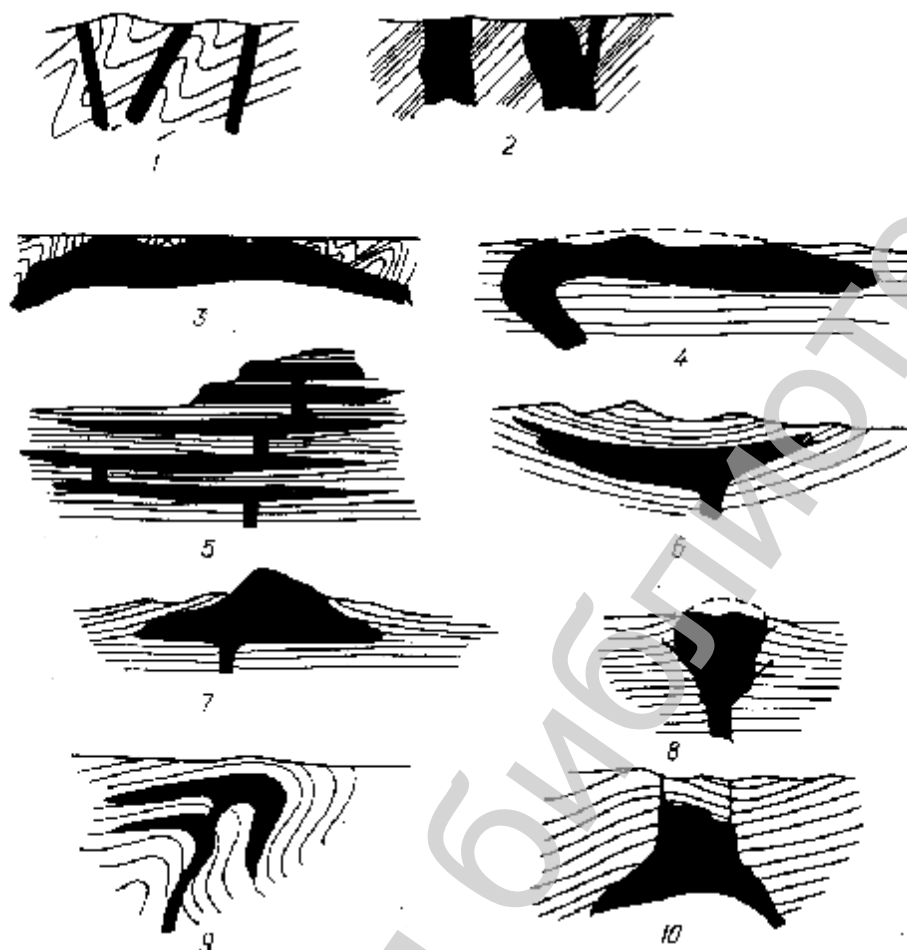
Лакколиты- караванеобразные тела с плоским основанием и куполообразной кровлей. Залегают обычно в антиклинальных зонах. Пример: Аю-Даг (7).

Лополиты- чашеобразные тела обычно крупных размеров, образующиеся при прогибании нижележащих слоев пород под тяжестью большого количества внедрившейся магмы. Пример: Бушвельдский лополит (Африка) имеет размеры 480x300 км (6).

Силлы - пластовые залежи, характерные для маловязких лав основного состава. Пример: Сибирские траппы (5).

Дайки - плитообразные вертикальные или крутопадающие тела, имеющие относительно небольшую мощность при большой протяженности по простиранию и падению. Встречаются дайки шириной 5-10 км, а длиной до 500км. («Большая дайка», Родезия, Южная Африка) (1).

Штоки - интрузивные тела, приближающиеся к цилиндрической форме, с круто подающими контактами. Площадь выхода на дневную поверхность обычно не превышает 100 км.кв (2).



1 - дайки, 2 - штоки, 3 - батолит, 4 - гарполит, 5 - многоярусные силлы, 6 - лополит, 7 - лакколит, 8 - магматический диапир, 9 - факолит, 10 – бисмалит.

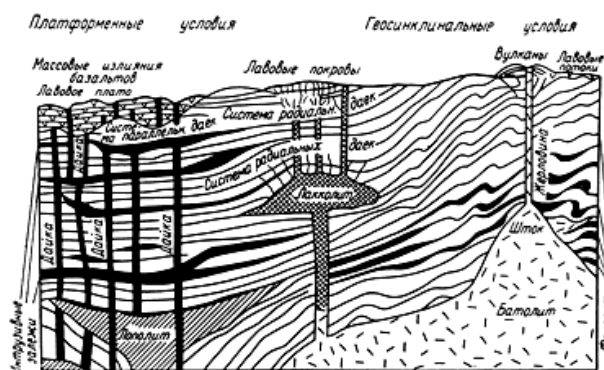


Некки (англ. песк-шея) - это жерловины, подводющие каналы вулканов. Примером является знаменитая Башня Дьявола в предгорьях Скалистых Гор (США).

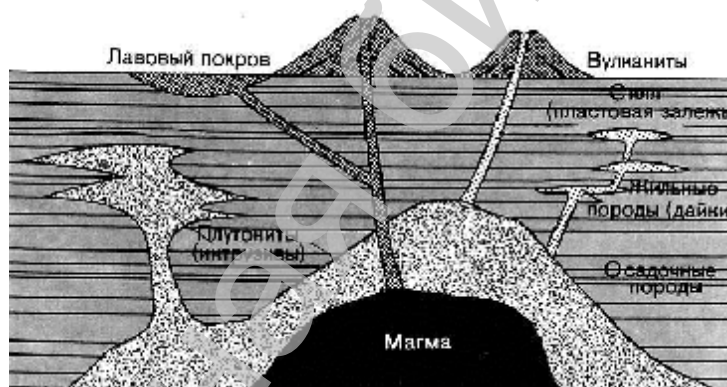
Формы залегания эффузивных горных пород



Потоки - узкие длинные тела, образованные застывшей лавой. Они типичны для жерлового излияния. Характерны для камчатских, гавайских вулканов и Везувия. Лавы андезитовые, среднего состава.

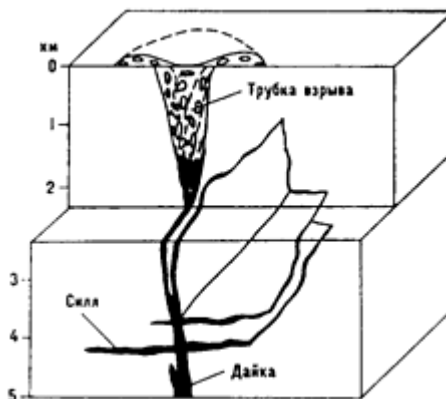


Покровы - образуются при трещинных излияниях лавы. Они занимают часто очень большие площади. В XIX-м веке в Исландии за неделю была покрыта площадь в 570 км. Сибирские траппы (Р-Т возраста) занимают площадь в 1,5 млн.км. Покровы образуют базальтовые (жидкие) лавы.



Купола и иглы - образуются в результате выжимания вязкой кислой лавы. Так, купол вулкана Безымянного на Камчатке, появившийся в 1956 году, до сего времени продолжает расти.

Классическим примером иглы является знаменитый пик Мон-Пеле на Мартинике (из архипелага Малых Антильских островов) высотой 375м при диаметре 100м



Диатремы (трубки взрыва) возникают в результате взрывов вулканических газов при большом давлении и высокой температуре. При этом лава (как правило, ультраосновная) и брекчия вмещающих пород заполняют трубку. Пример таких пород - кимберлит.

2.5 Классификация магматических пород по химическому составу

Химический состав магматических пород вне зависимости от условий их образования показывает количественные соотношения химических элементов, входящих в состав пород.

Как интрузивные, так и излившиеся магматические породы могут возникнуть из магмы одного и того же химического состава, поэтому почти каждая интрузивная магматическая порода имеет излившийся аналог, схожий с ней по химическому составу, но минеральный состав пород при этом может быть разным. Эти различия связаны с условиями формирования пород.

Химический состав магматических пород принято представлять в виде процентного содержания главных петрогенных (образующих породы) оксидов, таких, как SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , TiO_2 , CaO , Na_2O , K_2O и H_2O . Сумма этих оксидов составляет около 98 % массы всех магматических пород. Наиболее часто встречаются классификации, основанные на содержании кремнезема (SiO_2) и (или) суммы оксидов щелочных металлов ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). Кремнезем преобладает среди главных оксидов. Он присутствует во всех магматических породах, слагая от 30 до 78 % их массы.

По содержанию кремнезема (SiO_2) магматические породы подразделяются на четыре группы :

- кислые - более 64 % SiO_2
- средние - от 64 до 53 % SiO_2
- основные - 53 до 45 % SiO_2
- ультраосновные- менее 45 % SiO_2

Эти породы отличаются и по внешнему виду. Кислые и средние породы - обычно *пестрые* (гранит) или *светлые* (диорит). Основные и ультраосновные породы - *черные* (дунит) или *темно – зеленые* (пироксенит).

В земной коре среди магматических пород около 70 % составляют основные породы, а кислые и средние вместе - около 30 %. На ультраосновные породы приходится незначительная доля.

В таблице 2 приводится классификация магматических пород по степени кислотности.

По суммарному содержанию оксидов щелочных металлов ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) внутри группы кислых, средних, основных и ультраосновных пород выделяют ряды пород нормальной щелочности (низкощелочных), умеренно-щелочных (субщелочных) и щелочных пород. Субщелочные и щелочные породы встречаются относительно редко; они богаты калием и натрием, а породы нормальной щелочности, преобладающие в составе магматических пород, — кальцием или магнием.

Породы нормальной щелочности (щелочноземельные)

Ультраосновные породы и пироксениты. В земной коре ультраосновные породы (*ультрабазиты, гипербазиты*), или *ультрамафиты*, распространены незначительно. Их суммарное количество не превышает в среднем 1 % от объема коры. Они почти полностью состоят из богатых магнием и железом мафических минералов — оливина, пироксенов и некоторых других цветных минералов. Светлых породообразующих минералов (полевых шпатов) в них практически нет. Эти породы черные или темно-зеленые. Преобладают глубинные полнокристаллические породы. Объем вулканических аналогов незначителен.

К глубинным полнокристаллическим ультрамафитам ряда пород нормальной щелочности относятся дуниты, перидотиты и пироксениты.

Породы основного состава. Основные магматические породы, или *базиты*, — породы с содержанием кремнезема от 43 до 53 %. Они являются самыми распространенными магматическими породами земной коры. Главные породообразующие минералы основных пород пироксены (10 — 65%) и основные плагиоклазы (35 — 65 %), к которым могут добавляться оливин, иногда роговая обманка и биотит. Большое количество цветных минералов придает породам темную окраску, на фоне которой выделяются светлые кристаллы плагиоклазов. Появление среди главных минералов плагиоклаза отличает основные породы от ультраосновных.

Основные магматические породы по условиям образования подразделяются на породы плутонические (интрузивные) и вулканические. К плутоническим глубинным породам относится габбро, а малоглубинным жильным — долериты. Вулканические аналоги пород основного состава — базальты, представлены шире, чем плутонические.

Породы среднего состава. Для средних магматических пород характерно достаточно высокое содержание SiO_2 от 53 до 64%. Породы этой группы располагаются между основными бескварцевыми и кислыми кварцсодержащими породами, что находит отражение в особенностях их химического и минерального составов. Средние породы характеризуются большим по сравнению с основными породами содержанием светлых минералов. Такое соотношение минералов определяет светло-серую или серую окраску этих пород. Светлые минералы представлены плагиоклазами, а иногда и свободным кварцем. Типичными темными минералами являются роговая обманка, пироксены и биотит, редко в небольших количествах может присутствовать оливин. В группе пород среднего состава меньше распространены интрузивные породы (диориты, кварцевые диориты и др.). Вулканические разновидности (андезиты и др.) встречаются чаще.

Породы кислого состава. Кислые магматические породы пересыщены кремнеземом ($\text{SiO}_2 > 64 \%$). Для них характерен кварц (от 15 до 45 %). В состав кислых пород также входят полевые шпаты (40 — 85%), преимущественно калиево-натриевые, и небольшое количество (3 — 25 %) цветных минералов из группы слюд, амфиболов или изредка пироксенов. Присутствие полевых

шпатов, имеющих белый, серый, желтоватый, зеленоватый, кремовый цвета различных оттенков, обуславливает светлую окраску кислых магматических пород. В этой группе наиболее широко развиты интрузивные породы *граниты* и близкие к ним по химическому и минеральному составу *гранодиориты*, *плагิโอграниты*, *лейкограниты* и др. Но наибольшим распространением, не только среди кислых, но и всех магматических пород, пользуются граниты. Излившимся аналогом гранитов являются *риолиты* (*липариты*), а гранодиоритов — *дациты*.

