

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО НОВОСИБИРСКИЙ ГАУ

М.С. Сиухина

Г Е О Л О Г И Я
С ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

Новосибирск 2015

УДК 551.1/4:63
ББК 26.22
С 415

Сиухина М.С. Геология с основами геоморфологии: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск. - 100с.

В пособии рассмотрены физические свойства минералов, формы их нахождения в природе. Большое внимание уделено характеристике основных пороодо- и почво-образующих минералов, горных пород и агрономических руд. Дана классификация природных вод и обоснована возможность их использования в орошении сельскохозяйственных культур по результатам химического анализа. Представлен обширный материал, характеризующий формы, типы, морфологию, степень расчлененности рельефа и геоморфологические особенности территории Новосибирской области.

Рецензенты: д-р биол. наук В.А. Андраханов (Институт почвоведения и агрохимии СО РАН); д-р биол. наук, профессор Н.Ф. Ганжара (РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева); д-р биол. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Н.Н. Наплекова (Новосибирский ГАУ).

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение и 06.03.01 Биология.

РАЗДЕЛ 1. ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

1.1. МИНЕРАЛЫ

Минералами называют природные химические соединения или самородные элементы, возникающие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на её поверхности (лат. *минера* – руда).

Большинство минералов – вещества твёрдые (кварц, полевые шпаты, слюды и др.), но есть жидкие минералы (ртуть, нефть) и газообразные (сероводород, углекислота). Из общего числа минералов около 3000 сравнительно немногие имеют широкое распространение в природе. Эти минералы, а их всего около 50, входят в состав многочисленных горных пород, и их называют породообразующими (табл. 1).

Табл. 1

Минералогический состав земной коры (по А.Е.Ферсману),
% по массе

Минерал	%
Полевые шпаты	55
Пироксены, амфиболы	15
Кварц	12
Слюды	3,0
Оксиды и гидроксиды	3,0
Глинистые минералы	1,5
Кальцит	1,5

По условиям образования они могут быть первичными и вторичными.

Первичные минералы образовались в глубоких сферах земной коры одновременно с формированием породы и сохранились в ней почти в неизменном состоянии. К ним относятся минералы магматического и метаморфического происхождения, такие как кварц, слюды, полевые шпаты, оливин, авгит, роговая обманка и др. *Вторичные минералы* образуются позже и часто за счет первичных на земной поверхности или вблизи нее. Главными вторичными почвообразующими минералами являются глинистые минералы, опал, лимонит, гипс, галит, кальцит и др.

Поскольку первичные минералы обладают различной устойчивостью к выветриванию, относительное содержание их в почвообразующих породах и почвах иное. Содержание кварца (SiO_2) как наиболее устойчивого к выветриванию минерала в рыхлых породах достигает 40-60% и более. Второе место занимают полевые шпаты – до 20%. Знание особенностей породообразующих минералов, их химического состава, физических свойств, поведения в коре выветривания имеет большое значение для изучения почвообразующих пород и почв: их агрофизических свойств, содержания зольных элементов питания и др.

Большинство твёрдых минералов, встречающихся в природе, являются кристаллами и имеют форму многогранников. Атомы, ионы и молекулы в кристаллической решётке расположены в постоянных точках (узлах) – в строго определённом для каждого минерала порядке. Углы между гранями кристалла также всегда посто-

янные. Основными элементами кристаллической решётки являются центр, оси и плоскости симметрии.

Плоскость симметрии (P) – воображаемая плоскость, которая делит кристалл на две равные части, причём одна из них является как бы зеркальным отражением другой.

Ось симметрии (L) – прямая линия, при вращении вокруг которой на 360° кристалл несколько раз повторяет своё начальное положение в пространстве.

Центр симметрии (C) – точка, расположенная внутри кристалла, вокруг которой правильно повторяются элементы ограничения и другие свойства кристалла.

В кристаллах возможны 32 комбинации элементов симметрии, которые называют кристаллографическими классами, или видами симметрии. Кристаллографические классы объединяются в семь сингоний (рис. 1). Высшая сингония – *кубическая*. В ней рёбра кристаллов расположены под прямым углом по трём осям координат и равны между собой. Средние – это *тетрагональная* (рёбра по двум осям равны, все углы прямые), *гексагональная* – (рёбра по двум осям равны, два угла прямые, один равен 120°) и *тригональная* (все рёбра равны, углы не равны 90°) сингонии.

К низшим сингониям относятся *ромбическая*, *моноклинная*, *триклинная*. Они характеризуются неравенством рёбер, прямыми (ромбическая) или не равными 90° углами.

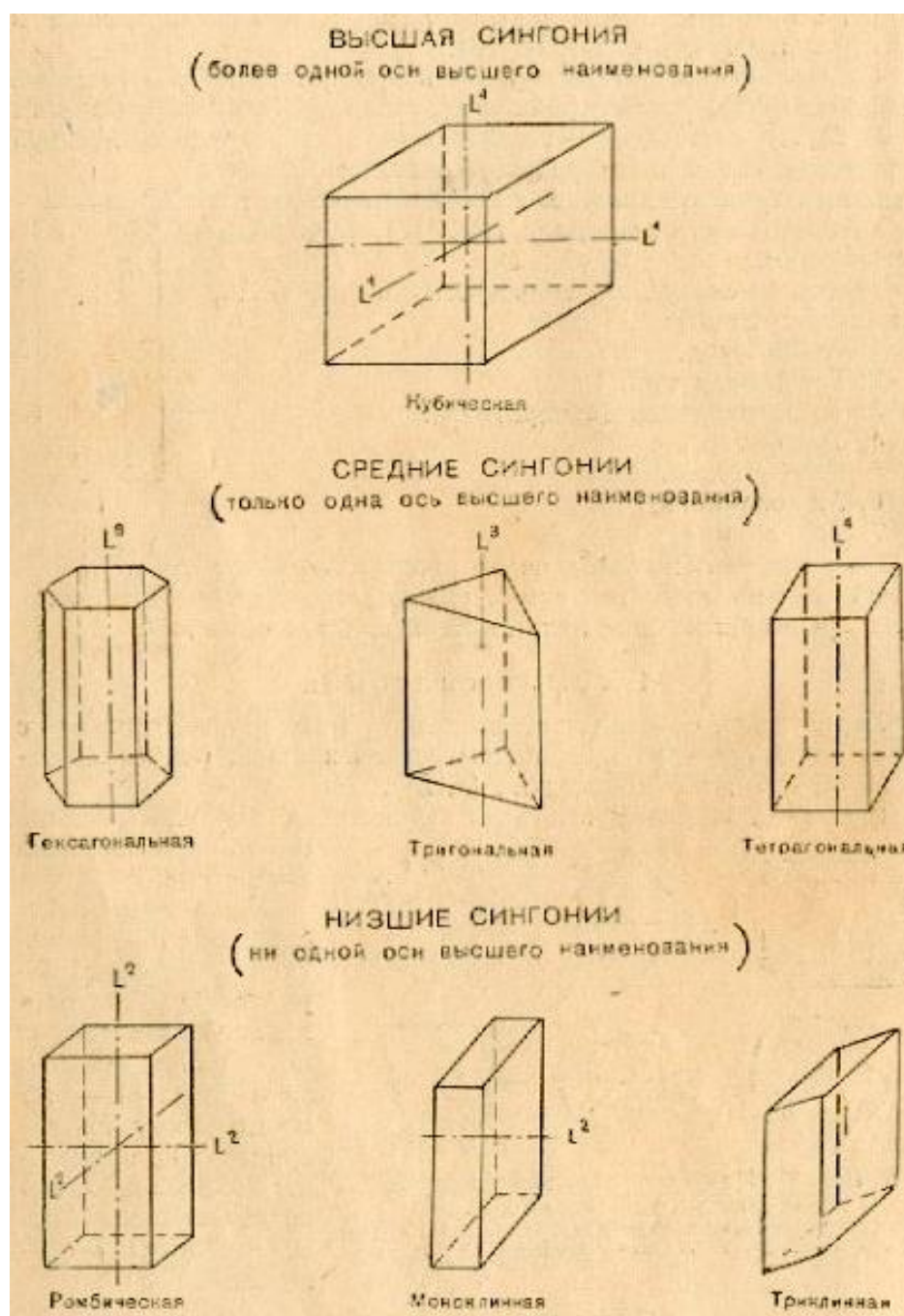


Рис.1. Кристаллографические сингонии

Каждая сингония характеризуется определенным количеством осей и плоскостей симметрии, наличием или отсутствием центра симметрии. Одна и та же сингония может иметь кристаллы с различным числом плоскостей и осей симметрии, но не превышающим определенный максимум элементов симметрии (табл. 2).

Характеристика кристаллографических сингоний.

Категория	Сингония	Элементы симметрии		Минералы
		максимум	минимум по которому определяют сингонию	
Низшая	Триклинная	C	C (или может, отсутствовать)	Альбит, лабрадор
	Моноклинная	L ₂ ; P; C	L ₂ или P	Ортоклаз, гипс, роговая обманка
	Ромбическая	3 L ₂ ; 3P; C	3 L ₂ или 3P	Оливин, топаз
Средняя	Тригональная	L ₃ ; 3L ₂ ; 3P, C	L ₃	Кальцит, кварц, доломит, гематит
	Тетрагональная	L ₄ ; 4 L ₂ ; 5P; C	L ₄	Халькопирит, циркон
	Гексагональная	L ₆ ; 6 L ₂ ; 7P; C	L ₆	Апатит, нефелин
Высшая	Кубическая	4L ₃ ; 3L ₄ ; 6L ₂ ; 9P; C	4L ₃	Галит, гранат, пирит, сильвин

Подсчитано, что около 38% минералов кристаллизуются в триклинной и моноклинной, 23% в ромбической, 10 – 12% в кубической сингониях.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Внутреннее строение и химический состав минералов определяют их физические свойства. Морфологическими признаками являются внешний вид (облик) минерала и форма нахождения его в природе. Совокупность этих признаков и свойств позволяет определить минерал любого класса.

К главным физическим свойствам минералов относятся: блеск, твёрдость, цвет минерала и цвет черты, побежалость, прозрачность, спайность, излом, плотность, магнитность, вкус, вскипание от кислоты и др.

Необходимо помнить, что некоторые признаки и свойства являются для минерала постоянными (твёрдость, удельная масса), другие могут меняться (цвет, блеск). Поэтому нельзя ограничиваться определением одного признака или свойства минерала, надо изучать в каждом случае всю совокупность морфологических признаков и физических свойств.

При определении минералов по внешним признакам необходимо обращать внимание в первую очередь на общие у всех минералов наблюдаемые признаки, а затем переходить к рассмотрению индивидуальных особенностей минералов.

В первую очередь обращается внимание на блеск минералов, после этого на твёрдость, на цвет, на черту и т.д.

Блеск

Блеск – способность минералов отражать своими поверхностями свет.

По блеску все минералы принято делить на две группы.

1. *Минералы с металлическим блеском*, поверхность которых напоминает блеск поверхности свежего излома металлов. Минералы с металлическим блеском непрозрачны и тяжелы. Металлический блеск характерен для самородных элементов многих сульфидов, некоторых оксидов (золото, пирит, свинцовый блеск, магнетит и др.). К этой же группе относятся минералы, обладающие *металловидным* или *полуметаллическим* блеском, напоминающим блеск потускневших от времени металлов (графит, киноварь, авгит и др.).

2. *Минералы с неметаллическим блеском*. По интенсивности выделяют следующие виды неметаллического блеска.

2.1. *Алмазный* – сильный, искрящийся, напоминающий «игру» алмаза (алмаз, сфалерит).

2.2. *Стеклянный* – напоминает блеск поверхности стекла, наблюдается у большого числа минералов (горный хрусталь, полевые шпаты и др.).

2.3. *Перламутровый* – аналогичен блеску перламутра (отливает радужными цветами). Наблюдается большей частью у минералов с хорошо выраженной спайностью, на плоскостях спайности (некоторые кальциты и опалы, слюды, гипсы, и др.).

2.4. *Шелковистый* – мерцающий, подобен блеску шелковых тканей, характерен для минералов, имеющих волокнистое строение (селенит – волокнистый гипс, асбест).

2.5. *Жирный блеск* – поверхность минерала как бы смазана жиром. Жирный блеск особенно характерен для мягких минералов (тальк).

2.6. *Восковой блеск* – слабый жирный (халцедон).

2.7. *Матовые минералы* – блеск у минерала отсутствует (пирролюзит, каолин, охры, боксит и др.).

Цвет

Цвет минералов очень различен. Он зависит от химического состава и структуры кристаллов, от присутствия в них красящих элементов (хромофор) и механических примесей, которые могут изменить окраску, не изменив других свойств. Благодаря хромофорам и примесям цвет одного и того же минерала может быть различным. Например, кальцит встречается бесцветный, белый, жёлтый, зелёный, голубой, фиолетовый, бурый, чёрный. Поэтому не следует определять минералы только по цвету, всегда нужно определение дополнять другими признаками. Для некоторых минералов цвет является постоянным признаком (у пирита – латунно-жёлтый, у малахита – зелёный, у лазурита – синий, у серы – жёлтый и т.д.). Многие названия минералов даны по этому признаку, например: гематит (греч. *гематикос* – кровавый), альбит (лат. *альбус* – белый), рубин (лат. *рубер* – красный). Для определения цвета необходимо иметь свежий излом металла.

Некоторые мало прозрачные и непрозрачные минералы в порошке имеют совершенно иную окраску, чем в куске. Для получения порошка минерала применяют-

ся неглазированная фарфоровая поверхность, по которой проводят куском минерала, минерал оставляет след (черту), мелкие порошинки минерала, окрашенные в определённый цвет. Например, у пирита цвет латунно-жёлтый, порошок – чёрный со слабым зеленоватым оттенком, гематит – тёмно-серый, а в порошке вишнёво-красный.

Побежалость

Некоторые минералы, особенно содержащие медь, на своей поверхности имеют пёстроокрашенную тонкую плёнку (радужную), обусловленную процессами химического выветривания. Цвет этой плёнки отличается от цвета самого минерала. Это явление получило название **побежалости**. Побежалость особенно характерна для халькопирита CuFeS_2 , на его поверхности часто образуется плёнка радужного или синего цвета.

Твёрдость

Под твёрдостью понимают степень сопротивления минерала царапанию остриём другого минерала. Твёрдость - величина для каждого минерала довольно постоянная, поэтому имеет большое практическое значение для диагностики минералов.

Для определения твёрдости в абсолютных единицах нужны специальные приборы, поэтому для практических целей принято определять твёрдость минералов в условных единицах по шкале Мооса. Она состоит из 10 минералов, подобранных по возрастающей твердости, которые условно обозначаются баллами от 1 до 10 (табл. 3). Например, твёрдость талька – 1, кварца – 7, алмаза – 10; фактическая твёрдость этих минералов определённая твёрдомером ТМТ-2: тальк – 2,4; кварц – 1120, алмаз – 10060 кг/мм^2 . Алмаз - самый твёрдый минерал. Он более чем в 4000 раз твёрже талька.

Таблица 3

Шкала твёрдости минералов Мооса

Минерал	Относительная твёрдость по Моосу
Тальк	1
Гипс	2
Кальцит	3
Флюорит	4
Апатит	5
Ортоклаз	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

Для определения твёрдости на испытуемом минерале выбирают чистые участки, лучше поверхность свежего излома. Затем царапают испытуемый минерал остриём минерала шкалы Мооса.

Кроме образцов минералов шкалы Мооса, для определения твёрдости минералов можно использовать разные легкодоступные предметы, твёрдость которых в цифрах шкалы Мооса известна, например: твёрдость графита в карандаше – 1, твёрдость ногтя – 2,5, твёрдость медной монеты – 3, твёрдость стекла – 5, твёрдость стального ножа – 6. Нож будет давать царапину на минералах, имеющих твёрдость 5 и меньше. Минералы, имеющие твёрдость 6 и более, оставляют царапины на ноже и стекле. Если минерал пишет на бумаге, не оставляя на ней царапин, твёрдость его равна 1.

По твёрдости все минералы удобно делить на 4 группы.

1. *Мягкие минералы* (твёрдость 1-2) – ноготь оставляет царапину на минерале (тальк, графит, гипс).

2. *Минералы средней твёрдости* (твёрдость 3-4) – ноготь не оставляет царапин на минерале, минерал не оставляет царапин на стекле, но оставляет на ногте (кальцит, халькопирит).

3. *Твёрдые минералы* (твёрдость 5-7) – минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет на горном хрустале (полевые шпаты).

4. *Очень твёрдые минералы* (твёрдость выше 7) – минерал оставляет царапину на горном хрустале (топаз, кроунд, алмаз).

Спайность

Спайностью называют способность минералов при ударе раскалываться и давать ровные, гладкие, блестящие поверхности спайности. Спайностью обладают кристаллические минералы, поэтому в определённых направлениях они оказывают более слабое сопротивление физическому воздействию и легче раскалываются.

Спайность у различных минералов выражена в различной степени. В зависимости от этого различают следующие виды спайности:

1. *Весьма совершенная* – минералы очень легко расщепляются в одном направлении на тонкие пластинки с гладкими блестящими поверхностями (слюды).

2. *Совершенная спайность* – при слабом ударе минерал раскалывается по определённым направлениям и даёт ровные блестящие поверхности спайности. Совершенная спайность у одних минералов (топаз, вольфрамит) может быть выражена в одном направлении. У других (полевые шпаты) она бывает выражена в двух или трёх направлениях (кальцит, каменная соль и т.д.). Все так называемые шпаты обладают совершенной спайностью (рис. 2).

3. *Средняя спайность* – минералы при ударе раскалываются на осколки, ограниченные примерно в одинаковой степени как плоскостями спайности, так и неправильными поверхностями излома (авгит).

4. *Несовершенная* – при ударе минералы раскалываются на куски различной формы, ограниченные неровными поверхностями, а спайность на границе раскола выражена слабо (апатит, халькопирит).

5. *Спайность отсутствует* – минерал при ударе раскалывается по неопределённым направлениям и даёт неровные поверхности излома (кварц, пирит, касситерит).

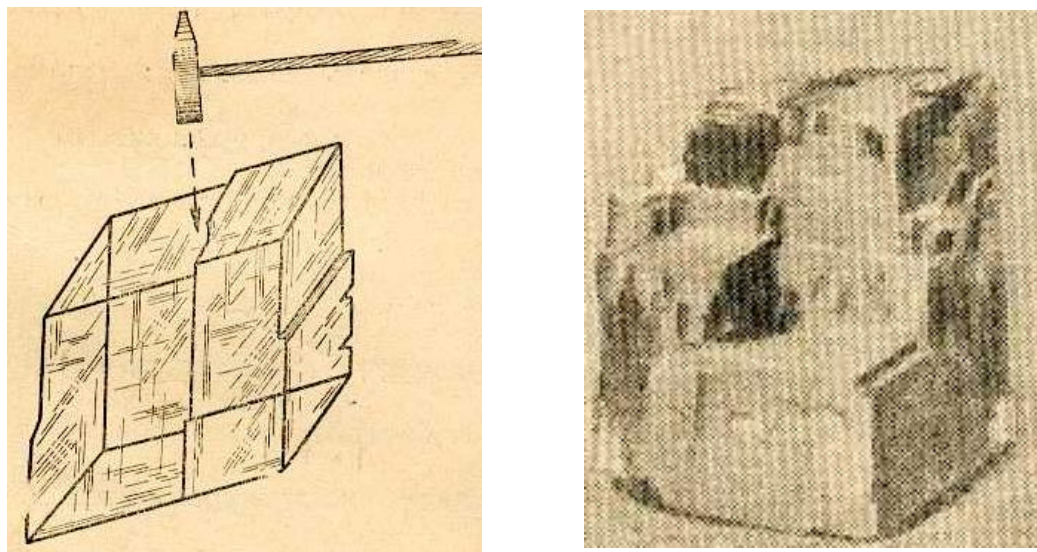


Рис. 2. Спайность, совершенная в трёх направлениях (кальцит слева и галенит справа).

Плоскость спайности необходимо отличать от граней кристалла, которые у кварца, пирита, магнетита выражены очень чётко.

У минералов плотных, землистых, порошковатых, волокнистых спайность не проявляется.

Излом

Излом – поверхность, возникающая у минералов при расколе. Чем совершеннее спайность, тем труднее установить характер излома. Нередко характер излома является постоянным признаком для минерала. Минералы, обладающие спайностью, дают ровный излом (кальцит, галит). У минералов, не обладающих спайностью, выделяют несколько видов излома.

1. *Зернистый* – на поверхности излома хорошо видны отдельные кристаллы, из которых состоит минерал; характерен для минералов имеющих зернистое строение (ангидрит, отдельные разновидности апатита и гипса).

2. *Занозистый* – характерен для минералов волокнистого строения (роговая обманка, асбест, гипс волокнистый).

3. *Неровный* – наблюдается у минералов лишённых спайности, характеризуется неровной поверхностью (кварц, нефелин).

4. *Раковистый* – похожий на внутреннюю поверхность раковины (обсидан – вулканическое стекло, халцедон) (рис. 3).

5. *Землистый* – поверхность излома матовая, шероховатая как бы покрытая пылью. Характерен для землистых минералов (каолинит, лимонит, боксит и др.)

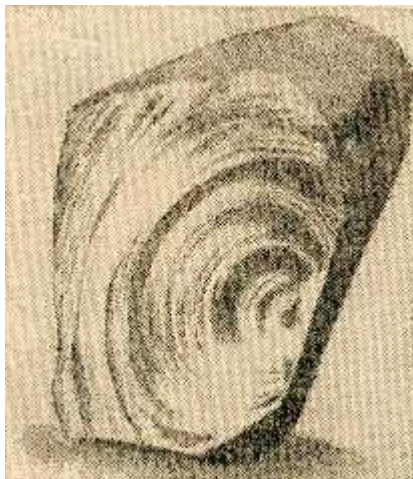


Рис. 3. Раковистый излом (вулканическое стекло).

Плотность

У разных минералов весьма различна и изменяется от $0,9$ до 23 г/см^3 . Большая часть нерудных минералов имеет плотность $2-4 \text{ г/см}^3$. Плотность рудных минералов более 4 . Все минералы по плотности делят на три группы.

1. *Лёгкие минералы* с плотностью до $2,5 \text{ г/см}^3$ (гипс, галит, сера, и др.).
2. *Минералы средней плотности* $2,5-4 \text{ г/см}^3$ (кварц, полевые шпаты, слюды, кальцит, доломит и т.д.).
3. *Тяжёлые минералы* с плотностью более 4 г/см^3 (магнетит, гематит, свинцовые и серебряные руды, пирит, самородные металлы).