Умеренно-щелочные (субщелочные) и щелочные породы

Во всех рассмотренных группах магматических пород, различающихся по кислотности, помимо ряда пород нормальной щелочности выделяют ряды пород умеренной и повышенной щелочности (субщелочные и щелочные породы). Критерием для такого разделения служит содержание в горных породах суммы оксидов щелочных металлов ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), пределы колебаний которой принимаются разными для различных групп пород, т.е. варьируют в зависимости от содержания SiO_2 .

В целом породы умеренной щелочности содержат большое количество щелочных калиево-натриевых полевых шпатов (ортоклаз, микроклин и др.) и цветных минералов, богатых титаном. В щелочных породах среди главных породообразующих минералов появляются фельдшпатоиды (в основном нефелин) и цветные минералы из групп пироксенов и амфиболов с высоким содержанием натрия.

К числу наиболее распространенных пород умеренно-щелочного и щелочного ряда относятся сиениты и их излившиеся аналоги трахиты, а также нефелиновые сиениты. По содержанию кремнезема (52 — 64 %) все они относятся к группе средних пород.

Вулканические породы непостоянного химического состава

При излиянии перегретой лавы на земную поверхность, а особенно на дно моря, она резко охлаждается, теряет летучие компоненты и быстро застывает. Из-за быстрого остывания лава не успевает раскристаллизоваться и затвердевает в виде аморфного вещества — **вулканического стекла** — с полным отсутствием или незначительным количеством кристаллов. Вулканическое стекло — обычная составляющая структур основной массы излившихся магматических пород. Известны вулканические стекла основного и среднего состава, но чаще всего в природе встречаются вулканические стекла богатых кремнеземом, наиболее вязких кислых (риолитовых) лав — обсидианы, перлиты, пемзы.

Вулканогенные обломочные (пирокластические) породы

В ходе взрывного извержения большинства континентальных вулканов в атмосферу выбрасывается огромное количество обломков. Взрывные газовые

выбросы захватывают, разбрызгивают и распыляют жидкую лаву, разрушают материал вулканических построек. Раскаленные сгустки твердеющей лавы различной величины и формы остывают во время полета и вместе с обломками пород падают на землю, образуя огромные массы рыхлых твердых продуктов извержения — *пирокластического материала*.

Обычно значительная часть рыхлого пирокластического материала размывается и уносится поверхностными водами. Сохранившаяся часть со временем уплотняется, гидрохимически цементируется и превращается в крепкие породы — **вулканические туфы**. Они сложены из отдельных обломков вулканического материала, промежутки между которыми чаще всего заполнены тонким вулканическим пеплом, реже глинистым или кремнистым осадочным веществом (цемент).

2.6 Описание распространенных магматических пород.

Интрузивные породы

Гранит — глубинная кислая порода полнокристаллического строения. Породообразующими минералами являются кварц, полевые шпаты, плагиоклаз, биотит, мусковит, роговая обманка, реже пироксены.

Полнокристаллические структуры гранитов могут быть равно- и неравнокристаллическими. Среди равнокристаллических структур развиты разности от мелко- до крупнокристаллических.

Преобладающей текстурой гранитов является массивная, реже встречаются флюидальная и пятнистая. Цвет гранитов- светло-серый, розовато-серый, красный. Используется как поделочный камень, для облицовки зданий, оформления памятников и т.д.

Гранит рапакиви- отличается крупными, в 5-10 см, округлыми выделениями (овоиды) красного каликатрового полевого шпата с каймой серого плагиоклаза. Используется в оформлении городов.

Гранит-порфир-по составу отвечает гранитам. Структура гранит порфиров может быть порфировой или полно-, неравнокристаллической.

Гранодиориты-глубинная кислая порода с пониженной кислотностью, занимающая промежуточное положение между гранитами и диоритами. Среди минералов преобладает плагиоклаз. Присутствуют также кварц, калиевый полевой шпат и цветные силикаты. Цвет серый. Структура полнокристаллическая, среди которых развиты равно- и неравнокристаллические. По размеру зерен встречаются все разновидности от мелко- до крупнокристаллических. Текстура обычно массивная, реже пятнистая.

Пегматит (письменный гранит) отличается от гранитов крупно-или гигантозернистой структурой и наличием ориентированных вростков кварца в калиевом полево шпате (пегматитовая структура). Текстура породы массивная.

Диорит-глубинная порода полнокристаллического строения. Породообразующими минералами являются плагиоклаз, по составу

варьирующий от среднего (андезин) до основного (лабродор) и темноцветные силикаты, среди которых преобладает роговая обманка. Цвет диорита серый разных тонов в зависимости от количества темноцветных минералов. Полнокристаллическая структура может быть от мелко- до крупнокристаллической, текстура массивная, реже пятнистая.

Сиенит-глубинная полнокристаллическая порода. Главными минералами являются калинатровый полевой шпат, плагиоклаз и железисто-магнезиальные силикаты (пироксены, роговая обманка, биотит). Сиениты имеют серый, розовый или красный цвет. Полнокристаллическая структура может быть равно- и неравнокристаллической. Часто встречаются крупнокристаллические и порфировидные разновидности. Текстура сиенитов чаще массивная, нередко флюидальная.

Отличается от гранита малым содержанием в составе минерала кварца (меньше блеска). При возрастании доли кварца переходит в *гранодиорит* и затем в *гранит*.

Используется как облицовочный и скульптурный камень. Из сиенита построены египетские пирамиды. Название происходит от Сиена, греч. названия современного Ассуана.

Нефелиновый сиенит-глубинные полнокристаллические породы, главными минералами которого являются нефелин, калинатровый полевой шпат, иногда кислый плагиоклаз и щелочные пироксены и амфиболы. Структура часто крупно- неравнокристаллическая и порфировидная. Текстура массивная, иногда флюидальная. Цвет серый, зелено-серый, серовато красный.

Габбро- глубинная полнокристаллическая порода. Главными минералами являются основной плагиоклаз и пироксены. Цвет габбро от серого до темно-серого и черного. Структура обычно равно- и крупнокристаллическая. Текстура массивная, иногда пятнистая.

Пироксенит-глубинная полнокристаллическая порода. Главными породообразующими минералами являются пироксены. Имеются также плагиоклаз, роговая обманка. Эти минералы не превышают 10 %. Если количество роговой обманки увеличивается до 50-100% , порода называется **горнблендит**. Цвет пироксенитов и горнблендитов черный или темно-зеленый. Текстура обычно массивная. Структура нередко неравнокристаллическая.

Дунит-глубинная полнокристаллическая порода. На 90-100 % состоит из оливина. В небольших количествах могут присутствовать магнетит и другие рудные минералы. Цвет дунитов черный и темно-серый с зеленоватым оттенком. Структура равно-, мелко- и среднекристаллическая. Текстура массивная.

Перидотит-глубинная полнокристаллическая порода. В составе перидотитов присутствуют оливин, пироксены и роговая обманка, разные соотношения которых определяют выделение разновидностей перидотитов. Цвет породы черный и темно-серый с зеленым оттенком. Структура равно-и неравнокристаллическая, от мелко-до крупнокристаллической. Текстура массивная.

Таблица 2

Классификация магматических горных пород

Условия образования	Характерные		Породы нормального (низкощелочного) ряда				
	структуры	текстуры	кислые	средние	основные	ультраосновные	
Интрузивные	Крупно-и среднекристаллическая Порфировидная	Плотная массивная	Гранит	Диорит	Габбро	Ультрамафиты	
						Пироксенит	Перидотит Дунит
Эффузивные	Скрытокристаллическая Порфировая Афировая Стекловатая	Плотная Пористая Флюидалная Миндалекаменная	Риолит	Андезит	Базальт	Пикриты	
Преобладающие цвета пород			Светлые	Серые	Черные	Темно-зеленые или черные	
Основной минеральный состав			С полевыми шпатами			Без полевых пшатов	
Светлые минералы			Кварц 25-40% КПШ 20-35% Кислый плагиоклаз 25-35%	Средние плагиоклазы 60-80%	Основные плагиоклазы 35-65%	Светлые минералы отсутствуют	
Цветные минералы			Биотит 3-10%	Роговая обманка 0-40% Пироксен 5-20%	Пироксен 35-65% (иногда оливин, роговая обманка)	Пироксен 50-100% Оливин 0-30% Роговая обманка 0-50%	Оливин 30-90% Пироксен 10-60% Роговая обманка < 10%
							Оливин 90-100% Пироксен 0-10% Роговая обманка 0-10%

2.7 Эффузивные породы

Риолит (липарит)- излившийся аналог гранитов может иметь неполнокристаллическую порфировую или афировую (без вкрапленников) и стекловатую структуры. В риолитах с порфировой структурой вкрапленники представлены кислым плагиоклазом, калиевым полевым шпатом и кварцем. Текстура риолитов массивная, флюидальная, реже пористая. Цвет чаще светло-серый

Дацит- излившийся аналог гранодиоритов имеет неполнокристаллическую афировую, чаще порфировую структуры. Вкрапленники представлены средним плагиоклазом, пироксеном, роговой обманкой, биотитом, иногда кварцем. Основная масса состоит из вулканического стекла. Текстура дацитов массивная или флюидално-полосчатая, реже пористая. Цвет серый разных оттенков.

Обсидиан-имеет стекловатую структуру и массивную текстуру. Характерен раковистый излом и смоляной блеск. Цвет темный до черного.

Пемза-имеет пористую или пенистую текстуру. Цвет белый, серый, желтый, черный. Образуется при быстром застывании кислых лав, насыщенных парами газами.

Андезит-порода среднего состава, порфировой иногда афировой структуры. Вкрапленники представлены плагиоклазами, роговой обманкой, реже пироксеном. Цвет серый или темно-серый, нередко с зеленоватым оттенком. Текстура массивная, нередко флюидальная, иногда пористая.

Трахит излившийся аналог сиенитов. Структура порфировая или афировая. В порфировой структуре в вкрапленниках присутствуют полевые шпаты, реже темноцветные минералы. Цвет серый, розовый. Текстура чаще мелкопористая, иногда флюидальная.

Базальт-излившийся аналог габбро неполнокристаллической афировой или порфировой структуры. Вкрапленники в порфировых структурах представлены основным плагиоклазом, реже пироксеном, оливином, иногда роговой обманкой. Цвет базальтов темно-серый до черного, нередко с зеленоватым оттенком. Текстура часто пористая, но также может быть массивной, миндалекаменной и флюидальной.

Кварцевый порфир – кислая порода обладающая порфировой структурой и плотной текстурой. Цвет серовато- или розовато-белый. В вкрапленниках-зерна кварца, реже полевого шпата.

2.8 Осадочные горные породы

Осадочными горными породами называются породы, существующие в термодинамических условиях, характерных для поверхностной части земной коры и образующиеся в результате переотложения продуктов выветривания и разрушения различных горных пород, химического и механического выпадения осадка из воды, жизнедеятельности организмов или всех трех процессов одновременно.

Более трёх четвертей площади материков покрыто осадочными породами, поэтому с ними наиболее часто приходится иметь дело при геологических работах. Кроме того, с осадочными породами связана подавляющая часть разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, в том числе нефти и газа. В них хорошо сохранились остатки вымерших организмов, по которым можно проследить историю развития Земли.

Изучением осадочных горных пород занимается наука *литология*.

По способу образования осадочные породы делятся на следующие группы.

1 *Обломочные породы*, состоящие из обломков механического разрушения исходных горных пород.

2. *Глинистые породы*, состоящие из продуктов механического и химического разрушения горных пород.

3. *Хемогенные породы*, образованные путем химических реакций, выпадения солей из растворов.

4. *Органогенные или биогенные*, образованные благодаря деятельности живых организмов.

Осадочные породы имеют свою структуру и текстуру.

Структуры осадочных пород имеют многомерные характеристики. При определении структуры учитывается совокупность признаков осадочной породы, обусловленная природой слагающих ее компонентов, их размерами формой. Они отличаются для каждой генетической группы

Текстура.

Важной текстурной характеристикой осадочных пород является их пористость и слоистость

По взаимному расположению осадочного материала различаются текстуры:

- *слоистая*- отличается наличием чередующихся слоев;
- *листоватая* – расщепляется на листообразные слои;
- *полосчатая*- имеются чередующиеся параллельные полосы.
- *пятнистая*- визуально выделяются обособленные участки в виде пятен;
- *массивная* (беспорядочная)- материал в породе перемешан хаотично.

В зависимости от плотности заполнения осадочным материалом пространства в породе различаются текстуры:

- *плотная*, без видимых пустот и пор;
- *мелкопористая*;
- *крупнопористая*;
- *кавернозная*, где крупные поры образуют сложные пустоты.

2.9 Генезис осадочных пород

Образование осадков, из которых возникают осадочные горные породы, происходит на поверхности земли, в её приповерхностной части и в водных бассейнах.