Непрозрачные минералы с металлическим блеском обычно тяжёлые, прозрачные минералы со стекляннным блеском - сравнительно лёгкие. Для точного определения плотности минералов существуют лабораторные методы. Для практических целей, взвешивая минерал на руке, можно отнести его к лёгкой, средней или тяжёлой группе.

Магнитность

Это способность минералов действовать на магнитную стрелку или притягиваться магнитом. Магнитностью обладают минералы, содержащие железо, никель, кобальт (магнетит, пирротин и др.).

Вкус

В группе мягких и средней твёрдости минералов, обладающих неметаллическим блеском, имеющих белую черту и растворимых в воде, можно выделить минералы, обладающие вкусом. Особенно важно это свойство для минералов класса галлоидов и многих солей кислородных кислот. По вкусу минералы бывают *солёные* (галит), *горько-соленые* (сильвин), *горькие* (карналлит), *вяжущие* (медный купорос), *жгучие* (селитра), *щелочные* (сода). **Испытание на вкус нужно производить очень осторожно и только после разрешения преподавателя, т.к. встречаются ядовитые минералы.**

Запах

При трении желваков фосфоритов друг о друга возникает запах жжёной кости, горелой кожи (свидетельствует о присутствии фосфора). Некоторые минералы (сера, янтарь) при нагревании легко загораются и испускают характерные запахи. Запах ощущается при выбивании искр из минерала (сернистого газа для пирита, марказита, чеснока – для арсенопирита и других мышьяковистых минералов).

Вскипание от кислоты

(10%-й раствор HCl)

Важное свойство минералов группы карбонатов, наблюдается при действии раствора кислоты вследствие реакции разложения, сопровождающейся выделением углекислого газа:



Выделение углекислого газа сопровождается «шипением» и вскипанием. Некоторые карбонаты (кальцит) разлагаются холодной кислотой в куске, другие (доломит) необходимо размельчить в порошок, третьи (магнезит) реагируют только с горячим раствором кислоты. Для определения вскипания несколько капель 10%-й HCl наносят из капельницы на свежую поверхность минерала.

Определить минерал или горную породу можно по специальным определителям.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В ПРИРОДЕ

Кроме указанных свойств минералов, очень важным признаком для некоторых из них служит форма агрегатов, т.е. скопления минеральных зёрен или кристаллов. Минералы в природе встречаются в различных формах.

1. *Монокристалл* – одиночный, хорошо выраженный многогранник размером от нескольких миллиметров до двух метров. По форме одиночного кристалла можно определить минерал. Кристаллы галита, пирита, галенита имеют форму куба, кальцита – ромбоэдра, горного хрусталя – шестигранника.

2. *Двойники и тройники* представляют взаимное срастание хорошо оформленных двух – трёх кристаллов минерала. Часто двойники, тройники образуют гипс, галит, ортоклаз, горный хрусталь.

3. *Сростки* множество кристаллов дают несколько разновидностей внешних форм.

3.1. *Щётки* – большое количество хорошо выраженных кристаллов, более или менее одинаковых по высоте, выросших на плотную поверхность.

3.2. *Друзы* – наросты крупных кристаллов, различных по величине и ориентации (горный хрусталь, кальцит, гипс, турмалин) (рис. 4).

3.3. *Жеода* – группа кристаллов (рис. 5), нарастающая на стенки пустот, постепенно заполняя их, от периферии к центру – сера, аметист, гипс, кварц.

3.4. *Конкреции* – агрегаты шарообразной формы (желваки) с радиально-лучистым строением внутри (рис. 6). Рост конкреций осуществляется от центра к периферии (фосфорит, марказит).

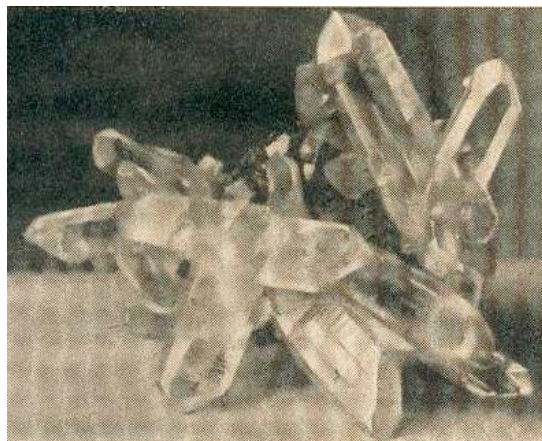


Рис. 4. Друза кристаллов горного хрусталя



Рис. 5. Жеода, заполненная друзами аметиста



Рис. 6. Конкреции фосфорита

3.5. *Зернистые* – сросшиеся зёрна минералов (пирит, апатит).

4. *Плотные кристаллические массы* – в них зёрна кристаллов можно различить только в микроскоп. На глаз масса минерала кажется однородной (халцедон, яшмы).

5. *Натечные формы* – образуются в результате выделения минералов в твёрдом виде из раствора при испарении последнего в пустотах, пещерах. Они имеют различные очертания.

5.1. *Почковидные* – (малахит), (рис. 7).



Рис. 7. Почковидная натечная форма малахита

5.2. *Бугорчатые* – (лимонит).

5.3. *Сталактитовые и сталагмитовые* (сосулькообразные) – (кальцит) (рис.8).

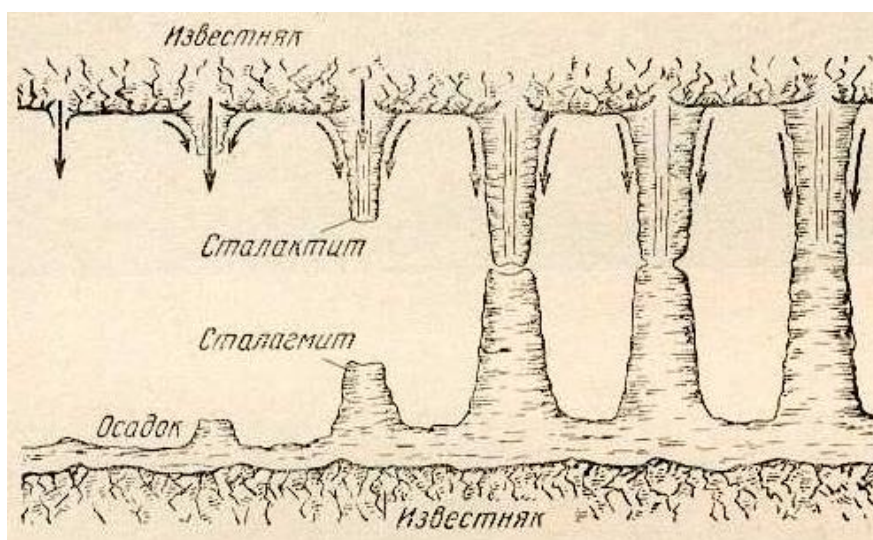


Рис. 8. Сталактиты и сталагмиты

6. *Игольчатые, призматические* – кристаллы имеют удлинённую форму (роговая обманка, гипс - селенит).

7. *Листовые, пластинчатые, чешуйчатые* – (слюды).

8. *Оолиты* – небольших размеров шарики, имеющие концентрически скорлуповатое строение (рис. 9). Эти шарики (оолиты) бывают или сцементированы плотной основой, или находятся в рыхлом состоянии (бурый железняк, боксит, пиролюзит).

9. *Землистые* – внешним видом напоминают рыхлую почву. Легко растираются пальцами (каолин).

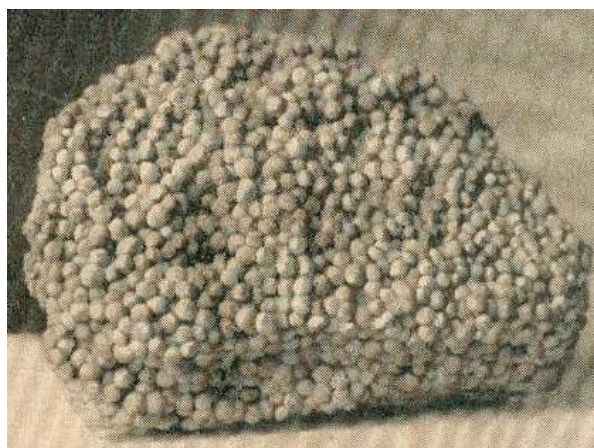


Рис. 9. Оолитовое строение

10. *Дендриты* – при быстрой кристаллизации в тонких трещинах или вязком веществе (в глине) возникают скелетные образования, напоминающее по форме ветви дерева потому, что отдельные кристаллы нарастают друг на друга (рис. 10). Такие формы получили название дендритов (ледяные узоры на окнах, самородные медь и серебро).



Рис. 10. Дендрит. Самородная медь

11. *Выцветы мельчайших кристаллов* – периодически появляющиеся отложения солей (сульфатов, галоидов) на поверхности сухих почв, горных пород, руд. В дождливые периоды они исчезают, в сухую погоду появляются вновь.

КЛАССИФИКАЦИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОВ

Первоначально минералы подразделяли по внешним признакам: блеску, твёрдости, цвету в куске и порошке (черта) и т.д. Затем стали использовать кристаллографическое строение и химический состав. Все минералы подразделяют на несколько классов, главными из них являются самородные элементы, оксиды и гидроксиды, сульфиды, галоиды, соли кислородных кислот, силикаты.

Минералы в земной коре подвергаются процессам выветривания (окисление, растворение, гидролиз, гидратация и др.), под влиянием которых одни минералы превращаются в другие, кристаллические формы в аморфные и наоборот.

1 КЛАСС. САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Представлены минералами, состоящими из одного химического элемента. К самородным металлоидам относятся: графит, сера, алмаз и др.; к металлам – золото, серебро, платина. Наиболее распространенными минералами этого класса являются графит, алмаз, сера.

Графит (C)

Происхождение: магматическое, метаморфическое. Встречается главным образом в виде чешуйчатых, тонкозернистых, плотных и землистых масс.

Физические свойства: твёрдость 1, плотность 2,2, цвет стально-серый до чёрного, черта чёрная, спайность совершенная в одном направлении.

Диагностика: чёрный цвет, пишет на бумаге, пачкает руки, на ощупь жирный.

Применение: в гальванопластике, для производства карандашей, жаростойких тиглей, электродов в атомных реакторах и в других целях.

Алмаз (C)

Различия между графитом и алмазом обусловлено различными модификациями самородного углерода – неодинаковым расположением атомов углерода в кристаллической решётке (рис.11).

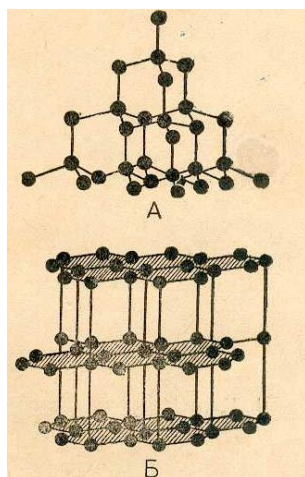


Рис. 11. Кристаллические решётки алмаза (А) и графита (Б)

Происхождение: магматическое, образуется при высоких давлении и температуре в так называемых «трубках взрыва».

Физические свойства: твёрдость 10, плотность 3,5, обладает характерным свойством лучепреломления (даёт своеобразную игру цветов отражаемого им света) и сильным алмазным блеском, сингония кубическая, чистый алмаз прозрачен.

Диагностика: исключительная твёрдость (10), сильный алмазный блеск.

Разновидности: бриллиант – искусственно огранённый алмаз, борт – шаровидный алмаз, карбонадо – чёрного, серого цвета, плотный или тонкозернистый.

Применение: прозрачный алмаз – драгоценный камень. Тёмноокрашенные разновидности алмаза применяют для бурения, резания стекла, как абразивный материал, для гравировки на камне и металле, для вытягивания тонких проволок (вольфрамовой, молибденовой, медной).

Сера (S)

Происхождение: может быть первичного и вторичного происхождения. Первичная сера образуется при вулканических извержениях, вторичная – из сернокислых соединений в процессе их выветривания. Залегаёт на поверхности земли, образуя землистые порошкообразные массы, плотные корочки, налёты, друзы, включения, псевдоморфозы по органическим остаткам.

Физические свойства: блеск жирный, на поверхности кристалла стеклянный, твёрдость 1-2, плотность 2, цвет жёлтый, черта белая, спайность отсутствует, сингония ромбическая, моноклинная, встречается и в аморфном состоянии, легко плавится при температуре 112°C , горит, издавая удушливый запах сернистого газа.

Диагностика: светло-жёлтый цвет, загорается от спички и горит голубым пламенем с образованием сернистого газа, имеющего резкий удушливый запах.

Применение: в сельском хозяйстве для борьбы с сельскохозяйственными вредителями, в производстве серной кислоты, в бумажной, резиновой, электротехнической промышленности, в производстве пороха, красок, в медицине.

2 КЛАСС. СУЛЬФИДЫ

К группе сульфидов относится большое количество минералов (около 10% от числа всех минералов), но они не являются пороодообразующими, т.к. их содержание в земной коре незначительное, всего около 15% от её массы. Сульфиды - руды многих важных металлов: меди, серебра, свинца, цинка, ртути и др. Наиболее распространёнными и важными являются пирит, галенит, сфалерит, киноварь.

Пирит (железный или серный колчедан) (Fe S_2) (рис.12)

Химический состав: Fe - 46,6%, S - 53,4%, содержит примеси Cu, Zn, Au, Ag, Ni, Co. Из класса сульфидов пирит - самый распространённый минерал.



Рис. 12. Кристаллы пирита кубической формы с параллельной штриховкой на гранях

Происхождение: способы его образования разнообразны: в результате кристаллизации из магмы, при метаморфических процессах и при выветривании. Встречается в виде отдельных кристаллов, имеющих форму куба, сплошных кристаллических масс и конкреций.

Физические свойства: сингония кубическая, твёрдость 6-6,5 (самый твёрдый из сульфидов), плотность 4,9-5,2. Блеск металлический, цвет латунно-жёлтый, черта чёрная со слабым зеленоватым оттенком, спайность отсутствует, хрупкий.

Диагностика: металлический блеск, латунно-жёлтый цвет, черная черта, большая твёрдость (царапает стекло и лезвие ножа).

Применение: основное сырьё для производства серной кислоты, извлечения золота, серебра, меди, кобальта и других элементов.

При выветривании пирит быстро разрушается, в результате образуются бурые железняки, гематит, сидерит.

Халькопирит (медный колчедан) ($Cu Fe S_2$)

Химический состав: Cu - 34,5%, Fe – 30,5%, S - 35%, примеси Au, Ag, Se.

Происхождение: преимущественно гидротермальное, халькопирит обычно даёт сплошные зернистые или плотные массы, реже – вкрапления в породе по контакту магматических пород с известняком, а также в осадочных породах.

Физические свойства: блеск металлический, цвет золотисто-жёлтый, часто с радужной или синей побежалостью, черта чёрная с золотистым оттенком, сингония тетрагональная, твёрдость 3,5-4, плотность 4,1-4,3, спайность отсутствует.

Диагностика: небольшая твёрдость – царапается ножом, сильный металлический блеск, черта чёрная.

Применение: основная руда на медь, медный купорос ($CuSO_4$) применяется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

При выветривании халькопирита образуются малахит, азурит, сульфаты.

Галенит (свинцовый блеск) ($Pb S$) (рис.13)

Химический состав: Pb - 86,6%, S - 13,4%, часто содержит примеси Ag, Cu, Zn и др.

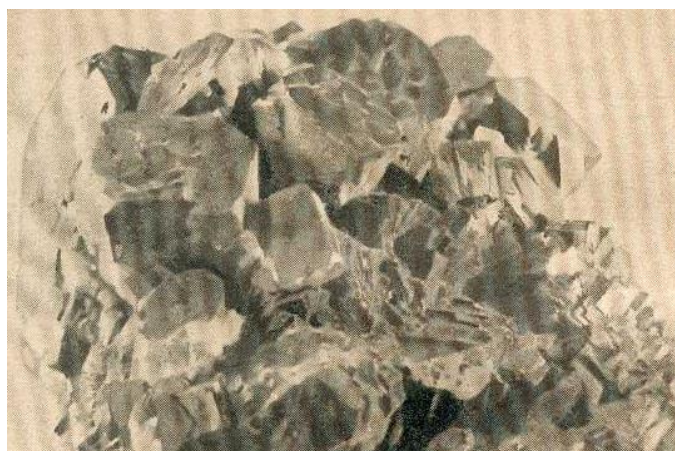


Рис. 13. Галенит (свинцовый блеск)

Происхождение: гидротермальное, образуется в жилах вместе с кварцем, цинковой обманкой, флюоритом. Встречается в виде хорошо образованных кристаллов или сплошных скрытокристаллических масс. Обычно галенит встречается вместе со сфалеритом.

Физические свойства: сингония кубическая, твёрдость 2-3, плотность 7,4-7,6, хрупок, блеск сильнометаллический, спайность весьма совершенная в трёх направлениях по граням куба. При ударе распадается на мелкие кубики, цвет свинцово-серый, черта серовато-чёрная.

Диагностика: сильный металлический блеск, черта чёрная, кубическая форма кристаллов, большая плотность.

Применение: важнейшее сырьё для производства свинца и серебра.

Сфалерит (цинковая обманка) (Zn S)

Химический состав: Zn - 67,1%, S - 32,9%, в качестве примесей содержит Fe, Mn, Cd, Co, Hg, Pb, Sn, Ag, Au и др.

Происхождение: гидротермальное, образуется в рудных жилах вместе с галенитом и пиритом и на контактах магматических пород с осадочными.

Физические свойства: блеск сильный алмазный, сингония кубическая, твёрдость 3-4, хрупкий, плотность 4, спайность весьма совершенная, цвет бурый или коричневатый с желтоватым оттенком, черта бурая или коричневая.

Диагностика: сильный алмазный блеск, весьма совершенная спайность, цвет черты бурый, коричневый.

Применение: ценная руда для получения цинка, кроме того, извлекаются примеси, изготавливаются краски (цинковые белила, коричневая краска).

Киноварь (Hg S)

Химический состав: Hg - 86,2%, S - 13,8%.

Происхождение: гидротермальное, встречается в жилах и в виде вкраплений в осадочных породах, образуя мелкокристаллические или плотные зернистые массы, примазки. Киноварь весьма устойчива к выветриванию.

Физические свойства: цвет малиново-красный, черта красная, блеск алмазный, твёрдость 2-2,5, плотность 8-8,2, спайность совершенная в одном направлении, сингония тригональная.

Диагностика: малиново-красный цвет, красная черта, большая плотность, низкая твёрдость.

Применение: единственная руда для получения ртути и изготовления красной краски.

Пары ртути ядовиты.

Аурипигмент (As₂ S₃)

Химический состав: As – 61%, S – 39%.

Происхождение: гидротермальное, иногда встречается на стенках кратеров вулканов.

Физические свойства: цвет лимонно-жёлтый, золотисто-жёлтый, черта жёлтая яркая, блеск меняется от алмазного до полуметаллического, мягкий – твёрдость 1-2, плотность 3,4-3,5, спайность весьма совершенная, сингония моноклиная.

Диагностика: яркий лимонно-жёлтый и золотисто-жёлтый цвет, жёлтая черта, сильный алмазный и полуметаллический блеск, мягкий.

Применение: для получения соединений мышьяка, используемых в сельском хозяйстве (борьба с вредителями); в стекольном и красочном производстве, в медицине, в пиротехнике.

Все соединения мышьяка ядовиты.

3 КЛАСС. ГАЛОИДЫ

К классу галоидов (греч. *галс* - соль) принадлежат соли хлористо-, фтористо-, бромисто-, йодистоводородных кислот. Минералы этого класса (около 100 видов) составляют 0,5% массы земной коры. Все галоиды - вторичного происхождения, т.е. образуются путём осаждения из водных растворов в усыхающих лагунах морей. Большие залежи ископаемых солей образовались в кембрийский и пермский периоды. Галоиды дают колоссальные скопления, образуя горные породы, т.е. являются важными породообразующими минералами. Они принимают большое участие в образовании засоленных почв. В незасолённых почвах они присутствуют в небольших количествах и являются важным источником легкодоступным форм Na и K. По свойствам и генезису (происхождению) галоиды подразделяют на соли соляной кислоты – **хлориды** и соли плавиковой кислоты – **фториды**.

Галит (каменная соль, поваренная соль) (NaCl) (рис. 14)

Химический состав: Na - 39,4%, Cl - 60,6%, самый распространённый минерал из класса галоидов.

Происхождение: осадочное – химический осадок современных и древних усыхающих морей, лагун, озёр. Различают каменную соль ископаемую и самосадочную. Крупные месторождения галита: Соликамское (Пермская обл.), Солилецкое (под г. Оренбургом).

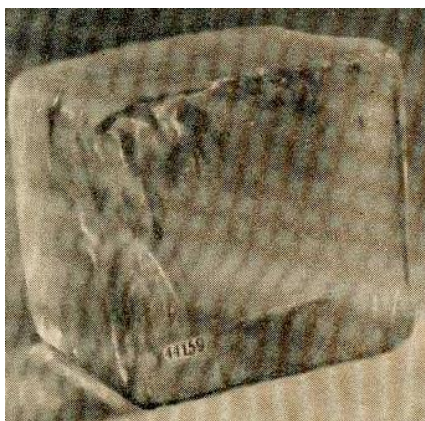


Рис. 14. Галит (каменная соль). Кристалл кубической формы

Физические свойства: блеск стеклянный; бесцветный, белый, от примесей может быть серый, розовый, бурый, красный, голубой, синий; твёрдость 2; плотность 2,1-2,2; сингония кубическая; спайность совершенная по граням куба; легко растворяется в воде; вкус солёный.

Диагностика: солёный вкус, хорошая растворимость в воде, совершенная спайность, низкая твёрдость, стеклянный блеск.

Применение: в химической промышленности для получения соляной кислоты, хлора, соды, едкого натра, металлического натрия, в пищевой промышленности, в керамике.

Сильвин (KCl)

Химический состав: K – 52,5%, Cl - 47,5%.

Происхождение: вторичный минерал, образуется путём осаждения из водных растворов. Крупнейшие месторождения калийных солей – Верхнекамское (на левом берегу р. Камы, на западном склоне северной части Уральского хребта); Урало-Эмбинское (в районе озёр Эльтон и Баскунчак).