Процесс формирования осадочной горной породы называется *литогенезом* и состоит из нескольких стадий:

- образование осадочного материала;
- перенос осадочного материала;
- седиментогенез – накопление осадка;
- диагенез – преобразование осадка в осадочную горную породу;
- катагенез – стадия существования осадочной породы в зоне стратисферы;
- метагенез – стадия глубокого преобразования осадочной породы в глубинных зонах земной коры.

1. Образование осадочного материала.

Образование осадочного материала происходит за счет действия различных факторов - влияния колебаний температуры, воздействия атмосферы, воды и организмов на горные породы и т.д. Все эти процессы приводят к изменению и разрушению пород и объединяются одним термином *выветривание*.

Различают выветривание механическое, когда раздробление пород происходит вследствие тектонических процессов, деятельности воды, ветра, льда, под влиянием силы тяжести и других причин. Химическое выветривание связано с тем, что многие минералы, оказавшись у поверхности Земли, вступают в различные химические реакции. Объем их при этом увеличивается, и горная порода разрушается. Основными факторами этого типа выветривания являются атмосферная и грунтовая вода, свободные кислород и углекислота, растворенные в воде органические и некоторые минеральные кислоты.

К процессам химического выветривания относятся окисление, гидратация, растворение и гидролиз. Химическое разложение протекает одновременно с механическим раздроблением. Физическое выветривание протекает под влиянием колебаний температуры, вследствие чего минералы, слагающие породы, испытывают попеременно то сжатие, то расширение. Это приводит к образованию трещин и в конечном итоге к разрушению пород. Особенно активно физическое выветривание в районах с континентальным климатом, где отмечается существенная разница суточных и сезонных температур. Биологическое выветривание производят живые организмы (бактерии, грибки, вирусы, роющие животные, низшие и высшие растения и т.д.).

2. Перенос осадочного материала.

Осадочный материал обычно не остается на месте, а переносится под действием различных факторов в те участки земной поверхности, где существуют условия, благоприятные для его накопления и захоронения.

Перенос осуществляется главным образом с помощью воды и ветра; кроме них заметную роль в перемещении осадков играют движущиеся ледники, айсберги

и прибрежные льды, а также связанные с проявлением силы тяжести оползни, осыпи, обвалы; а также живые организмы. Чем меньше частицы, тем дальше они могут быть перемещены. В районах вечной мерзлоты глетчеры транспортируют обломочные продукты выветривания любых размеров и отлагают их в качестве донных и конечных морен. В областях пустынь (аридный климат) господствует эоловый перенос. Он обуславливает сортировку по крупности зерен на крупные обломки, остающиеся на месте образования, песок, образующий дюнные ландшафты, и тончайшую пыль, лёс, который часто выносятся ветром из пустынь и отлагается в соседних районах.

Главной транспортирующей силой на Земле служит вода, которая в районах с избыточными осадками (гумидный климат, тропический или умеренный) в форме грунтовых вод, вод источников, речной и озерной воды стремится под уклон к океану, формируя при этом морфологию поверхности. В зависимости от размеров и характера переносимого водой материала, он транспортируется либо путем перекачивания, либо во взвешенном состоянии или в растворенном виде. При понижении скорости течения происходит последовательное отложение обломков согласно закону механической осадочной дифференциации: *глыбы – валуны – галька – гравий – песок – алевроит – пелит*. Вещества, находящиеся в коллоидном и истинном растворе, выпадают только вследствие химических процессов. Продукты выветривания распределяются, таким образом, по всей поверхности Земли, подвергаются при этом сортировке и, наконец, отлагаются в виде осадков в самых глубоких местах или на материках, или в морских бассейнах.

3. Накопление осадка (седиментогенез).

Транспортируемый осадочный материал осаждается в пониженных участках рельефа. Скорость накопления осадка колеблется в очень широких пределах — от долей миллиметра (глубоководные части морей и океанов) до нескольких метров в год (в устьях крупных горных рек).

Длительное и устойчивое погружение области осадконакопления предопределяет образование мощной, однородной осадочной толщи. В случае частой смены тектонического режима происходит переслаивание осадков, различных по составу и строению.

В процессе переноса и осаждения осадочного материала под влиянием механических, химических, биологических и физико-химических процессов происходит его сортировка и избирательный переход в твердую фазу растворенных и газообразных веществ. Этот процесс называется осадочной дифференциацией. Образовавшиеся в результате осадочные породы в большинстве своем отличаются от магматических и метаморфических более простым химическим составом, высокой концентрацией отдельных компонентов или более высокой степенью однородности частиц по размеру.

4. Диагенез.

Осадок, накопившийся на дне водоема или на поверхности суши, обычно представляет собой неравновесную систему, состоящую из твердой, жидкой и газовой фаз. Между составными частями осадка начинается физико-химическое

взаимодействие. Активное участие в преобразовании осадков принимают обитающие в иле организмы.

Во время диагенеза происходит уплотнение осадка под тяжестью образующихся выше него слоев, обезвоживание, перекристаллизация. Взаимодействие составных частей осадка между собой и окружающей средой приводит к растворению и удалению неустойчивых компонентов осадка и формированию устойчивых минеральных новообразований. Разложение отмерших животных организмов и растений вызывает изменение окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных свойств осадка. К концу диагенеза жизнедеятельность бактерий и других организмов почти полностью прекращается, а система осадок — среда приходит в равновесие.

Продолжительность стадии диагенеза изменяется в широких пределах, достигая десятков и даже сотен тысяч лет. Мощность зоны осадка, в которой протекают диагенетические преобразования, также колеблется в значительном диапазоне и, по оценке большинства исследователей, составляет 10—50 м, а в ряде случаев, может быть и больше.

5. Катагенез.

В стадию катагенеза осадочные породы претерпевают существенные преобразования, сопровождаемые изменением химико-минералогического состава, строения и физических свойств. Основными факторами преобразования пород являются температура, давление, вода, растворенные в ней соли и газообразные компоненты, pH и радиоактивное излучение. Направленность и интенсивность преобразований в значительной степени определяются составом и физическими свойствами пород.

В процессе катагенеза происходит уплотнение пород, их обезвоживание, растворение неустойчивых соединений, а также перекристаллизация и образование новых минералов.

6. Метагенез.

На стадии метагенеза происходит максимальное уплотнение осадочных пород, меняется их минеральный состав, структура. Преобразование пород происходит под влиянием тех же факторов, что и при катагенезе, но температура более высокая (200—300°C), выше минерализация и газонасыщенность вод, иные значения pH.

Изменение структуры пород проявляется в укрупнении размера зерен, в упорядочении их ориентировки, перекристаллизации с исчезновением фаунистических остатков. Завершается стадия метагенеза переходом осадочных пород в метаморфические.

2.10 Минеральный состав осадочных пород

Осадочные породы состоят из разных по минеральному составу и происхождению составных частей — компонентов. К ним относятся реликтовые (обломочные) минералы, неизменные обломки материнской породы, продукты разложения первичных минералов (из группы глин, слюд и др.), экзогенные новообразования, возникшие за счет осаждения соединений из истинных и

коллоидных растворов, продукты диагенеза (фосфориты, сульфиды металлов, карбонатные стяжения и пр.), катагенеза (окислы, самородные элементы, сульфиды), метagenеза (кварц, гидрослюда и пр.).

2.11 Формы залегания осадочных пород

Общими свойствами осадочных пород являются одинаковые формы залегания в виде *пластов*, с которыми связаны их характерные текстурные признаки - слоистость и пористость.

2.12 Описание осадочных горных пород.

Обломочные породы

Классификация обломочных пород основана на их структурных признаках. Эти признаки одновременно отражают и их происхождение.

По **величине обломков** выделяют:

- *грубообломочные* структуры, состоящие из обломков размером более 2 мм ;
- *среднеобломочные* или *песчаные*, с размерами частиц от 2 до 0,05 мм;
- *мелкообломочные* или *пылеватые*, с размерами частиц от 0,05 до 0,005 мм;
- *тонкообломочные*, с размерами частиц менее 0,005 мм.

По **величине зерен** среди песчаных пород выделяют:

- *грубозернистые* (2-1 мм);
- *крупнозернистые* (1-0,5 мм);
- *среднезернистые* (от 0,5 до 0,25 мм);
- *мелкозернистые* от 0,25 до 0,05 мм).

По **форме обломков** различают породы:

- *неокатанные* (угловатые) – щебень;
- *окатанные* – галька;

Различают структуру:

- *рыхлую* – песок;
- *цементированную* песчаник.

Выделяют породы:

- *брекчиевую*, если порода состоит из неокатанных цементированных обломков;
- *конгломератовую*, когда обломки в породе окатаны.

По **относительному размеру зерен** выделяют структуры:

- *равномернозернистую*
- *разнозернистую*.

2.12.1. Грубообломочные породы

Грубообломочные породы состоят из обломков размером более 1 мм. Они подразделяются на несколько групп (см таб. 2). Грубообломочные породы бывают *рыхлые*, когда состоят из обломков пород и минералов и *сцементированные* когда частицы скреплены цементом. Цемент- это более тонкозернистая часть породы. По составу различают глинистый, кальцитовый, доломитовый, гипсовый, кремнистый и другие цементы.

Грубообломочные породы образуются преимущественно в горных областях, у обрывистых морских берегов, а также в конечных моренах и карстовых пещерах.

Практическое применение имеют галечник, щебенка и гравий, которые используются в качестве добавки к бетону, в автодорожном и железнодорожном строительстве, для устройства волнорезов и дамб. Мелкий гравий применяется в качестве фильтров на водопроводных станциях.

2.12.2. Среднеобломочные породы

В группу среднеобломочных пород (псаммитов) входят очень распространенные в природе *пески* и *песчаники*. Пески состоят из рыхлых обломков, размером от 2 до 0,05 мм., песчаники - из сцементированных обломков того же размера.

В зависимости от величины обломков они делятся на грубо-, крупно-, средне-, и мелкозернистые (см. таб. 3).

В зависимости от количества минералов, входящих в их состав, пески и песчаники делятся на следующие группы:

- *мономиктовые* состоят из одного минерала (например, из кварца-кварцевый песок).
- *олигомиктовые* - из двух минералов (например, кварц-глауконитовый).
- *Полимиктовые* - из нескольких минералов (кварц, глауконит, полевой шпат, слюды и др.).

Практическое значение песков велико. Кварцевые пески используются для производства стекла. Metallурги используют формовочные пески. Много песка идет на изготовление бетона, на дорожное и другое строительство.

Песчаные породы являются породами-коллекторами. Они способны вмещать и отдавать нефть и газ.

2.12.3. Мелкообломочные породы (алевриты)

К мелкообломочным относятся породы, состоящие из обломков размерами от 0,05 до 0,005 мм. Рыхлые скопления таких обломков называются *алевритами*, а сцементированные *алевролитами*.

Лесс- алеврит светло – желтого цвета, состоящий главным образом из частиц кварца, меньше полевых шпатов, кальцита и глинистых частиц.

Содержит известь и поэтому легко «вскипает» при действии соляной кислоты. Характерным свойством лесса является пористость, отсутствие слоистости, однородная пылеватая структура. При увлажнении уплотняется. Служит сырьем для кирпичной и цементной промышленности.

2.13 Глинистые породы (пелиты)

На долю глинистых пород приходится свыше 50 % объема всех осадочных пород. Обычно глинистые породы имеют обломочное происхождение. От типичных обломочных пород они отличаются не только размерами частиц, но содержанием глинистых минералов.

К глинам относятся тонкодесперсные осадки с размером частиц менее 0,005 мм.

Классификация глин производится по минеральному составу, пластичности, степени уплотнения, способности к размоканию в воде и др.

В состав глин входят: глинистые минералы, обломочные зерна минералов (кварца, полевых шпатов, слюд, и др.) и неглинистые минералы (окислы железа, карбонаты, сульфаты и др.) Выделяются 4 основные группы глин:

каолинитовые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые и хлоритовые

Каолин-глина белого цвета, состоящий в основном из минералов каолинита. Представляет собой землистую массу, жирную на ощупь, образующуюся при выветривании полевошпатовых пород. Каолинитовые глины используются для изготовления фарфора, фаянса и керамических изделий.

Глина – это землистая порода. Глины обладают важными физическими свойствами, которые их позволят широко использовать, в том числе и в нефтяной промышленности. К этим свойствам относятся: *пластичность, гигроскопичность, водоупорность, способность поглощать* коллоидные вещества, масла и т.п., *огнеупорность*.

Гидрослюдистые глины применяются в цементной промышленности и при изготовлении кирпича и черепицы.

Глины широко применяются в нефтяной промышленности для изготовления буровых растворов, для очистки нефтепродуктов. Глины также используются в производстве бумаги, резины, мыла, паст, мазей, помад, грима и пудры.

Аргиллит-глинистая порода, образующаяся в результате уплотнения, дегидратации и цементации глин в процессе диагенеза. Это плотная, более твердая и темнее окрашенная, чем глина порода. Аргиллит в отличие от глин не размокает в воде, не обладает пластичностью. В аргиллитах присутствует гидрослюда, кварц, полевые шпаты и др. Цвет различный. При увлажнении имеет запах глины. Сырье для производства цемента и керамзита.

Аргиллиты характерны для складчатых областей и древних отложений платформ.

Глинистые породы являются породами-покрышками.

Таблица 3

Классификация обломочных пород

Структура	Размеры обломков, мм		Название пород			
			Рыхлые породы		Сцементированные породы	
			окатанные	неокатанные	окатанные	неокатанные
Псефитовая (грубообломочная)	крупные	200	Валуны	Глыбы	Валунные конгломераты	Глыбовые брекчии
	средние	200-10	Галечники	Щебень	Галечные конгломераты	Щебеночные брекчии
	мелкие	10-2	Гравий	Дресва	Гравийные конгломераты	Дресвяные брекчии
Псаммитовая (песчаная)	грубые	2-1	Пески грубозернистые		Песчаники грубозернистые	
	крупные	1-0,5	Пески крупнозернистые		Песчаники крупнозернистые	
	средние	0,5-0,25	Пески среднезернистые		Песчаники среднезернистые	
	мелкие	0,25-0,05	Пески мелкозернистые		Песчаники мелкозернистые	
Алевритовая (пылеватая)	крупные	0,1-0,05	Крупнозернистый алеврит		Крупнозернистый алевролит	
	средние	0,05-0,025	Среднезернистый алеврит		Среднезернистый алевролит	
	мелкие	0,025-0,01	Мелкозернистый алеврит		Мелкозернистый алевролит	
Пелитовая (глинистая)	< 0,01		Глина		Аргиллит	

2.14 Хемогенные и органогенные породы

Эти породы образуются путем выпадения из растворов в результате различных химических процессов (*хемогенные*), или в результате жизнедеятельности животных и растительных организмов (*органогенные* или *биогенные*).

Структура хемогенных пород определяется размерами кристаллов слагающих их минералов (*крупно-, средне-, мелкозернистая, землистая, скрытокристаллическая*).

У биогенных пород структура может быть *органогенной*, если порода состоит из сохранившихся ненарушенных раковин или скелетов организмов. Если порода состоит из обломков скелетов животных или растительных организмов, структура называется *детритовая*.

Классификация хемогенных органогенных пород производится по химическому составу слагающих их минералов.

Выделяются следующие химико-минералогические классы пород:

- | | |
|----------------|----------------|
| • карбонатные; | кремнистые; |
| • галоидные | сульфатные; |
| • алюминистые; | железистые; |
| • фосфатные; | каустобиолиты. |

2.14.1 Карбонатные породы

Это самые распространенные породы из рассматриваемых групп. Представлены они известняками, доломитами, мергелями, сидеритами и т.д.

Известняк - широко распространенная порода, состоящая из минералов кальцита. Он легко определяется по бурной реакции с соляной кислотой. Цвет белый, желтоватый, серый, черный. Известняки бывают органогенного и хемогенного происхождения.

Органогенные известняки состоят преимущественно из карбонатных скелетных остатков животных и растительных организмов. Они получили название по преобладающим в породе организмам: коралловые, мшанковые, нуммулитовые и т.п. Известняки, состоящие из цельных створок раковин моллюсков, называются известняками-ракушечниками. К этой группе относятся и *мел* (писчий), состоящий из остатков морских планктонных водорослей.

Хемогенные известняки образуются в результате осаждения карбоната кальция из морских, озерных и подземных вод. По структуре, текстуре, по способу образования различают *плотные известняки, оолитовые известняки, известковый туф, известковые натёки (сталактиты сталагмиты пещер)*.

Известняки применяются в качестве строительного материала, в цементной промышленности, в металлургии, как удобрение.

Мергель представляет собой смешанную глинисто-карбонатную породу, состоящая из кальцита и глинистых частиц. Внешне часто мало отличим от известняка. Его легко распознать по характеру реакции с соляной кислотой, после капли которой на поверхности мергеля остается грязно-серое пятно.

Мергель, в зависимости от состава карбонатных минералов, делится на известковый и доломитовый

Цвет мергелей обычно серый, буровато-темный. Мергель хорошее сырье для цементной промышленности.

Химико-минералогические классы	Условия образования	Главнейшие группы пород	Преобладающий состав	Способы образования
Карбонатные	Органогенные	Органогенные известняки: (коралловые, мшанковые, фузулиновые, нуммулитовые известняки и т. п.), известняки-ракушечники; органогенно-детритовые известняки. Писчий мел	Карбонат кальция	Накопление органических остатков, обломков карбонатных пород
	Химические	Плотные (лелитоморфные) тонко- и микрозернистые известняки; известковые туфы; оолитовые известняки; известковые натёки; глинистые известняки; мергели; доломиты	Карбонат кальция и карбонат магния	Осаждение из растворов; накопление глинистых частиц; замещение доломитом известковых пород
Кремнистые	Органогенные	Диатомиты	Оксиды-гидроксиды кремния	Накопление органических остатков
	Органогенно-химические	Трепелы; опоки; яшмы; кремни		Накопление органических остатков, глинистого вещества; осаждение из растворов
	Химические	Кремнистые туфы (гейзериты)		Осаждение из горячих источников или гейзеров
Галоидные и сульфатные	Химические	Каменная соль; гипс; ангидрит	Хлористые и сернокислые соединения натрия и кальция	Осаждение из растворов
Железистые	Химические	Бобовые железные руды; сидерит; пирит, марказит	Оксиды и гидрооксиды, карбонаты и сульфиды железа	Осаждение из растворов и накопление в коре выветривания
Фосфатные	Химические и органогенно-химические	Конкреционные или желваковые фосфориты; пластовые фосфориты	Фосфаты кальция	Осаждение из растворов, накопление глинистого, песчаного материала и органического вещества
Каустобиолиты	Органогенно-химические	Торф; бурые угли; каменные угли; антрациты; нефть; газы	Углероды и углеводороды	Накопление и преобразование органического вещества

Доломит состоит из минерала того же названия. Внешне похож на известняк, отличается от него реакцией на соляную кислоту (доломит реагирует только в порошке), желтовато-белым, иногда буроватым цветом, большей твердостью (3,4-4). Образуется главным образом путем химического изменения известковых осадков. Доломиты применяются в качестве флюса, огнеупора, в строительном деле и для удобрений.

Сидерит образует конкреции и зернистые массы. Внешне похож на известняк. Реагирует с соляной кислотой только при нагревании порошка с кислотой. Является железной рудой осадочного происхождения.

2.14.2. Кремнистые породы

Кремнистые породы более чем на 50 % состоят из кремнезема. Они имеют органогенное и хемогенное происхождение.

Органогенные породы-это диатомит, трепел, опока.

Диатомит-очень легкая, пористая, рыхлая или слабоцементированная порода белого, светло-серого и желтоватого цвета. Состоит из мельчайших скорлупок диатомовых водорослей. Легко растирается пальцем в порошок. Внешне похож на мел, но в отличие от него, не вскипает при действии соляной кислоты. Применяется как фильтрующий, звуко- и теплоизоляционный материал.

Трепел внешне похож на диатомит, но состоит из мельчайших зернышек опала и небольшого количества скелетов диатомий, радиолярий и губок. Цвет трепела белый, желтый, бурый, светло-серый и темно-серый. Применяется для звуковой и тепловой изоляции, как стройматериал.

Опока- пористая порода белого, серого, черного цвета, обладающая часто раковистым изломом. Состоит из зернышек опала и незначительной примеси остатков кремневых скелетов организмов.

Трепел и опока имеют смешанное хемогенно- биогенное происхождение.

Хемогенные породы- это кремнистые туфы, яшма и др.

Кремнистые туфы, или гейзериты представляют собой белую или светлоокрашенную легкую пористую породу, состоящую из опала с примесью глинистого вещества. Образуются в результате осаждения кремнезема выпадения из вод горячих минеральных источников и гейзеров. Обладают натечным, пористо- кавернозным строением.

Могут образовывать сталактиты, сталагмиты.

Яшма представляет собой плотную, твердую (твердость—7), непрозрачную породу, ярко и пестроокрашенную, преимущественно окислами железа и марганца, полосчатую или пятнистую, обладающий раковистым изломом. Сложена скрытокристаллическим кремнеземом, чаще всего халцедоном или кварцем. В яшмах могут содержаться остатки кремнистых микроскопических раковин радиолярий или кремнистых губок. Яшмы могут иметь хемогенное и хемогенно-биогенное происхождение. Используется как поделочный камень.

2.14.3. Галоидные породы

Сильвинит - галоидная горная порода, встречающаяся обычно в виде сплошных кристаллических масс; минеральный состав сильвин — KCl и галит - NaCl . В виде примесей сильвинит содержит глинистый материал, гипс, ангидрит, лимонит и др.; твердость - менее 2.5; удельный вес - 2.2. Окраска - белая, красновато-бурая, красная с пятнами синего и белого цветов; легко растворяется в воде и горько-соленая на вкус; присутствует в земной коре в виде прослоев среди других галоидных, сернокислых, обломочных и глинистых пород или в виде примесей. Используется для изготовления калийных удобрений.

Карналлит - галоидная горная порода, встречающаяся в виде сплошных кристаллических масс. Она состоит из карналлита - $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, галита - NaCl , а также в виде примесей содержит сильвин, ангидрит, глины, лимонит и др. Твердость - менее 2.5. Удельный вес - 2.2; окраска бурая, желтовато-красная, желтая, бесцветная, белая; легко растворяется в воде, горько-соленая на вкус, жжет язык; присутствует в земной коре в виде отдельных прослоев или примесей в обломочных, глинистых, сернокислых и галоидных породах. Используется для производства калийных удобрений и выработки соляной кислоты, хлор металлического калия и магния.

Каменная соль или **галит** NaCl , представляет собой зернисто-кристаллическую массу, окрашенную, в зависимости от примесей, в различные цвета. Соленая на вкус, легко растворяется в воде, имеет небольшой удельный вес. Каменная соль встречается в виде более или менее мощных сплошных масс и в виде примесей в обломочных породах и глинах. Используется в пищевой и химической промышленности.

2.14.4. Сульфатные породы

Гипс в природе встречается в виде мелкозернистых кристаллических светлоокрашенных скоплений. Для этой породы характерна небольшая твердость (чертится ногтем) и небольшой удельный вес. Гипс имеет большое значение в химической, цементной и бумажной промышленности, используется в медицине и для изготовления различных поделок.

Ангидрит встречается в виде плотных мелкозернистых масс. Цвет белый, иногда слабо окрашен в сероватые и голубоватые тона. Твердость 3-3,5. Блеск стеклянный. Прозрачен, часто просвечивает. Не царапается ногтем. Он отлагается при испарении морской воды (в лиманах, заливах) при температуре выше 40 градусов. Применяется в строительном деле.

2.14.5. Фосфатные горные породы

Фосфорит - фосфатная горная порода, встречающаяся в виде сплошных масс или конкреций. Фосфориты состоят из минералов группы апатита - гидроксилапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, коллофанит

$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, в качестве примесей содержат песчаный и глинистый материал; твердость -5; удельный вес -3.2; окраска - белая, темная, серая, коричневатая-серая, зеленоватая-серая. Залегают в земной коре в виде отдельных пластов, конкреций в других осадочных породах или в виде цемента в обломочных породах. Используется для производства фосфатных удобрений. **Апатит** встречается в виде мелкозернистых масс. Размер кристаллов от микроскопических до огромных. Цвет белый, черный, бледно-зеленый, зеленоватого-голубой, желтоватый. Черта светлая. Спайность несовершенная. Излом неровный. Твердость 5. Образуется чаще магматическим путем. Применяется для получения фосфатных удобрений.

2.14.6. Алюминистые осадочные породы

Боксит - алюминистая горная порода, встречающаяся в виде бобовых, оолитовых, конкреционных и др. агрегатов. Минеральный состав породы включает - диаспор, бемит (AlOOH), гидраргиллит [$\text{Al}(\text{OH})_3$]; твердость и удельный вес не постоянны в зависимости от примесей; окраска преимущественно коричневатая-красная, розовато-красная, оранжево-красная, реже светлая и белая. Бокситы встречаются в земной коре в виде достаточно мощных пластов и связаны с переотложением и размывом коры выветривания. Используется для получения алюминия.