Физические свойства: по физическим свойствам похож на галит; блеск стеклянный, твёрдость 1,5-2; плотность 2; цвет различный – чистые разновидности бесцветные или белые, синий, красный и бурые цвета обусловлены присутствием натрия, гидрооксидов и оксидов железа; черта белая; сингония кубическая; спайность совершенная по граням куба; легко растворяется в воде; гигроскопичен; вкус горько-солёный, жгучий.

Диагностика: небольшая твёрдость, легко растворим в воде, вкус горько-солёный.

Применение: главная калийная агрономическая руда (камень плодородия); в химической промышленности, медицине, стекольном и лакокрасочном производстве.

Карналлит ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$)

Химический состав: Mg - 87%, Cl - 38,3%, K - 14,0%, H_2O - 39,0%.

Происхождение: образуется так же, как галит и сильвин, осаждаясь вместе с ними одним из последних минералов. Сплошные зернистые массы мелких кристаллов.

Физические свойства: блеск жирный, на свежем изломе стеклянный; твёрдость 2-3; плотность 1,6; разновидности без примесей бесцветные, белые, чаще - красные, розовые тона, обусловленные включениями тонко распылённой окиси железа; очень гигроскопичен, на влажном воздухе легко расплывается; черта белая; спайность отсутствует; быстро тускнеет; поверхность его всегда покрыта влажной плёнкой; при растворении в воде издаёт треск, обусловленный «лопанием» пузырьков газа, находящегося в нём; вкус жгучий, горько-солёный.

Диагностика: жирный блеск, сильная гигроскопичность, горький вкус, отсутствие спайности, красный цвет.

Применение: калийное удобрение; служит сырьём для получения металлического магния; в химической промышленности.

Флюорит (плавиковый шпат) (CaF_2)

Химический состав: Ca - 51,2%, F_2 - 48,8%.

Происхождение: гидротермальное, образует сплошные зернистые или плотные массы и хорошо оформленные кристаллы.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 4; плотность 3,2; сингония кубическая; спайность совершенная по октаэдру; окраска непостоянная, цвет может быть фиолетовый, зелёный, голубой, красный, жёлтый, розовый, бесцветный, белый, серый до чёрного, часто прозрачен; черта белая, реже фиолетовая; в воде не растворим.

Диагностика: небольшая твёрдость (не царапает стекло), стеклянный блеск, кубическая форма кристаллов, белая черта.

Применение: в металлургии, химической промышленности для получения плавиковой кислоты и её солей, в медицине.

Для минералов класса галоидов характерна реакция растворения, благодаря чему они легко вымываются из пород, выносятся атмосферными водами в реки, океаны, моря, озёра, где и происходит их накопление.

4 КЛАСС. ОКСИДЫ И ГИДРОКСИДЫ

Класс оксидов и гидроксидов включает около 12% минералов и является одним из наиболее обширных классов. На долю этих минералов приходится до 17% всей массы земной коры. Общая масса одного кремнезёма составляет 12,6% всей массы земной коры. По генезису оксиды бывают первичными и вторичными. По участию в образовании горных пород их следует отнести к важным породообразующим минералам. Они широко распространены во всех почвах. Оксиды делятся на безводные и водные. Наиболее важными представителями этого класса являются три группы: оксиды кремния, оксиды железа и оксиды алюминия.

Оксиды кремния

Оксиды кремния составляют более 60% массы земной коры. К первичным оксидам относятся кварц, халцедон. Из вторичных водных оксидов кремния большое распространение в земной коре имеет опал.

Кварц (SiO_2)

Химический состав: Si - 46,7%, O - 53,3%.

Происхождение: первичное образование кварца тесно связано с магматическими процессами. Он входит в состав магматических (граниты, липариты), метаморфических (гнейсы, кварциты) и осадочных (пески, песчаники) горных пород. Кварц весьма стойкий к выветриванию минерал, поэтому его зёрна в виде обломков накапливаются в большом количестве в песках различного генезиса, песчаниках, лёссах, глинах.

Физические свойства: блеск стеклянный; высокая твёрдость, равная 7; плотность 2,65; окраска различная; черты не даёт; спайность отсутствует; излом раковистый, неровный; сингония тригональная.

Диагностика: большая твёрдость (оставляет царапины на стекле, стальном лезвии), стеклянный блеск, отсутствие спайности.

Разновидности:

Горный хрусталь – в виде бесцветных, прозрачных кристаллов.

Цитрин – жёлтый; кристаллы по форме напоминают горный хрусталь.

Аметист – фиолетовый, прозрачный.

Раухтопаз – дымчатый, прозрачный.

Морион – чёрный, непрозрачный.

Розовый кварц – сплошной зернистый.

Молочно-белый непрозрачный

Применение: весьма разнообразное - в металлургии и в производстве огнеупоров; в радиотехнике; в оптике (изготавливают кварцевые лампы, химическую посуду). Прозрачные разновидности горного хрусталя и аметиста используют в качестве поделочных камней.

От количества и размеров зёрен кварца зависят многие свойства почв (влагоёмкость, водопроницаемость, связанность и др.).

Халцедон (SiO_2) (скрытокристаллическая, плотная разновидность кварца)

Происхождение: образуется из водных растворов и даёт своеобразные плотные натечные формы в виде сталактитов, конкреций, иногда образует псевдоморфозы по животным и растительным остаткам. Широко распространён в коре выветривания осадочных пород (известняки, песчаники, белый мел).

Физические свойства: блеск восковой; твёрдость ниже, чем у кварца, - 6,5; плотность 2,6; цвет серый с желтоватым или синеватым оттенком, полупрозрачный, просвечивающийся по краям; спайность отсутствует; излом плоскораковистый.

Диагностика: восковой блеск, большая твёрдость (оставляет царапину на стекле), отсутствие спайности, плотное строение.

Разновидности:

Агат (рис.15) и оникс – слоистые с яркой окраской и концентрическими параллельными полосами.

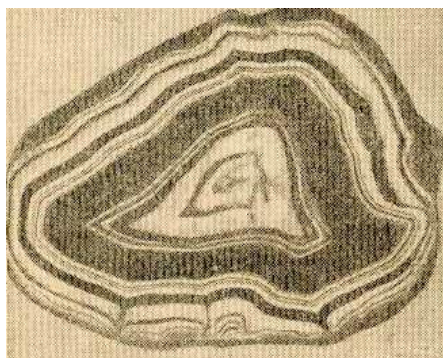


Рис. 15. Агат

Кремень – халцедон, загрязнённый примесями глины; цвет бурый, жёлтый, серый, чёрный; непрозрачный.

Сердолик – халцедон красного цвета.

Хризопраз – халцедон яблочно-зелёного цвета.

Применение: в производстве точных приборов, химическом деле, поделочный и декоративный материал.

Опал ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$)

Происхождение: вторичный аморфный оксид кремния с меняющимся содержанием воды (от 1 до 34%). Довольно широко распространён в природе, преимущественно в поверхностных частях земной коры. Образуется при выветривании силикатов, осаждением растворов и биогенным путём. В почвах образуется при действии гумусовых кислот на минеральный состав почв. С течением времени опал постепенно переходит в халцедон, затем в кварц.

Физические свойства: блеск восковой, стеклянный; твёрдость 5,5-6,5; плотность 2-2,3; цвет молочно-белый, жёлтый, бурый, красный, зелёный, голубой, радужный или бесцветный; черты не даёт; излом раковистый; спайность отсутствует.

Диагностика: аморфное стекловатое строение, раковистый излом, образует студнеобразные массы.

Разновидности:

Благородный опал – обладает радужной игрой цветов.

Огненный опал – красного цвета прозрачный.

Деревянистый опал (окаменелое дерево) – псевдоморфоза опала по дереву.

Применение: благородный опал – драгоценный камень. Диатомит и трепел ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) являются строительным и абразивным материалом.

Оксиды железа

Большинство минералов этой группы являются важными полезными ископаемыми и представляют собой ценные железные руды.

Магнетит (магнитный железняк) ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ или Fe_3O_4) (рис.16)

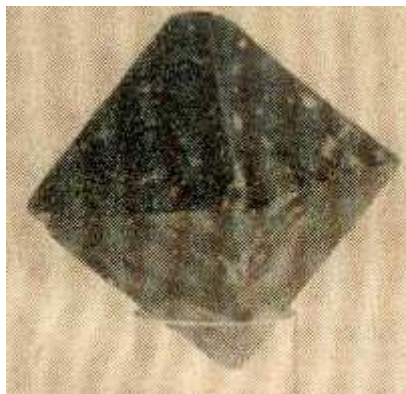


Рис. 16. Кристалл магнетита

Химический состав: Fe_2O_3 – 69%, FeO - 31% (содержит железа до 72%). Примеси оксидов хрома, алюминия, никеля, марганца и др.

Происхождение: первичный минерал, образуется в восстановительной среде, наиболее крупные его месторождения метасоматического и метаморфического происхождения. Встречается в зоне контакта глубинных магматических пород (граниты, сиениты, диориты) с известняками, среди основных магматических пород.

Физические свойства: блеск металлический; твёрдость 5,5-6; плотность 4,9-5,2; хрупкий; цвет чёрный с синеватой побелостью на кристаллах; черта чёрная; сингония кубическая; спайность отсутствует; сильно магнитен.

Диагностика: Сильно магнитен, притягивает железо, железно-чёрный, чёрный цвет, чёрная черта.

Применение: важнейшее сырьё для получения железа, чугуна, стали. Месторождения магнетита: горы Магнитная, Высокая, Благодать, Курская магнитная аномалия.

Гематит (Fe_2O_3)

Химический состав: Fe – 70%, O – 30%.

Происхождение: образуется при повышенной температуре и давлении при дегидратации бурых железняков. Встречается главным образом среди метаморфических пород, часто даёт большие скопления.

Физические свойства: блеск металлический, металлоидный; твёрдость 5,5-6; плотность 4,9-5,2; цвет вишнёво-красный, тёмно-серый, чёрный; черта вишнёво-красная; сингония тригональная; спайность отсутствует.

Диагностика: вишнёво-красная черта.

Применение: важнейшая железная руда (содержит железа 50-65%), служит исходным сырьём для производства железа, чугуна, стали. Крупные месторождения в Курской (КМА руда) и Белгородской областях (Яковлевское).

Лимонит (бурый железняк) ($Fe_2O_3 \cdot n H_2O$) (гидрооксид железа) (рис.17)

Происхождение: вторичный минерал экзогенного происхождения. Широко распространён в поверхностных частях земной коры и является наиболее устойчивой формой железа, представляя собой конечную форму выветривания магнетита и гематита. Часто лимонит образуется в результате осаждения из водных растворов на дне озёр, болот и в почвах, придавая бурую окраску породам и почвам.



Рис.17. Лимонит (бурый железняк) – гороховидные конкреции

Физические свойства: блеск землистых разностей матовый, плотных – металлический и шелковистый; твёрдость непостоянная - 1-5,5; плотность 2,7-4,3; цвет жёлтый, жёлто-бурый, бурый; черта бурая или буровато-жёлтая; спайность отсутствует. Лимонит образует различные формы: сплошные плотные, натечные, конкреции, оолиты, иногда землистые, порошковатые.

Диагностика: черта бурая или буровато-жёлтая. От боксита отличается большей плотностью.

Применение: руда на железо, краска (охра, умбра).

Оксиды алюминия

Корунд (Al_2O_3) (рис.18)

Химический состав: Al – 53%, O – 47%.