Корунд (наждак) - алюминистая горная порода, встречающаяся в виде сплошных зернистых или кристаллических масс; минеральный состав - корунд Al_2O_3 , гематит Fe_2O_3 , магнетит Fe_3O_4 , шпинели MgAl_2O_4 и др.; окраска серовато-черная, серовато-голубая; твердость -9; удельный вес 3.9-4.1 . Из корунда изготавливают режущие инструменты и абразивный материал.

2.14.7. Железистые горные породы

Бурый железняк (лимонит) - железистая горная порода, встречающаяся обычно в виде пористых, кавернозных, плотных, массивных, нередко оолитовых или бобовых образований; минеральный состав - лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, гетит - $\text{FeO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; твердость меняется от 1 до 5 в зависимости от физического состояния; удельный вес - 3.64; окраска бурая, грязно-желтая, оранжево-желтая. Бурые железняки встречаются в земной коре в виде отдельных, достаточно мощных пластов или включений, возникающих при окислении сидерита, пирита и выветривании других железосодержащих минералов и пород. Является железной рудой.

Гематит - мономинеральная, железистая горная порода, встречающаяся обычно в виде чешуйчатых и сплошных кристаллических масс; минеральный состав гематит - Fe_2O_3 ; твердость -5.5-6.0; удельный вес - 5.0-5.2; окраска красно-бурая до железно-черного; черта вишнево-красная; встречается в земной коре в виде отдельных слоев и прослоев среди железистых горных пород. Является рудой для получения железа.

Магнетит - мономинеральная, железистая горная порода, встречающаяся в виде сплошных зернистых масс; минеральный состав магнетит Fe_3O_4 ; твердость - 5.5-6.0; удельный вес 4.9-5.2; окраска железно-черная; диагностируется по реагированию на магнитную стрелку; встречается в земной коре в виде отдельных слоев и пропластков среди железистых горных пород. Является важнейшей железной рудой.

Пирит, марказит - мономинеральные, железистые горные породы, состоящие из одноименных минералов, имеющих формулу FeS_2 ; встречаются в виде конкреций, кристаллов и их сростков, сплошных зернистых и кристаллических агрегатов; твердость пирита - 6.0-6.5; марказита - 5.0-6.0; удельный вес пирита - 4.9-5.2, марказита - 4.6-4.9; окраска обычно соломенно-желтая; встречается в земной коре среди железистых, сульфидных и кремнистых горных пород. Используются для получения серной кислоты.

2.14.8. Марганцевые осадочные породы

Пиролюзит - псиломелановые горные породы, которые встречаются обычно в виде скрытокристаллических порошковых масс. Твердость - 1.6; удельный вес - 3-5; минеральный состав псиломелан ($\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), пиролюзит (MnPO_4), в виде примесей кремнистый, глинистый, обломочный материал; окраска серая, черная, иногда пятнистая; встречается в земной коре в виде отдельных пластов и тонких пропластков среди кремнистых и песчано-глинистых пород. Используется в черной металлургии и в химической промышленности

2.14.9. Каустобиолиты

В эту группу входят горючие горные породы, имеющие органическое и химическое происхождение. Это - *торф, угли, горючие сланцы, битумы, нефть*. Среди каустобиолитов выделяют битумный (нефтяной) и угольный ряды пород и липтобиолиты.

Торф-бурая или черная масса полуразложившегося растительного материала, обогащенного органическими кислотами. Накапливается в болотах из остатков отмерших растений, испытавших неполное разложение при повышенной влажности и недостатке воздуха. В зависимости от степени разложения, структура породы может быть волокнообразной или аморфной. Используется в качестве топлива и в химической промышленности.

Ископаемые угли сложены материалом растительного происхождения, накопившимся на дне мелководных водоемов и в болотах.

Бурый уголь-это плотная темно-бурая или черная порода, матовая или блестящая, имеет раковистый излом и дает бурую черту.

Каменный уголь-окрашен в черный цвет, имеет жирный блеск, излом раковистый, дает черную блестящую черту, пачкает руки.

Антрацит-отличается от каменного угля большей твердостью и полуметаллическим блеском, неровным изломом, рук не пачкает.

Ископаемые угли используются в качестве топлива и в химической промышленности.

Нефть представляет собой жидкость от светло-желтого до буровато-черного цвета со специфическим запахом и масляным блеском. Является ценным химическим сырьем.

Битумы- (от лат.bitumen- горная смола, нефть)- твердые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных.

Выделяются несколько типов битумов:

- *Мальты* - это густые, вязкие, реже твердые битумы, легко плавкие, при охлаждении застывают, становясь хрупкими.

- *Асфальты* — вязкие, иногда твердые вещества, темно-бурого до черного цвета со смоляным блеском и раковистым изломом.

- *Асфальтиты* - твердые, хрупкие, черного цвета битумы с ярким блеском и раковистым изломом, высокоплавкие, при истирании образуют порошок.

- *Кериты* - твердые, черного цвета вещества, с раковистым и занозистым изломом, при нагревании разлагаются, вспучиваясь.

- *Антраксолиты* - твердые, хрупкие, углеподобные образования. Они напоминают антрацит, черного цвета, с раковистым изломом, высокозольные.

- *Озокериты* (горный воск) - пластичные редко твердые битумы, матовые, от светло-желтого до темно-бурого цвета, легкоплавкие.

Озокериты и асфальты являются хорошими диэлектриками. Одновременное нахождение асфальта и озокерита является хорошим поисковым признаком на нефть.

Липтобиолиты

Известными липтобиолитами являются янтарь и жемчуг.

Янтарь - типичное органическое соединение, состоящее из углерода (79%), кислорода (10,5%) и водорода (10,5%). Это не минерал и не горючее полезное ископаемое. Он представляет собой затвердевшую смолу хвойных деревьев палеогенового возраста (25-30 млн. лет). Аморфен, твердость 2-2,5; удельный вес 1-1,1. Легко плавиться, при горении издает приятный запах. Характерной особенностью является его электризация при трении о сукно. В природе янтарь встречается в виде неправильных окатанных обломков и кусков среди песчаных или песчано-глинистых пород. Янтарь употребляется в качестве разнообразных поделок в ювелирном деле, идет на изготовление янтарной кислоты, лака, медицинских препаратов и реактивов. В электроприборах употребляется как изолятор.

Жемчуг образуется в тех случаях, когда внутрь раковины попадает песчинка или крохотный камешек. Чтобы не пораниться об эту песчинку, моллюск обволакивает ее слоями жемчужного вещества. Жемчужины достигают размеров от 0,5 до 10 мм в диаметре, весом до 27 г. Цвет от белого до почти черного. В настоящее время более 90 % жемчуга, поступающего на мировой рынок, выращено искусственно. Основное применение - в ювелирной промышленности.

2.15. Породы коллекторы и покрышки нефти и газа

Породы коллекторы

Нефть и природный газ находятся в горных породах, называемых **коллекторами**, которые способны вмещать углеводороды и отдавать их при разработке. Для этих пород характерна пористая текстура. Поэтому они обладают проницаемостью и емкостью. Благодаря этим свойствам они накапливают нефть, газ и воду. Подавляющее большинство этих пород имеют осадочное происхождение.

Песок-состоит из рыхлых обломков, размером от 2 до 0,1 мм., В зависимости от величины обломков они делятся на грубо-, крупно-, средне-, и мелкозернистые. Порода-коллектор.

Песчаник- сцементированный песок, состоящая из песчинок размером от 0,1 мм до 2 мм. Цементирующим веществом могут быть карбонаты, глины, кремнеземы. Плотность песчаника 2,2- 2,7 г/см³, пористость 0,69- 6,7%., водопоглощение 0,63- 6,0%. Песчаники могут быть моно-, олиго- и полимиктовые. Полимиктовые песчаники делятся на *аркозы* в составе которых преобладают полевые шпаты над кварцем, *граувакки*, имеющие сложный состав (слюдистые и хлоритовые минералы и темный аргиллитовый цемент).

Песчаники имеют систему пустот- пор и поэтому способны вмещать нефть, газ и воду и способны их отдавать при разработке. Эта-порода-коллектор.

Алевролит – мелкообломочная горная порода размерами зерен от 0,005 до 0,05 мм. Состоит из кварца и полевого шпата. Образуется из алеврита путем цементации и уплотнения при диагенезе. Наиболее типичны красный и серый цвет и плоская слоистость. Благодаря пористости и проницаемости алевролиты обладают хорошими коллекторскими свойствами.

Известняк широко распространенная порода, состоящая из минералов кальцита. Он легко определяется по бурной реакции с соляной кислотой. Цвет белый, желтоватый, серый, черный. Известняки бывают органогенного и хемогенного происхождения. Название дается по содержанию слагающих компонентов или структуре (фузулиновый, нуммулитовый, коралловый, ракушечник, обломочный, оолитовый, кристаллический и др). Обладает системой пустот- трещин и каверн и является породой-коллектором.

Доломит состоит из минерала того же названия. Внешне похож на известняк, отличается от него реакцией на соляную кислоту (доломит реагирует только в порошке), желтовато-белым, иногда буроватым цветом, большей твердостью (3,4-4). Образуется главным образом путем химического изменения известковых осадков. Доломиты применяются в качестве флюса, огнеупора, в строительном деле и для удобрений. Порода коллектор.

Опока- пористая порода белого, серого, черного цвета, обладающая часто раковистым изломом. Состоит из зернышек опала и незначительной примеси остатков кремневых скелетов организмов. Порода коллектор.

Породы покрышки

Для нахождения углеводородов в коллекторе необходимо их надежное перекрытие плотными, практически непроницаемыми породами-покрышками (флюидоупоры). Эти породы непроницаемые для флюидов нефти, газа и воды.

Глина – это землистая порода. Глины обладают важными физическими свойствами, которые их позволят широко использовать, в том числе и в нефтяной промышленности. К этим свойствам относятся: *пластичность, гигроскопичность, водоупорность, способность поглощать* коллоидные вещества, масла и т.п., *огнеупорность*.

Глины широко применяются в нефтяной промышленности для изготовления буровых растворов, для очистки нефтепродуктов. Эта слабопроницаемая порода для нефти, газа и воды. Является породой-покрышкой

Аргиллит-глинистая порода, образующаяся в результате уплотнения, дегидратации и цементации глин в процессе диагенеза. Это плотная, более твердая и темнее окрашенная, чем глина порода. Аргиллит в отличие от глин не размокает в воде, не обладает пластичностью. В аргиллитах присутствует гидрослюда, кварц, полевые шпаты и др. Является породой-покрышкой

Каолин-глина белого цвета, состоящий в основном из минералов каолинита. Представляет собой землистую массу, жирную на ощупь, образующуюся при выветривании полевошпатовых пород.

Является породой-покрышкой.

Гипс в природе встречается в виде мелкозернистых кристаллических светлоокрашенных скоплений. Для этой породы характерна небольшая твердость (чертится ногтем) и небольшой удельный вес. Гипс имеет большое значение в химической, цементной и бумажной промышленности, используется в медицине и для изготовления различных поделок. Является породой-покрышкой.

Ангидрит встречается в виде плотных мелкозернистых масс. Цвет белый, иногда слабо окрашен в сероватые и голубоватые тона. Твердость 3-3,5. Блеск стеклянный. Прозрачен, часто просвечивает. Не царапается ногтем. Он отлагается при испарении морской воды (в лиманах, заливах) при температуре выше 40 градусов. Применяется в строительном деле. Является породой-покрышкой.

2.16 Метаморфические породы.

Генезис метаморфических пород

Метаморфические горные породы возникают в результате преобразования ранее существующих осадочных и магматических пород, происходящего в земной коре под воздействием эндогенных процессов. Эти преобразования протекают в твердом состоянии и выражаются в изменении минерального, и

химического составов, структуры и текстуры пород. Реже минеральный состав сохраняется. Метаморфизм происходит под воздействием высокой температуры и давления, а также вследствие привноса и выноса вещества высокотемпературными растворами и газами, при этом большую роль играет также состав исходных пород.

По преобладанию тех или иных факторов в ходе преобразования выделяется несколько различных типов метаморфизма:

Региональный метаморфизм - широкомасштабный процесс, охватывающий огромные территории в пределах подвижных поясов земной коры. Главными факторами являются температура, давление, а также воздействие воды и углекислоты, содержащихся в исходных породах. Так образуются *сланцы, гнейсы* и др.

Ультраметаморфизм происходит при существенном значении расплавов. Факторами являются высокая температура, химическая активность воды, а также привнос и вынос вещества. Так образуются *мигматиты, гнейсограниты* и др.

Контактовый метаморфизм проявляется в контакте интрузивов под воздействием тепла, выделяемого остывающим магматическим расплавом, и происходит при относительно низких давлениях. Так образуются *роговики*.

Динамометаморфизм (катакластический) развивается в зонах разрывных нарушений под воздействием одностороннего давления в условиях невысоких температур и приводит к дроблению и перетиранию горных пород. Так образуются *милониты, тектонические брекчии* и др.

Метасоматоз - процесс, при котором происходит привнос одних компонентов и вынос других, что приводит к изменению химического и минерального состава пород. Главными факторами являются химически активные растворы и газы, имеющие связь с магматической и постмагматической деятельностью. Метасоматитами являются *скарны, грейзены* и др.

2.17. Структура метаморфических пород

В основном это кристаллические структуры. Среди структур метаморфических пород выделяются следующие главные типы.

1. ***Кристаллобластовые.*** Возникают в результате полной перекристаллизации исходных пород. Кристаллобластовые структуры классифицируются по размерам минеральных зерен, их форме и типам прорастаний.

* По величине минеральных зерен различают *крупнозернистую структуру* (диаметр частиц более 5 мм.), *средне-*(1-5мм.), *мелко-*(0,25-1мм.) и *тонкозернистую* (менее 0,25 мм).

* По относительным размерам зерен кристаллобластовые структуры подразделяются на *равномернозернистые* (гомеобластовые) и *неравномернозернистые* (гетеробластовые).

По форме зерен среди равномернозернистых структур выделяются:

- *Гранобластовая* структура-зерна изометричны. Такая структура характерна для роговиков, кварцитов, мраморов.
- *Лепидобластовая* структура характеризует породы, состоящие преимущественно из чешуйчатых или листоватых минералов. Типична для серецитовых, хлоритовых, слюдяных и др. сланцев.
- *Нематобластовая* структура определяется игольчатыми или волокнистыми минералами. Характерна для актинолитовых, дистеновых сланцев.

Неравномернозернистые структуры по форме зерен подразделяются на :

- *Порфиробластовую* структуру, характеризующуюся наличием относительно крупных зерен на фоне более мелкозернистой основной массы (некоторые виды сланцев).
- *Пойкилобластовая* структура отличается неориентированными включениями одних минералов в более крупные зерна других минералов. Встречается в скарнах, амфиболитах и др.

2. **Катакластические структуры** возникают под воздействием направленного давления, вызывающего дробление и перетирание пород. Различаются следующие структуры:

- *Брекчиевидная* структура характеризует породы, сложенные различными по величине угловатыми обломками, между которыми находится перетертый материал (например, тектоническая брекчия).
- *Милонитовая* структура свойственна породам, основная ткань которых состоит из тонкоперетертого материала (милонит).
- *Бластомилонитовая* структура характеризуется наличием кристаллобластов, окруженных тонкоперетертым материалом. (бластомилонит).

3. **Реликтовые структуры** характерны для пород, не претерпевших глубоких изменений, в которых наряду с новыми структурами сохранились элементы структур исходных пород.

2.18. Текстура метаморфических пород

По взаимному расположению и форме зерен выделяются следующие текстуры.

- *Сланцеватая* текстура определяется параллельным расположением чешуйчатых и листоватых минералов (например, сланцы).
- *Гнейсовая* текстура обусловлена параллельной ориентировкой таблитчатых или вытянутых зерен при малом содержании чешуйчатых частиц (гнейсы).
- *Полосчатая* текстура обусловлена чередованием полос различного состава и структуры (мigmatиты).
- *Линзовидно-полосчатая*-минералы разного состава скапливаются в виде вытянутых линз (роговообманковые плагиогнейсы).

- *Пятнистая* текстура определяется неравномерным, гнездовым распределением минералов (известково-силикатные роговики).
- *Волокнистая*-вытянутыми в одном направлении волокнистыми и игольчатыми минералами (змеевики).
- *Очковая*-рассеянными в породе более крупными овальными зернами или агрегатами («очками») на фоне сланцеватой основной ткани (биотит-гранитовые гнейсы).
- *Плющатая*-присутствием в породе очень мелких складок (тальковый сланец).
- *Однородная*-неориентированным расположением зерен амфиболиты).
- *Массивная*-прочно-однородным сложением породы (мрамор).

2.19. Минеральный состав метаморфических пород

Минеральный состав метаморфических горных пород весьма разнообразен. Он зависит: а) от химического состава исходной породы; б) типа метаморфизма

В зависимости от физико-химических условий метаморфизма – глубины (давления), температуры, состава метаморфизирующих растворов и состава исходных пород – образуются самые разнообразные минералы. Метаморфические породы образованные по осадочным толщам имеют специфические минералы, присутствие которых однозначно указывает на осадочную природу исходных пород. Такими минералами при метаморфизме глини являются силикаты алюминия – дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, хрупкие слюды и др. В других случаях, если в породах присутствуют щелочи, образуются серицитовые или слюдяные сланцы. Кремнистые осадки в процессе метаморфизма преобразуются в яшмы (кварцево-халцедоновые породы) или кварциты. При метаморфизме карбонатных пород (известняков) образуются мраморы с волластонитом,grossуляром, диопсидом.

Среди наиболее распространенных минералов - это слюды, пироксены, амфиболы, карбонаты, кварц, полевые шпаты и гранат. Кроме того, есть минералы, которые образуются только при метаморфических процессах и являются его индикаторами. Это- тальк, серпентин, актинолит и др.

2.20. Формы залегания метаморфических пород

Формы залегания метаморфических пород в значительной мере определяются типом метаморфизма и происхождением (осадочным или магматическим) горных пород.

Так как исходным материалом метаморфических горных пород являются осадочные и магматические породы, их формы залегания должны совпадать с формами залегания этих пород. Так на основе осадочных пород сохраняется пластовая форма залегания, а на основе магматических – форма интрузий или

покровов. Этим иногда пользуются, чтобы определить их происхождение. Так, если метаморфическая порода происходит от осадочной, ей дают приставку пара – (например, парагнейсы), а если она образовалась за счёт магматической породы, то ставится приставка орто – (например, ортогнейсы).

При региональном метаморфизме форма метаморфических образований в основном повторяет форму исходных осадочных или магматических пород, за счет которых они развиваются. В особенности хорошо сохраняются формы интрузивных тел — штоков, лакколитов, даек и т. д.

При автометаморфизме изменение формы интрузивных массивов происходит иногда лишь за счет изменения их объема. Например, при серпентинизации ультраосновных пород увеличение их объема вызывает характерную деформацию во вмещающих породах (мелкая складчатость, разломы в контактовой зоне).

При динамометаморфизме породы интенсивно деформируются — часто образуют весьма сложные складки, заполняют трещины (тектониты, милониты), мощные зоны смятия, возникающие как в связи с проявлениями складчатости, так и независимо от нее.

Те из пород, которые возникли за счет большого давления в узких зонах, раздробляются, развальцовываются, расщепываются и залегают в виде полос.

Своеобразно залегание метаморфических пород, образовавшихся путем внедрения под давлением тонких, частых гранитных прожилков в ранее существовавшие породы. Такая своеобразная форма залегания названа рассеянными интрузиями.

Метаморфические породы, возникшие из осадочных и осадочно-вулканогенных толщ, могут быть интенсивно деформированы, тогда как интрузивные массивы при метаморфизме обычно более или менее сохраняют свою первоначальную форму, которая часто является единственным критерием для их выделения (например, для расчленения ортогнейсов и парагнейсов в регионально метаморфизованных толщах).

2.21. Описание основных метаморфических горных пород

Сланцы — горные породы низких ступеней метаморфизма, которые отличаются тонкослоистым сложением, отчетливо выраженной сланцеватостью. Образуются при различных типах метаморфизма. Структура мелкозернистая, чешуйчатая, листоватая, текстура сланцеватая, реже плейчатая. Многочисленные разновидности выделяются минеральным составом и степенью метаморфизации:

Глинистые сланцы — представляют начальную стадию метаморфизма глинистых пород. Состоят преимущественно из гидрослюд, хлорита, иногда каолинита, реликтов других глинистых минералов (монтмориллонита, смешаннослойных минералов), кварца, полевых шпатов и других неглинистых минералов. В них хорошо выражена сланцеватость. Они легко раскалываются

на плитки. Цвет сланцев: зелёный, серый, бурый до чёрного. Содержат углистое вещество, новообразования карбонатов и сульфидов железа.

Филлиты [греч. филлитес — листоватый] — плотная темная с шелковистым блеском сланцеватая порода, состоящая из кварца, серицита, иногда с примесью хлорита, биотита и альбита. По степени метаморфизма переходная порода от глинистых к слюдяным сланцам.

Хлоритовые сланцы — Хлоритовые сланцы представляют собой сланцеватые или чешуйчатые породы, состоящие преимущественно из хлорита, а также актинолита, талька, слюды, эпидота, кварца и других минералов. Цвет их зелёный, на ощупь жирные, твердость небольшая. Часто содержат магнетит в виде хорошо образованных кристаллов (октаэдров).

Тальковые сланцы — агрегат листочков и чешуек талька сланцеватого строения, зеленоватого или белого цвета, мягок, обладает жирным блеском. Встречается изредка среди хлоритовых сланцев и филлитов в верхнеархейских (гуронских) образованиях, но иногда является результатом метаморфизации и более молодых осадочных и изверженных (оливиновых) горных пород. Как примесь присутствуют магнезит, хромит, актинолит, апатит, глинокит, турмалин. Часто к тальку в большом количестве примешиваются листочки и чешуйки хлорита, обуславливающие переход в тальково-хлоритовый сланец.

Кристаллические сланцы — общее название обширной группы метаморфических пород, характеризующиеся средней (частично сильной) степенью метаморфизма. В отличие от гнейсов в кристаллических сланцах количественные взаимоотношения между кварцем, полевыми шпатами и тёмноцветными минералами могут быть разными.

Амфиболиты — метаморфическая горная порода, состоящая из амфибола, плагиоклаза и минералов примесей. Роговая обманка, содержащаяся в амфиболитах, отличается от амфиболов сложным составом и высоким содержанием глинозёма. В противоположность большинству метаморфических пород высоких ступеней регионального метаморфизма амфиболиты не всегда обладают хорошо выраженной сланцеватой текстурой. Структура амфиболитов гранобластовая (при склонности роговой обманки к образованию удлинённых по сланцеватости кристаллов), нематобластовая и даже фибробластовая. Амфиболиты могут образовываться как за счёт основных изверженных пород — габбро, диабазов, базальтов, туфов и др., так и за счёт осадочных пород мергелистого состава. Переходные разности к габбро называются габбро-амфиболитами и характеризуются реликтовыми (остаточными) габбровыми структурами. Амфиболиты, возникающие за счёт ультраосновных горных пород, отличаются обычно отсутствием плагиоклаза и состоят практически целиком из роговой обманки, богатой магнием (антофиллит, жедрит). Различают следующие виды амфиболитов: биотитовые, гранатовые, кварцевые, кианитовые, скаполитовые, цоизитовые, эпидотовые и др. амфиболиты.

Кварциты — зернистая горная порода, состоящая из зерен кварца, сцементированных более мелким кварцевым материалом. Образуется при метаморфизме кварцевых песчаников, порфириров. Структуры гранобластовые, лепидобластовые и др. Текстуры массивные, слоистые, иногда сланцеватые.

Встречаются в корях выветривания, образуясь при метасоматозе (гипергенные кварциты) с окислением медноколчеданных месторождений. Они служат поисковым признаком на медноколчеданные руды

Метаморфизированный песчаник (кварцит)

Метаморфизированные песчаники, состоят из кварцевых песков, сцементированных кристаллическим кремнеземом. Отдельные зерна кварца в кварцитах на глаз почти неразличимы. Кварциты представляют собой чрезвычайно прочную, плотную и труднообрабатываемую горную породу, хорошо противостоящую выветриванию. Чистые кварциты белого цвета, но в зависимости от растворенных в цементе примесей могут быть красного, фиолетового и темно-вишневого цвета.

Джеспилит - железистый кварцит, образовавшийся в результате метаморфизма железисто-кремнистых химических и вулканогенных осадков. Состоит из чередующихся рудных магнетито-гематитовых и нерудных кварцевых прослоев толщиной 0,5—3 мм. В зависимости от количества рудных минералов и степени их дисперсности прослой имеют серую, темно-серую, синеватую и красную окраску. Содержание железа колеблется от 20 до 42 %. Структура зернистая или мелкозернистая. Текстура полосчатая, полосчато-плойчатая.

Используется как железная руда.

Гнейсы — метаморфическая горная порода, характеризующаяся более или менее отчетливо выраженной параллельно-сланцеватой, часто тонкополосчатой текстурой с преобладающими гранобластовыми и порфиробластовыми структурами и состоящая из кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклазов и цветных минералов. Выделяют: биотитовые, мусковитовые, двуслюдяные, амфиболовые, пироксеновые и др. гнейсы.