Происхождение: магматическое и контактово-метасоматическое, образует кристаллы бочонковидной, веретёновидной формы и часто встречается в виде сплошных кристаллических масс.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость высокая – 9; плотность 3,9–4,1; цвет голубой, серый, жёлто-серый, синий, красный, розовый, реже зелёный, жёлтый, фиолетовый, бесцветный; черты не даёт; спайность отсутствует; излом неровный; сингония тригональная.



Рис. 18. Корунд. Кристалл – гексагональная бипирамида

Диагностика: высокая твёрдость, кристаллы бочонковидной формы.

Разновидности:

Рубин – красный, прозрачный.

Сапфир – синий, прозрачный.

Наждак – тёмный, непрозрачный, мелкозернистый.

Восточный топаз – жёлтый, прозрачный.

Восточный изумруд – зелёный, прозрачный.

Восточный аметист – фиолетовый, прозрачный.

Применение: как абразивный материал, а его прозрачные разновидности в ювелирном деле и в часовых механизмах.

Боксит ($Al_2O_3 \cdot n H_2O$) (с примесями железа, кремния, титана)

Происхождение: вторичный минерал экзогенного происхождения. Его рассматривают как горную породу непостоянного состава, представляющую собой минеральный агрегат из трёх разновидностей гидрооксидов алюминия: диаспара, гидраргиллита и бемита. Строение землистое, оолитовое, иногда слоистое.

Физические свойства: блеск матовый; твёрдость 1-3; плотность 2,5-3,5; цвет кирпично-красный, красно-бурый, коричневый, серо-зелёный, белый, чёрный; черта бледнее цвета; спайность отсутствует; аморфный. От лимонита отличается по цвету черты.

Диагностика: матовый, не царапает стекло, цвет чаще всего кирпично-красный, строение оолитовое, землистое, боксит лёгкий. В отличие от глин не образует с водой пластичной массы.

Применение: главная руда на алюминий.

Оксиды и гидроксиды железа и алюминия играют важную роль в образовании почвенной структуры и придают ей водопрочность.

Оксиды марганца

Пиролюзит (MnO_2)

Химический состав: Mn – 63,2%, O – 36,8%, присутствуют примеси Fe_2O_3 , SiO_2 , H_2O .

Происхождение: вторичный минерал осадочного происхождения, образующийся в зоне выветривания марганцевых минералов. Пиролюзит – наиболее устойчивый оксид марганца в зоне окисления в него переходят марганцевые минералы, содержащие марганец в низших степенях окисления. Он встречается в почвах (особенно в нижних горизонтах подзолов).

Физические свойства: блеск матовый, полуметаллический; твёрдость у кристаллических агрегатов 5-6, у рыхлых, пористых 2; плотность 4,7-5; цвет чёрный с синеватой побежалостью, пачкает руки; черта чёрная; спайность отсутствует; оолитовый, землистый, натечный, плотный.

Диагностика: чёрный цвет и черта, строение оолитовое и землистое.

Применение: основная руда на марганец. Соединения марганца применяются в качестве микроудобрений в сельском хозяйстве.

Оксиды олова

Касситерит (оловянный камень) (SnO_2)

Химический состав: Sn – 78,8%, O – 21,2%, иногда содержит примеси Fe_2O_3 , TiO_2 , SiO_2 , Ta_2O_5 .

Происхождение: пегматитовое и пневматолитовое. Крупные месторождения касситерита: Завитинское, Ононское (Восточная Сибирь)

Физические свойства: блеск алмазный на гранях, жирный в изломе; твёрдость 6-7; плотность 6,8-7; цвет бурый, чёрный, коричневый; черта коричневая, светло-серая; спайность отсутствует; сингония тетрагональная; хрупок.

Диагностика: высокая плотность, большая твёрдость, слегка жирный блеск в изломе, цвет бурый, черта коричневая или белая.

Применение: важнейшая руда на олово.

5 КЛАСС. СОЛИ КИСЛОРОДНЫХ КИСЛОТ

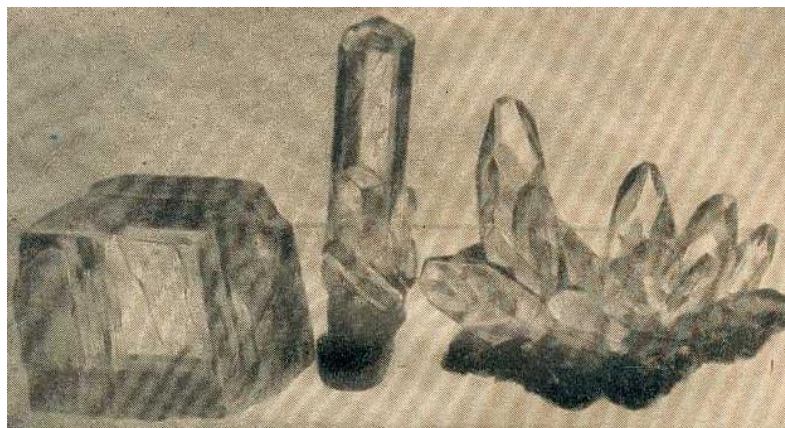
К этому классу относятся соли угольной (карбонаты), серной (сульфаты), фосфорной (фосфаты) и азотной (нитраты) кислот.

Карбонаты

Минералы этой группы (около 80) широко распространены в природе и играют большую роль в земной коре, составляя 1,5% её массы. Многие минералы находятся в поверхностных горизонтах земной коры и накапливаются в больших количествах в осадочных породах и почвах. Карбонаты в основном вторичные минералы, входящие в состав метаморфических и осадочных пород; встречаются также в виде остатков (раковин) вымерших морских животных, внутри раковин моллюсков (жемчуг). Характерным признаком для всего класса карбонатов являются реакция с разбавленной соляной кислотой (10%). Главными минералами этой группы являются кальцит, доломит, магнезит, малахит, сидерит.

Кальцит (CaCO_3) (рис. 19)

Химический состав: CaO – 56%, CO_2 – 44%, примеси Mg, Fe, Mn и др.



а б в

Рис. 19. Кальцит. Кристаллы:

а - ромбоэдр, б - пирамидально-призматические, в – друза

Происхождение: образуется биогенным, гидротермальным путём и при выветривании силикатов, в значительных количествах содержится в лёссах, известняках и других осадочных породах. Встречается кальцит в самых разнообразных формах: часто даёт кристаллы значительной величины, друзы, сплошные кристаллические массы, натечные формы, рыхлые и землистые массы.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; землистый и плотный кальцит матовый; твёрдость 3; плотность 2,7; бесцветный, белый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый, чёрный; черта белая; у кристаллов спайность совершенная в трёх направлениях по граням ромбоэдра; сингония тригональная.

Диагностика: бурно вскипает при действии 10%-й HCl, легко царапается стеклом, у кристаллического кальцита совершенная спайность в трёх направлениях по ромбоэдру.

Разновидности:

Исландский шпат (удвояющий шпат) – прозрачный кальцит с хорошо выраженным двойным лучепреломлением (рис. 20).

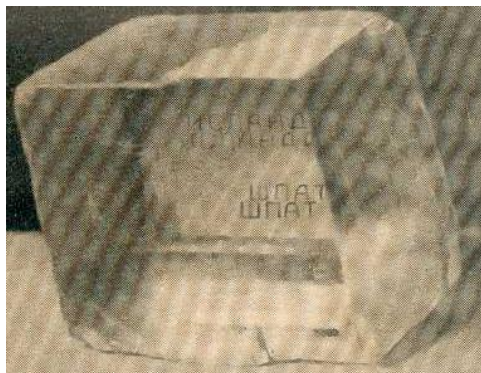


Рис. 20. Удвояющий кальцит (исландский шпат)

Арагонит – полиморфная разновидность кальцита.

Жемчуг.

Сталактиты и сталагмиты – натечные формы, образующиеся в пустотах горных пород.

Применение: исландский шпат используют в различных поляризационных приборах, кальцит - в сельском хозяйстве для известкования кислых почв; для получения извести, мела, соды, едкого натра.

Доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)

Химический состав: CaO – 30,4%, MgO – 21,7%, CO_2 – 47,9%.

Происхождение: образуется при выветривании и осаждением из водных растворов на дне морей и озёр. Это широко распространённый породообразующий минерал. В зоне выветривания доломит разрушается медленно. При действии 10%-й HCl вскипает в порошок.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; твёрдость 3,5-4; плотность 2,8-2,9; цвет белый, серый, иногда с желтоватым оттенком, зеленоватый, светло-бурый до чёрного; черта белая с оттенком, соответствующим окраске минерала; спайность совершенная в трёх направлениях; сингония тригональная.

Диагностика: совершенная спайность в трёх направлениях, вскипает от разбавленной соляной кислоты в порошке.

Применение: как строительный материал и удобрение в сельском хозяйстве (доломитовая мука).

Магнезит (MgCO_3)

Химический состав: MgO – 47,6%, CO_2 – 52,4%.

Происхождение: образуется из водных растворов и при выветривании силикатов, входит в состав метаморфических горных пород. Встречается реже, чем кальцит и доломит. Порошок магнезита вскипает при действии нагретой 10%-й HCl .

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 3,5-4,5; плотность 2,9-3,1; цвет белый, серый или бурый; черта белая; спайность совершенная; сингония тригональная.

Диагностика: порошок вскипает при действии нагретой HCl .

Применение: изготовление огнеупорного кирпича, абразивов, извлечение металлического магния.

Сидерит (железный шпат) (FeCO_3)

Химический состав: FeO – 62,1%, CO_2 – 37,9%.

Происхождение: образуется в восстановительных условиях как при эндогенных, так и при экзогенных процессах. Он осаждается в морских бассейнах при разложении органических остатков. В поверхностных частях земной коры сидерит неустойчив, обычно он окисляется, переходит в лимонит.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 3,5-4; плотность 3,9; цвет желтовато-белый; черта белая, иногда буроватая; спайность совершенная; сплошной зернистый, плотный; сингония тригональная.

Диагностика: совершенная спайность, реагирует только с подогретой HCl , от капли которой буреет (образуется FeCl_3).

Применение: хорошая железная руда, т.к. не имеет примесей сульфидов.

Малахит ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) (водный карбонат меди) (рис.21)

Химический состав: CuO – 71,9%, CO_2 – 19,9%, H_2O – 8,2%.

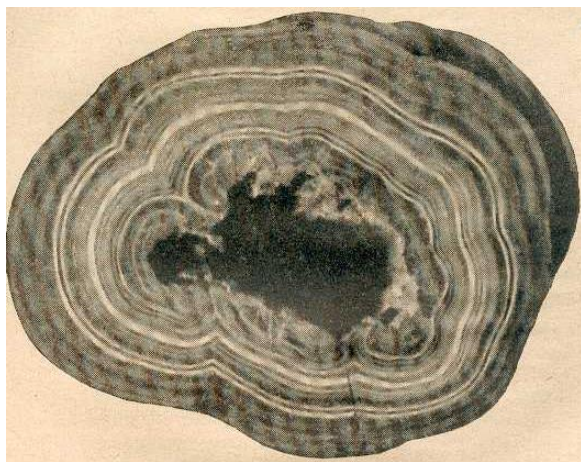


Рис. 21. Малахит. Почковидный натёк в разрезе

Происхождение: образуется в поверхностных частях земной коры, в зоне окисления сульфидных медных руд. Обычно даёт сплошные гроздевидные или почковидные массы, встречается в виде плотных и землистых агрегатов. Вскипает при действии разбавленной HCl .