Мрамор- полнокристаллическая метаморфическая карбонатная порода, образованная в результате перекристаллизации известняка или доломита. Структура гранобластовая, текстура, обычно, массивная. Для мрамора свойственно разнообразие окраски, нередко наличие рисунка и узоры. Является декоративным облицовочным камнем. Используется в черной металлургии, стекольной промышленности в качестве электроизоляционного материала, наполнителя и др. Мрамор- материал для скульптурных работ, украшения интерьеров.

Роговик- плотная порода контактового метаморфизма с хорошо выраженным зернистым строением. Структура массивная. Цвет бурый, серый, белый. Сложен кварцем, слюдами, полевыми шпатами, гранатами, реже амфиболами, пироксенами и др. Используется в качестве сырья для получения прочного щебня.

Милониты- тонкоперетёртая горная порода с отчетливо выраженной сланцеватой текстурой. Образуются в зонах дробления, особенно по плоскостям надвигов и сбросов. Разорванные блоки горных пород, перемещаясь, дробят, перетирают и одновременно сдавливают породы, вследствие чего она становится компактной и однородной. Для милонитов характерны полосчатые текстуры, расслоённость и флюиальность. От

катаклазитов отличается большей степенью раздробленности и развитием параллельной текстуры

Серпентинит (змеевик) — плотная горная порода, образовавшаяся в результате изменения (серпентинизации) гипербазитов при метаморфизме магматических пород группы перидотита и пикрита, иногда также доломитов и доломитовых известняков

Состоит главным образом из минералов группы серпентина и примеси карбонатов, иногда граната, оливина, пироксена, амфиболов, талька, а также рудных минералов магнетита, хромита и других. Самый чистый серпентинит образуется по перидотиту. Окраска зелёная с пятнами разных цветов.

Серпентинит имеет гладкую на ощупь поверхность. Структура волокнистая, текстура массивная, сланцеватость практически отсутствует. По особенностям минерального состава различают антигоритовые, хризолитовые, бронзитовые, гранатовые и другие серпентиниты.

Применяется в строительном деле для внутренней отделки общественных зданий и сооружений - для отделки интерьеров применяются полированные блоки и плиты серпентинита. Помимо указанного, применяется в технике. В частности при строительстве АЭС, в некоторые элементы конструкций добавляется «серпентинитовая галька» (мелкодисперсные 0,5-2 см фракции), в качестве биологической защиты

Таблица 5

Основные особенности важнейших типов метаморфических пород

Текстура	Структура	Минеральный состав	Строение и внешний вид	Название
Сланцеватая, иногда плейчатая	Микрочешуйчатая лепидобластовая, до скрытокристаллической	Серицит, хлорит, кварц, альбит, ± биотит	Плотные темные, зеленовато-серые или красноватые породы, со слабым шелковистым блеском	Филлиты
Сланцеватая	Лепидобластовая	Серицит, хлорит, кварц, альбит	Кремевые или светлые зеленовато-серые, мелкочешуйчатые породы, с шелковистым блеском, лучше раскристаллизованные, чем филлиты	Серицитовые, хлорит-серицитовые сланцы
Сланцеватая	Лепидобластовая, нематобластовая	Хлорит, актинолит, эпидот, альбит, ± кварц, ± биотит	Мелкозернистые зеленые породы с шелковистым блеском. В зависимости от состава исходных пород преобладает тот или иной цветной минерал	Зеленые сланцы (хлоритовые, актинолитовые и др.)
Сланцеватая	Лепидобластовая	Тальк	Чешуйчатая масса талька	Тальковый сланец
Сланцеватая	Гранобластовая, лепидобластовая	Кальцит, доломит, тремолит, хлорит, кварц	Мелкозернистые, светлые зеленоватые породы; реагируют с разбавленной соляной кислотой	Известковистые сланцы
Сланцеватая	Лепидобластовая	Биотит, мусковит, кварц, иногда гранат	Средне- или крупнозернистые породы с большим количеством слюды; кварц	Двуслюдяные сланцы

Сланцеватая	Лепидограно-бластовая, порфиروبластовая	Мусковит, кварц, андалузит, ставролит, гранат, ± биотит	Мелко- и среднезернистые породы, от серого до светло-серого цвета, иногда с порфиробластами андалузита, ставролита, граната, рельефно выступающими на поверхностях сланцеватости	Мусковитовые сланцы
Сланцеватая	Лепидограно-бластовая	Мусковит, дистен, кварц, плагиоклаз, гранат	Светло-серые, средне- и крупнозернистые породы, гетеробластовые	Дистен мусковитовые сланцы
Сланцевая	Нематограно-бластовая, немато-бластовая	Глаукофан, лавсонит, жадеитовый пироксен, кварц, эпидот, альбит	Голубовато-серые, средне- и крупнозернистые породы	Глаукофановые сланцы («голубые сланцы»)
Гнейсовая	Нематограно-бластовая, лепидограно-бластовая	Роговая обманка, биотит, плагиоклаз, ± эпидот	Среднезернистые, темно-серые породы	Биотит-роговообманковые кристаллические сланцы
Гнейсовая	Нематограно-бластовая	Роговая обманка, плагиоклаз	Среднезернистые, темно-серые породы	Роговообманковые кристаллические сланцы
Гнейсовая	Гранобластовая, нематограно-бластовая	Пироксен, роговая обманка, плагиоклаз	Среднезернистые, темно-серые породы, со слабо выраженной линейностью в расположении минералов	Роговообманково-пироксеновые кристаллические сланцы
Гнейсовая	Гранобластовая	Пироксены (гиперстен, диопсид), плагиоклаз	Темно-серые, среднезернистые породы; линейность выражена неотчетливо	Пироксеновые (двупироксеновые) кристаллические сланцы
Гнейсовая, полосчатая	Лепидограно-бластовая	Биотит, плагиоклаз, кварц, ортоклаз	Мелко- и среднезернистые, светло-серые до серых породы, иногда тонкополосчатые	Биотитовые гнейсы
Гнейсовая, полосчатая, линзовидно-полосчатая	Лепидограно-бластовая	Роговая обманка, биотит, плагиоклаз, кварц, ортоклаз, ± эпидот	Мелко- и среднезернистые, серые, часто тонкополосчатые породы	Биотит-роговообманковые гнейсы
Гнейсовая, линзовидно-полосчатая	Нематограно-бластовая, гранобластовая	Роговая обманка, плагиоклаз, кварц	Мелко- и среднезернистые, серые породы	Роговообманковые плагиогнейсы
Гнейсовая, полосчатая	Лепидограно-бластовая, порфиروبластовая	Силлиманит, биотит, кварц, ортоклаз, гранат	Серые, среднезернистые породы, часто порфиробласты граната, ставролита	Биотит-силлиманитовые гнейсы
Гнейсовая, полосчатая, очковая	Лепидограно-бластовая, порфиروبластовая	Гранат, биотит, кварц, ортоклаз, плагиоклаз, ± кордиерит, ± силлиманит	Средне- и крупнозернистые, буровато- или розовато-серые породы, часто с порфиробластами граната	Биотит-гранатовые гнейсы
Гнейсовая, полосчатая	Лепидограно-бластовая	Дистен, мусковит, кварц, ортоклаз, плагиоклаз, ± гранат	Средне- и крупнозернистые породы, светло-серого цвета, неравномерно-зернистые	Дистеновые гнейсы

Гнейсовая	Гранобластовая	Пироксены, микроклин, кварц, плагиоклаз, ± гранат	Мелко- и среднезернистые, темно-серые породы	Пироксеновые гнейсы
Гнейсовая, очковая	Гранобластовая	Плагиоклаз, ортоклаз, кварц, биотит, роговая обманка	Неравномерно-зернистые породы, гранитного состава, светло-серые, розовато-серые	Гнейсограниты
Полосчатая	Гранобластовая	Полевые шпаты, кварц, биотит, роговая обманка, минералы метаморфических пород	Мелко- и среднезернистые, неравномерно-зернистые породы, состоящие из послойно чередующихся метаморфических пород (гнейсов, кристаллических сланцев) и гранитного материала	Мигматиты
Однородная, массивная	Гранобластовая, нематогранобластовая, нематобластовая	Роговая обманка, плагиоклаз, ± гранат	Мелко- и среднезернистые породы, от темно-серого с зеленоватым оттенком до черного цвета, сложенные преимущественно роговой обманкой	Амфиболиты
Массивная	Гранобластовая	Пироксен (омфацит), гранат (альмандин-пиропового ряда)	Бесполевошпатовые среднезернистые породы, состоящие из травяно-зеленого пироксена и буровато-красного граната	Эклогиты
Массивная	Гранобластовая	Кварц, иногда с примесью хлорита, биотита, серицита	Мелкозернистые, иногда сливные (отдельные зерна нельзя различить) белые, буровато-желтые, красноватые породы, блестящие на изломе; часто грубоплитчатая отдельность	Кварциты
Массивная	Гранобластовая	Кальцит или доломит, ± примесь диопсида, тремолита, гроссуляра	Зернисто-кристаллические, белые, светло-серые, реже темно-серые, красноватые или желто-бурые породы, изредка с неясно-полосчатой текстурой	Мраморы
Массивная	Микролепидогранобластовая	Кварц, биотит, альбит	Плотные, скрытокристаллические, темные, буровато-серые породы	Биотитовые роговики
Массивная	Микрогранобластовая (роговиковая)	Роговая обманка, плагиоклаз	Плотные, крепкие, темно-серые, темно-зеленые и черные породы	Роговообманковые роговики
Массивная	Микрогранобластовая (роговиковая)	Гиперстен, диопсид, плагиоклаз	Плотные, темно-серые до черного цвета, очень крепкие, тонкозернистые породы	Пироксеновые роговики
Массивная, пятнистая	Микрогранобластовая (роговиковая)	Диопсид, гранат, волластонит, кальцит, тремолит	Породы зеленоватого или желтоватого цвета полосчатого (реликтового слоистого) сложения, вязкие твердые, с раковистым изломом	Известково-силикатные роговики (скарноиды)

Массивная, пятнистая	Гетеробластовая, гранобластовая	Пироксен, гранат, плагиоклаз, везувиан, эпидот, магнетит, часто присутствуют шеелит, молибденит, халькопирит, галенит, сфалерит .	Средне- и крупнозернистые, темно-бурые, зеленовато-бурые породы, очень разнообразные по внешнему виду	Скарны
Однородная	Лепидогранобластовая	Кварц, мусковит или лепидолит, могут присутствовать турмалин, топаз, апатит, флюорит, касситерит, вольфрамит, арсено-пирит и др.	Светло-серые крупнозернистые породы	Грейзены
Однородная	Гетеробластовая	Кварц, серицит, алунит, каолинит, диаспор, андалузит, корунд, пирофиллит, встречаются халькопирит, арсенопирит, антимонит, сера, барит, золотосеребряная минерализация	Мелко- или среднезернистые породы белого, желтоватого или буроватого цвета, излом раковистый	Вторичные кварциты
Однородная	Гетеробластовая, кристаллобластовая, мелкочешуйчатая	Альбит, хлорит, эпидот, актинолит, кальцит, серицит, встречаются адуляр, цеолиты, пирит, галенит, сфалерит, золото, серебро и др.	Мелкозернистые, зеленовато-серые породы; характерны реликтовые структуры и текстуры	Пропилиты
Однородная	Гранобластовая	Кварц, серицит, карбонат, рассеянная вкрапленность пирита, может присутствовать полиметаллическая и золоторудная минерализация	Мелкозернистые, белые, светло-серые, желтоватые породы	Березиты
Однородная	Гранобластовая	Кварц, карбонат, фуксит, хлорит, рассеянная вкрапленность пирита, встречается медно-кобальтовая и золоторудная минерализация	Мелкозернистые породы, зеленого, серовато- или желтовато-зеленого цвета	Листвениты
Беспорядочная	Брекчиевая	Минеральный состав соответствует составу исходных пород	Угловатые и линзовидные обломки пород сцементированы раздробленным материалом тех же пород	Тектонические брекчии
Линзовидно-полосчатая, иногда очковая	Милонитовая, порфиробластовая	Минеральный состав определяется составом исходных пород	Тонкоперетертый, плотно сцементированный или рыхлый материал, от серого до черного цвета, иногда порфиробласты полевого шпата	Милониты

Приложения

1. Материалы для закрепления полученных знаний

Тема 1. Главные породообразующие и рудные минералы

Задание 1. Заполните таблицу:

Элементы симметрии в кристаллах

Категория сингонии	Группа сингонии	Примеры минералов
Высшая		
Средняя		
Низшая		

Задание 2. Приведите 4-5 примеров минералов к каждой форме:

Формы нахождения минералов в природе

Кристаллы	Сростки свободные	Сростки несвободные	Секреции	Натечные формы	Конкреции	Агрегаты

Задание 3. Впишите 3-4 примера к каждой группе.

Генезис минералов

Эндогенный			Экзогенный	
Пегматитовый	Пневматолитовый	Гидротермальный	Выветривания	Осадконакопления

Тема 2. Основные группы магматических, осадочных и метаморфических пород

Задание 5. Приведите примеры горных пород к каждой группе:

Магматические горные породы

Группа	Название породы	Химический состав	Минеральный состав	Структура
Интрузивные породы				
Эффузивные породы				

Осадочные горные породы

Группа	Название породы	Практическое применение
Обломочные породы		
Глинистые породы		
Хемогенные породы		
Органогенные породы		

Метаморфические горные породы

Типы метаморфизма	Название породы	Минеральный состав	Структура	Текстура
Региональный				
Ультраметаморфизм				
Динамометаморфизм				
Контактовый метаморфизм (катакластический)				
Метасоматоз				

2. Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету

1. Предметы геологии и литология, их научное и практическое значение.
2. Формы, размеры и масса Земли.
3. Геосферы Земли.
4. Строение Земной коры.
5. Типы Земной коры.
6. Строение мантии Земли.
7. Строение ядра Земли.
8. Магнетизм Земли.
9. Тепловое поле Земли
10. Методы определения возраста горных пород.
11. Геологическое летоисчисление. Геохронологическая шкала.
12. Стратиграфическая шкала.
13. Главные геологические события в истории развития Земли.
14. Понятие о кристалле.
15. Строение кристаллов.
16. Элементы симметрии кристаллов.
17. Понятие о сингонии.
18. Диагностические свойства минералов.
19. Формы нахождения минералов в природе.
20. Генезис минералов.
21. Классификация минералов.
22. Самородные элементы.
23. Сульфиды.
24. Оксиды и гидроксиды.
25. Карбонаты.
26. Сульфаты.
27. Галогениды.
28. Фосфаты.
29. Островные силикаты.
30. Цепочечные силикаты.
31. Ленточные силикаты.
32. Листовые силикаты.
33. Каркасные силикаты.
34. Понятие о горной породе. Классификация горных пород.
35. Классификация магматических горных пород.
36. Минеральный состав магматических горных пород.
37. Структура и текстура магматических горных пород.
38. Формы залегания магматических горных пород.
39. Понятие о метаморфизме. Виды метаморфизма.
40. Минеральный состав метаморфических горных пород.
41. Структура и текстура метаморфических горных пород.
42. Формы залегания метаморфических горных пород.
43. Классификация осадочных горных пород.

44. Минеральный состав осадочных горных пород.
45. Структура и текстура осадочных горных пород.
46. Формы залегания осадочных горных пород.
47. Обломочные осадочные горные породы.
48. Глинистые осадочные горные породы
49. Хемогенные осадочные горные породы.
50. Кремнистые осадочные горные породы
51. Карбонатные осадочные горные породы.
52. Породы коллекторы нефти и газа.
53. Породы покрышки.
54. Фосфатные породы.
55. Алюминистые породы.
56. Железистые породы.
57. Марганцевые породы.
58. Органогенные горные породы.
59. Каустобиолиты.
60. Складчатые и разрывные структуры Земной коры.
61. Платформы и их структура.
62. Геосинклинали и их структура.
63. Магматизм интрузивный и эффузивный.
64. Землетрясения. Сейсмическое районирование территории.
65. Тектонические движения, геологические результаты их проявления.
66. Выветривание горных пород.
67. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод.
68. Геологическая деятельность подземных вод.
9. Геологическая деятельность морей и океанов.
70. Диагенез осадков.

Зачет может быть проведен и в форме тестирования

Пример теста

- I. Какая из перечисленных наук не относится к геологии:
1. Минералогия.
 2. Геоморфология.
 3. Петрография.
 4. Генетика.

Примерное содержание теста

Модуль № 1

1. Главные геологические дисциплины.
2. Ведущие ученые геологи России.
3. Предмет и объект изучения геологии.
4. Геосферы Земли, их границы, строение, состояние вещества, химический состав.
5. Формы и размеры Земли.
6. Магнитосфера Земли: причины возникновения, границы, инверсия магнитного поля. Значение магнитосферы.
7. Тепловое поле Земли: значение, пояс постоянных температур, геотермический градиент и геотермическая ступень.
8. Строение кристалла.
9. Элементы симметрии кристалла.
10. Сингония, 7 групп сингоний.
11. Характерные признаки каждой группы сингонии.
12. Примеры минералов каждой группы сингонии.
13. Три категории сингонии.
14. Группы сингонии в каждой категории.
15. Генезис минералов, основные группы минералов по генезису.
16. Как образуются минералы пегматитового, пневматолитового, гидротермального и метаморфического генезиса?
17. Примеры минералов для каждой группы происхождения.
18. Основные принципы классификации минералов.
19. Примеры минералов из всех 8 изученных классов.
20. Возраст Земли. Абсолютное и относительное летоисчисление.
21. Геохронологическая шкала и ее подразделения.
22. Стратиграфическая шкала и ее подразделения.
23. Выучить наизусть номенклатуру геохронологических подразделений.
24. Основные тектоно-магматические эпохи в истории развития Земли.
25. Основные геологические события криптозоя.
26. Главные особенности палеозойской, мезозойской и кайнозойской эр.
27. Главные события четвертичного периода.

Модуль № 2

1. Принципы классификации горных пород.
2. План характеристики горных пород.
3. Две группы магматических пород по условиям образования.
4. Магма и ее свойства.
5. Роль компонентов магмы.
6. Основные продукты извержения вулканов.
7. Типы вулканических извержений.

8. Примеры интрузивных пород.
9. Примеры эффузивных пород.
10. Какие структуры характерны для магматических пород?
11. Какие текстуры характерны для магматических пород?
12. По какому принципу классифицируются магматические породы по химическому составу?
13. Примеры магматических пород основного состава.
14. Примеры магматических пород ультраосновного состава.
15. Примеры магматических пород среднего состава.
16. Примеры магматических пород кислого состава.
17. Формы залегания магматических пород.
18. Особенности происхождения осадочных пород.
19. Какие структуры характерны для осадочных пород?
20. Какие текстуры характерны для осадочных пород?
21. Основные группы осадочных пород.
22. Примеры грубообломочных пород.
23. Примеры среднеобломочных пород.
24. Примеры мелкообломочных пород.
25. На какие группы делятся пески по количеству минералов в их составе?
26. Примеры глинистых пород.
27. Группы хемогенных пород.
28. Примеры сульфатных пород.
29. Примеры карбонатных пород.
30. Примеры кремнистых пород.
31. Примеры галоидных пород.
32. Примеры фосфатных пород.
33. Примеры алюминистых пород.
34. Примеры марганцевых пород.
35. Примеры железистых пород.
36. Примеры органогенных пород.
37. Примеры каустобиолитов.
38. Примеры пород-коллекторов.
39. Примеры пород-покровов.
40. Происхождение метаморфических пород.
41. Типы метаморфизма.
42. Структуры метаморфических пород.
43. Текстуры метаморфических пород.
44. Минеральный состав метаморфических пород.
45. Породы регионального метаморфизма.
46. Породы ультраметаморфизма.
47. Породы контактового метаморфизма.
48. Катакластические породы.
49. Породы-метасоматиты.
50. Группы экзогенных процессов.
51. Факторы выветривания.

52. Землетрясение.
53. Геологическая работа рек.
54. Циклы развития речных долин.
55. Циклы развития речных террас.
56. Устьевые части рек.
57. Строение долины реки.
58. Формы аллювия на долине рек.
59. Отличия аллювия горных и равнинных рек.
60. Россыпные месторождения речных отложений.
61. Отложения временных водных потоков.
62. Овраги и балки.
63. Отложения плоскостного стока.
64. Экологическая роль поверхностных вод.
65. Водопроницаемые породы.
66. Водонепроницаемые породы.
67. Верховодка.
68. Грунтовые воды.
69. Межпластовые воды.
70. Артезианский источник.
71. Химизм подземных вод.
72. Породы, способствующие активному карстообразованию.
73. Формы карста.
74. Механическая работа морской воды.
75. Морфология дна Океана.
76. Группы морских организмов, участвующих в образовании осадочных пород.
77. Генетические типы осадков в морях и океанах.
78. Процесс диагенеза.
79. Процесс катагенеза.
80. Причины деформации горных пород.
81. Пластичная деформация горных пород.
82. Упругая деформация горных пород.
83. Основные типы складок.
84. Основные элементы складок.
85. Какие складки выделяются по механизму формирования?
86. Элементы разрывных нарушений.
87. Наиболее крупные элементы земной коры.
88. Древние и молодые платформы.
89. Основные структурные элементы платформ.
90. Какой магматизм типичен для платформ?
91. Строение геосинклинали.
92. Как сформировались горно-складчатые пояса?

3. Темы контрольных работ по курсу «Геология»

1. Современная геология: проблемы и перспективы.
2. История развития науки геология.
3. Глубинное строение Земли.
4. Земной магнетизм и его природа.
5. Тепловое поле Земли.
6. Строение земной коры материков и океанов.
7. Возраст Земли и геохронологическая шкала.
8. Методы определения возраста в геологии.
9. Геологическая хронология развития Земли.
10. Эволюция жизни на Земле.
11. Происхождение минералов.
12. Строение кристаллов.
13. Диагностические свойства минералов.
14. Формы нахождения минералов в природе.
15. Классификация минералов.
16. Самородные элементы.
17. Сульфиды.
18. Сульфаты.
19. Галогениды.
20. Оксиды и гидроксиды.
21. Карбонаты.
22. Фосфаты.
23. Силикаты (кольцевые, цепочечные, ленточные, листовые).
24. Силикаты (островные и каркасные).
25. Происхождение горных пород.
26. Магматические горные породы (интрузивные).
27. Магматические горные породы (эффузивные).
28. Осадочные горные породы, их состав, строение, классификация.
29. Обломочные горные породы.
30. Глинистые породы.
31. Карбонатные породы.
32. Соляные породы (сульфатные и хлоридные).
33. Кремнистые породы.
34. Породы коллекторы, их состав, строение и свойства.
35. Породы флюидоупоры (покрышки), их состав, строение и свойства.
36. Стадии образования и изменения осадочных пород.
37. Метаморфические горные породы.
38. Экзогенные и эндогенные геологические процессы
39. Магматизм (общая характеристика и происхождение).
40. Вулканизм: причины, стадии, продукты.
41. Тектонические движения и деформации земной коры.
42. Складчатые нарушения горных пород.
43. Разрывные нарушения горных пород.

44. Землетрясения и сейсмическая дислокация.
45. Выветривание горных пород и минералов.
46. Геологическая деятельность ветра.
47. Геологическая деятельность рек.
48. Геологическая деятельность подземных вод.
49. Карстовые процессы.
50. Геологические процессы в многолетнемерзлых горных породах (ММП)
51. Геологическая деятельность морей и океанов.
52. Геологическая деятельность озер и болот.

Вариант контрольной работы выбирается по двум последним номерам зачетки.

Рекомендуемая литература

1. Общая геология / Под ред. Соколовского А.К. т. 1,2. М.: КДУ, 2011.
2. Короновский Н.В. Общая геология. М.: КДУ, 2010.
3. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология. Учебник. М.: Академия, 2011.
4. Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий. М.: Академия, 2011
5. Добровольский В.В. Геология. Учебник М., Владос, 2004.
6. Мильничук В.С., Арабаджи И.С. Общая геология. М.: Недра, 1989.
7. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Основы геологии, минералогии и петрографии. М.: Высшая школа, 2008
8. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: КДУ, 2010
9. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Общая минералогия. М.: Академия, 2008
10. Булах А.Г. Минералогия, М.: Академия, 2011
11. Гущин А.А., Романовская М.А., Старев А.Н., Талицкий В.Г. Практическое руководство по общей геологии. М.: Академия, 2011
12. Егоров–Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: Учебник. КДУ, 2005
13. Ермолаев В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В. Геология. Часть 1. Основы геологии. М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2008.
14. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные породы и их изучение: Учеб. пособие для вузов.- М.: Недра- Бизнесцентр, 2007.
15. Япаскурт О.В. Литология. М.: Академия, 2008
16. Милютин А.Г. Геология. М.: Изд-во «Юрайт», 2012
17. Нуризянов Р.М. Геология. Лабораторный практикум. Альметьевск : Изд-во АГНИ, 2012
18. Нуризянов Р.М. Геология. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов и выполнению контрольной работы. Альметьевск : Изд-во АГНИ, 2011
19. Интернет - ресурсы:
www.catalogmineralov.ru
www.geoinform.ru

Подписано в печать 28.09.2012 г.

Формат 60×84/16

Печать RISO Объем 5,25 ус.печ.л.

Тираж 100 экз. Заказ № 83

ТИПОГРАФИЯ

АЛЬМЕТЬЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

НЕФТЯНОГО ИНСТИТУТА

423452, Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2

Электронная библиотека