Физические свойства: блеск стеклянный, шелковистый; твёрдость 3,5-4; плотность 3,8-4; цвет ярко-зеленый; черта бледно-зелёная; сингония моноклинная.

Диагностика: зелёный цвет, натечные и почковидные формы агрегатов, бурно вскипает в HCl .

Применение: руда на медь, декоративный поделочный камень (вазы, шкатулки, колонны), приготовление зелёной краски, медного купороса.

Азурит (медная лазурь, медная синь) ($2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)

Химический состав: CuO – 69,2%, CO_2 – 25,6%, H_2O – 5,2%, Cu – 55,3%.

Происхождение: вторичный минерал зоны окисления сульфидных руд. Месторождения его встречаются вместе с малахитом. Азурит неустойчив, переходит в малахит.

Физические свойства: аналогичны малахиту.

Диагностика: цвет лазурно-синий или тёмно-синий, черта синяя, вскипает в HCl .

Применение: руда на медь, прекрасный поделочный камень, приготовление синей краски.

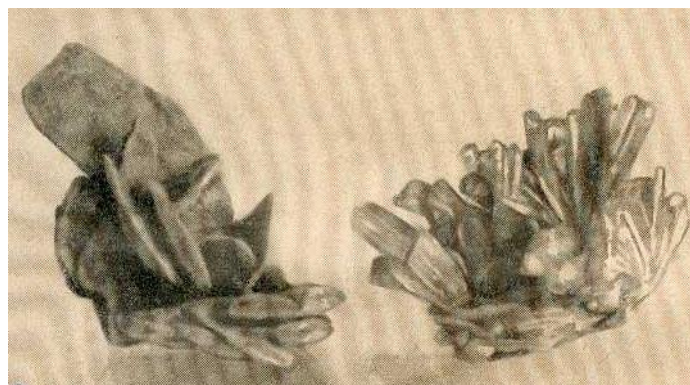
Соли серной кислоты (сульфаты)

К классу сульфатов относится около 260 минералов: гипс, ангидрит, мирабилит и др. Эти минералы представляют собою сульфаты Ca , Na , K , Mg . Происхождение сульфатов экзогенное. Они обычно являются химическими осадками усыхающих лагун, озёр и залегают совместно с галоидами. Гипс образуется в результате окисления сульфидов и серы.

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (рис. 22)

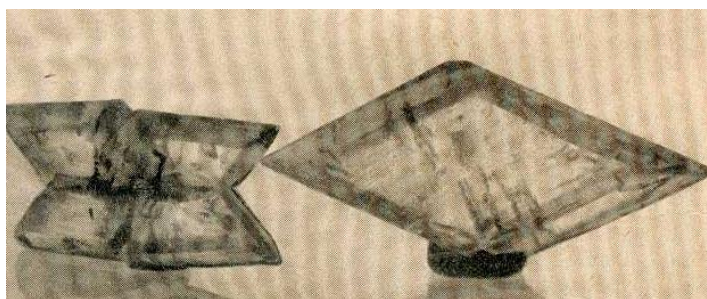
Химический состав: CaO – 32,5%, SO_3 – 46,6%, H_2O – 20,9%, часты примеси глины, песка, кальцита.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый, шелковистый; твёрдость 2; плотность 2,3; цвет белый, серый, розовый, красный, прозрачный; черта белая; спайность у листоватых разностей совершенная; сплошной зернистый, плотный, листовато-волокнистый, отдельные кристаллы, двойники (ласточкин хвост), друзы; сингония моноклинная; теряя воду, превращается в ангидрит CaSO_4 .



а

б



г

в

Рис. 22. Гипс. Кристаллы:

а – пластинчатые - «гипсовая роза»; б - шестоватые, призматические;
в – таблитчатые; г - двойник «ласточкин хвост»

Диагностика: низкая твёрдость (царапается ногтём), белая черта, отсутствие пузырьков CO_2 при действии HCl .

Разновидности:

Селенит – волокнистый гипс с шелковистым блеском, занозистым изломом

Алебастр – сплошной мелкозернистый.

Листовой прозрачный «Марьино стекло».

Применение: в архитектуре, скульптуре, медицине, в производстве серной кислоты, цемента. Селенит – поделочный камень.

Гипс и ангидрит – ценные агрономические руды, применяются для гипсования солонцов.

Ангидрит (CaSO_4)

Химический состав: CaO – 41,2%, SO_3 – 58,8%.

Происхождение: осадочное, встречается в виде плотных зернистых агрегатов, реже в призматических кристаллах. Осаждается из морской воды при температуре 25-30° С и образует мощные толщи (до 500 м). Присоединяя воду, переходит в гипс.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; твёрдость 3-3,5; плотность 2,8-3; цвет белый, голубой, синеватый, розоватый, красноватый; черта белая; спайность совершенная; сингония ромбическая.

Диагностика: в отличие от гипса не царапается ногтём. Ангидрит очень напоминает мрамор, от которого отличается тем, что не реагирует с HCl.

Используют: в тех же целях, что и гипс.

Мирабилит (глауберова соль) ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

Химический состав: Na_2O – 19,3%, SO_2 – 24,8%, H_2O – 55,9%.

Происхождение: образуется при осаждении из водных растворов на дне озёр и морских заливов. Даёт сплошные зернистые, плотные массы, а также единичные кристаллы, друзы. Часто мирабилит образует налёты, корочки, выцветы на поверхности и в толще почвы. В сухом воздухе он постепенно теряет воду и превращается в тенардит (Na_2SO_4).

Физические свойства: блеск стеклянный; мягкий (твёрдость 1,5-2); плотность 1,5; цвет белый; черта белая; спайность совершенная; сингония моноклинная.

Диагностика: горьковато-солёный, холодный вкус, легко растворяется в воде.

Применение: в химической промышленности и в медицине.

Соли фосфорной кислоты (фосфаты)

Минералы представляют собою соли ортофосфорной кислоты и довольно широко распространены в природе (около 300 минералов). Их общая масса составляет около 1% массы земной коры, хотя они не являются порообразующими. Главнейшими фосфатами являются апатит, фосфарит, вивианит.

Апатит. Наиболее распространены две разновидности апатита:

Хлорапатит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$)

Фторапатит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$)

Химический состав: CaO – 55,5%, P_2O_5 – 42,3%, F – 3,2%.

Происхождение: первичный минерал магматического происхождения. Крупнейшее месторождение - на Кольском полуострове (Хибины).

Физические свойства: блеск стеклянный, на поверхности излома жирный; твёрдость 5; плотность 3,2; цвет зелёный, голубовато-зелёный, зелёный с серыми пятнами, голубой, белый, фиолетовый или бесцветный; черта белая; спайность несовершенная; излом неровный; сингония гексогональная. В воде не растворим, хорошо растворяется в кислотах HCl, H_2SO_4 , HNO_3 . Встречается в виде сплошных зернистых масс (Хибинский апатит) и таблитчатых кристаллов со стеклянным блеском (Забайкальский апатит).

Диагностика: стеклянный блеск, зернистое строение, средняя твёрдость, белая черта, шестиугольная призматическая форма кристаллов, хрупок.

Применение: основная агрономическая руда для получения суперфосфата; в химической промышленности для получения фосфора, фосфорной кислоты и других соединений фосфора.

Фосфорит ($\text{Ca}_5(\text{Cl},\text{F})(\text{PO}_4)_3$ с примесями CaCO_3 , SiO_2 , CaSO_4) (рис.23)



Рис. 23. Фосфорит. Конкреции радиально-лучистого строения и плотная масса

Происхождение: аморфный минеральный агрегат, представляющий собой смесь апатита с кальцитом, гипсом, органическими веществами, включениями песка, глины, образующимися при химическом осаждении в морях или биогенным путём в результате разложения остатков фосфорсодержащих организмов.

Физические свойства в связи с неоднородностью и непостоянством химического состава фосфорита подвержены большим колебаниям. Блеск матовый; твёрдость изменяется от 2 до 5; плотность 2,2-3,3; в большинстве случаев это аморфный минерал; цвет черный, бурый, жёлтый, серый; черта светлее цвета; спайность отсутствует; встречается в форме конкреций, желваков, внутри шарообразных разностей наблюдается радиально-лучистое строение. Иногда фосфориты залегают в виде пластов, плит и псевдоморфоз по органическим остаткам.

Диагностика: аморфное строение, при трении одного куска фосфорита о другой издаётся запах, напоминающий запах жжёной кости.

Применение: важная агрономическая руда. Содержание P_2O_5 колеблется от 12-20 до 30%.

Вивианит ($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$)

Химический состав: P_2O_5 – 28,3%, FeO – 43%, H_2O – 28,7%.

Происхождение: образуется в болотных почвах, встречается в торфяниках и среди осадочных пород вместе с лимонитом, сидеритом и болотной известью. Очень нестойкий минерал.

Физические свойства: блеск стеклянный или матовый; мягкий (твёрдость 1,5-2); цвет: в свежем состоянии бесцветен, на воздухе быстро окисляется, меняя окраску на голубую, синюю, зелёную, при дальнейшем окислении становится бурым; черта голубая, синяя; сингония моноклинная.

Диагностика: мягкий, землистого строения, голубой, синий, черта синяя.

Применение: как фосфорное удобрение и для приготовления синей краски.

Нитраты – соли азотной кислоты (селитры)

В природе встречаются редко, так как хорошо растворяются в воде. Они образуются в условиях сухого, жаркого климата в результате биогенного разложения азотсодержащих органических веществ. Могут накапливаться в засоленных почвах, грунтовых водах и в морских осадочных породах.

Натриевая селитра (чилийская селитра) (NaNO_3)

Химический состав: Na_2O – 36,5%, Na_2O_5 – 63,5%, N – 16,7%.

Залегают в сплошных зернистых массах, а также в виде корочек и выцветов на поверхности почв.

Физические свойства: блеск стеклянный; мягкая (твёрдость 1,5-2); плотность 2,25 - 2,29; цвет белый, жёлтый, красновато-бурый; черта белая; спайность совершенная; на воздухе намокает; вкус солоноватый, холодящий; при прокаливании на древесном угле горит жёлтым пламенем; сингония тригональная

Диагностика: легко растворяется в воде, имеет солоноватый холодящий вкус, при прокаливании на древесном угле даёт вспышку и горит жёлтым пламенем.

Применение: ценное азотное удобрение, в химической промышленности и пиротехнике.

Калиевая селитра (индийская) (KNO_3)

Химический состав: K_2O – 46,5%, N_2O_5 – 53,5%..

Образует зернистые и игольчатые агрегаты, встречается в виде налётов и выцветов.

Физические свойства: блеск стеклянный, шелковистый; мягкая (твёрдость 2); цвет белый до серого или бесцветная; черта белая; спайность совершенная; легко растворяется в воде; вкус солоноватый, холодящий; при прокаливании на древесном угле даёт яркую вспышку, растрескивается, интенсивно горит фиолетовым пламенем; негигроскопична; сингония ромбическая.

Диагностика: легко растворима в воде, вкус солоноватый, холодящий, при прокаливании на древесном угле даёт яркую вспышку, растрескивается.

Применение: хорошее минеральное удобрение, в химической промышленности и пиротехнике.

6 КЛАСС. СИЛИКАТЫ – СОЛИ КРЕМНЕВЫХ КИСЛОТ

Силикаты и алюмосиликаты являются широко распространёнными минералами. На их долю приходится около 85% массы земной коры. Формы, в которых силикаты встречаются в земной коре, весьма разнообразны. Они входят в состав многих горных пород, являясь породообразующими минералами. В различных частях земной коры силикаты образуют самостоятельные месторождения. Подразделение силикатов основано на их внутреннем кристаллографическом строении и химическом составе. В основе структуры силикатов находится кремнекислородный тетраэдр $(\text{SiO}_4)^{4-}$. В центре его расположен ион кремния Si^{4+} , а в вершинах четыре иона кислорода O^{2-} . Тетраэдры соединяются друг с другом по определённым законам, в зависимости от характера их соединения и расположения различают островные, кольцевые, цепочечные и ленточные, листовые (слоевые) и каркасные силикаты. Когда в силикатном тетраэдре четырёхвалентные ионы кремния замещаются трёхвалентным ионом алюминия Al^{3+} , образуются алюмосиликаты.

Островные силикаты (ортосиликаты)

В структуре минералов этой группы основой является изолированный (островной) кремнекислородный тетраэдр. Между собой эти тетраэдры соединены ионами

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} . Наиболее распространёнными минералами этой группы являются оливин и гранаты.

Оливин ($(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2 \cdot \text{SiO}_4$)

Представляет собою изоморфную смесь двух минералов: форстерита Mg_2SiO_4 и фаялита Fe_2SiO_4 . Это широко распространённый первичный породообразующий минерал, входит в состав ультраосновных (дунит) и основных (габбро, базальт, диабаз) пород.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 7; плотность 3,3-3,5; цвет оливково-зелёный, тёмно-зелёный, при окислении Fe^{2+} зёрна оливина буреют, черты не даёт; спайность несовершенная; сплошные зернистые массы или кристаллы и зёрна, включённые в породу; сингония ромбическая.

Диагностика: оливково-зелёный цвет, зернистые агрегаты, большая твёрдость, при выветривании переходит в серпентин.

Применение: изредка как магнезиальное удобрение. Прозрачная светло-зеленая разновидность – хризолит – драгоценный камень.

Гранаты широко распространены среди островных силикатов. Один из наиболее часто встречающихся гранатов – альмандин.

Альмандин ($\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$)

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдый (6,5-7,0); плотность 3,5-4,5; цвет красный, буро-красный, слабо прозрачный, часто встречается в виде вросших кристаллов (ромбические додекаэдры), иногда в виде сплошных зернистых масс.

Диагностика: цвет красный, большая твёрдость (оставляет царапину на стекле), форма кристаллов – ромбические додекаэдры.

Применение: драгоценные камни, абразивный материал (гранатовое полотно), в приборостроении.

Сфен (титанит) (CaTiSiO_5) (рис. 24)

Имеет содержание титана до 24.5%.

Происхождение: магматическое и контактно-метаморфическое.



Рис. 24. Сфен (титанит). Кристалл клиновидной формы

Физические свойства: блеск алмазный, жирный; твёрдость 5-5,5; плотность 3,4-3,6; цвет бурый, серый, жёлтый, иногда зелёный, розово-красный, чёрный; черта бе-

лая, иногда розовая; зернисто-кристаллические массы; кристаллы клиновидной формы; спайность совершенная.

Диагностика: алмазный блеск, бурый цвет, белая черта, кристаллы клиновидной формы.

Применение: руда на титан.

Цепочечные силикаты (пироксены)

Широко распространены в земной коре, являются породообразующими и почвообразующими минералами. По химическому составу предоставляют собою железисто-магнезиальные метасиликаты. В структуре пироксенов кремнекислородные тетраэдры соединены друг с другом в непрерывные плоские цепочки.

Авгит ($Ca(Mg, Fe, Al, Ti) [(Si, Al)_2O_6]$)

Широко распространённый первичный породообразующий минерал. Он входит в состав основных (габбро, базальты, диабазы), реже средних (диориты, андезиты) магматических пород. В зоне выветривания неустойчив.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 5,5-6,0; плотность 3,3-3,5; цвет тёмно-зелёный до чёрного; черта белая, серая, зеленовато-серая,; образует короткопризматические, плоские кристаллы; сингония моноклинная.

Диагностика: тёмно-зелёный или чёрный цвет, призматическая форма кристаллов и местонахождение преимущественно в темно-окрашенных магматических породах

Продуктами его химического изменения являются хлорит, тальк, серпентин, лимонит, роговая обманка, каолинит.

Ленточные силикаты (амфиболы)

В них кремнекислородные тетраэдры могут соединяться в плоские сдвоенные цепочки или ленты с радикалом $(Si_4O_{11})^{6-}$. Амфиболы - широко распространенные породообразующие минералы. Наиболее распространённым из них является роговая обманка.

Роговая обманка ($Ca_2Na (Mg, Fe^{2+})_4 (Al, Fe^{3+}) [(Si, Al)_4 O_{11}] [OH_2]$)

Это условная схематическая формула, состав роговой обманки более сложный и непостоянный.

Происхождение: магматическое и метаморфическое. В зоне выветривания неустойчива, продуктами её изменения являются серпентин, асбест, хлорит, биотит, лимонит, опал.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 5-6; плотность 2,9-3,3; цвет тёмно-зелёный до чёрного; непрозрачна; черта белая с зеленоватым оттенком; спайность совершенная в двух направлениях по призме; кристаллы удлинённые, игольчатые, призматические; излом занозистый; сингония моноклинная.

Диагностика: тёмно-зелёный или чёрный цвет, игольчатое и призматическое строение, занозистый излом.

Слоевые (листовые) силикаты

Для кристаллической структуры минералов этой группы характерны плоскостные соединения лент, которые, соединяясь (имея в основе радикал $(Si_4O_{10})^{4-}$, обра-

зуют непрерывный слой – лист. Поэтому кристаллы обладают совершенной спайностью в одном направлении, параллельном слоям структуры. Минералы этой группы широко распространены и являются породо- и почвообразующими. Наибольшее значение из простых силикатов имеют тальк и серпентин, из сложных (алюмосиликаты) – слюды, глауконит, глинистые минералы.

Тальк ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)

Химический состав: MgO – 31,7%, SiO₂ – 63,5%, H₂O – 4,8%, примеси Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, CaO.

Происхождение: вторичный силикат, образующийся при выветривании оливины, пироксенов, амфиболов, слюд, серпентина, доломита.

Физические свойства: блеск жирный или перламутровый; мягкий (твёрдость 1), плотность 2,5-2,8; на ощупь жирен; цвет белый со светло-зелёным, светло-жёлтым и светло-розовым оттенком, черта белая; спайность весьма совершенная; листоватый, чешуйчатый, листочки гибкие, но не упругие; сингония моноклиновая; огнеупорен; плохой проводник тепла и электричества.

Диагностика: тальк жирен на ощупь, мягкий, белая черта, им можно писать на тёмном сукне.

Применение: кислотоупорный и огнеупорный материал, в текстильной, резиновой, косметической, пищевой промышленности и в медицине, в сельском хозяйстве для производства средств защиты (инсектофунгицидов) сельскохозяйственных растений от вредителей.

Серпентин (змеевик) ($Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$) (рис. 25)

Химический состав: MgO – 43,0%, SiO₂ – 44,1%, H₂O – 12,9%, примеси железа, никеля.

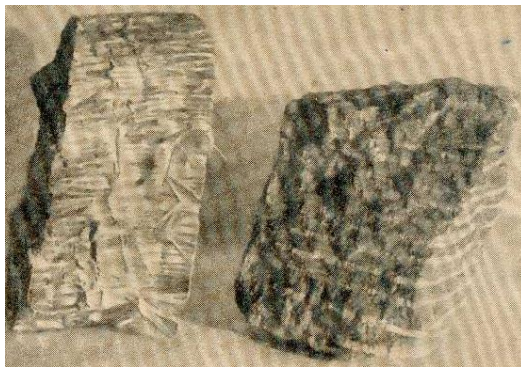


Рис. 25. Асбест. Прожилки в серпентине и отдельный прожилок тонковолокнистого строения

Происхождение: вторичный силикат, образующийся в результате выветривания оливины, авгита, роговой обманки.

Физические свойства: блеск жирный и шелковистый; твёрдость 2,5-4,5; плотность 2,5-2,7; цвет зелёный различных оттенков, буро-чёрный с жёлтыми пятнами, часто наблюдается изменение окраски в разных частях образца; черта белая или зеленоватая; в плотных агрегатах излом раковистый, в волокнистых разновидностях – занозистый; образует сплошные плотные массы, часто с прожилками асбеста или

сплошного параллельно-волокнистого сложения, реже листоватый; сингония моноклинная.

Диагностика: тёмно-зелёный цвет с жёлтыми пятнами, часто встречающиеся прожилки асбеста, белая черта.

Применение: красиво окрашенный серпентин используется как облицовочный и поделочный материал, ценность асбеста определяется его электроизоляционными свойствами и длиной волокон. Из него делают огнестойкие ткани и пряжу, тепловую изоляцию в различных сооружениях. Серпентин можно использовать в сельском хозяйстве как магниальное удобрение.

Подгруппа слюд (алюмосиликаты)

Слюды - широко распространенные породообразующие минералы. Их содержание в земной коре около 3-4%. Они всегда присутствуют в почвах. Минералы группы слюд обладают рядом общих свойств, имеют весьма совершенную спайность, поэтому их можно легко разделить на тонкие, гибкие и упругие пластинки. Химический состав слюд очень сложен и не всегда постоянен.

Мусковит (калиевая слюда) ($KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$)

Химический состав: K_2O – 11,8%, Al_2O_3 – 38,5%, SiO_2 – 45,2%, H_2O – 4,5%.

Происхождение: первичный минерал магматического и метаморфического происхождения, образует крупные кристаллы в пегматитовых жилах, мелкие серебристые блёстки мусковита скапливаются в песках, глинах, содержатся в почвах.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; твёрдость 2,5-3; плотность 2,7-3,1; цвет белый, серый, желтоватый, бесцветный; прозрачный; черта белая; спайность весьма совершенная; сингония моноклинная; листоватый, чешуйчатый, листочки упруго-гибкие.

Диагностика: весьма совершенная спайность, легко расщепляется на тонкие, прозрачные, упругие пластинки, перламутровый или стеклянный блеск, светлая окраска.

Применение: в электро- и радиотехнике, для изготовления кровельных материалов (толь).

Биотит (магнезиально-железистая чёрная слюда)

($K(Mg Fe)_3[AlSi_3O_{10}][OH F]_2$)

Входит в состав магматических, метаморфических и обломочных осадочных пород (гнейсы, сланцы, граниты и др.), при химическом выветривании переходит в вермикулит и хлорит.

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; твёрдость 2-3; плотность 2,7-3,1; цвет чёрный; черта белая до серой; спайность весьма совершенная в одном направлении, тонкие листочки упругие, гибкие; сингония моноклинная.

Диагностика: чёрный цвет, весьма совершенная спайность, листочки упруго-гибкие.

Применение: ограничено, из-за содержания железа его нельзя использовать как диэлектрик. Он заменяет мусковит в некоторых бытовых электроизоляционных изделиях.

Флогопит (магнезиальная слюда) ($KMg_3AlSi_3O_{10}(OH F)_2$)

Продукты химического изменения верликулит, хлорит.

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 2-3; плотность 2,7-3,1; цвет бурый; спайность весьма совершенная, листоватый, чешуйчатый, листочки упруго-гибкие.

Диагностика: бурый цвет, весьма совершенная спайность, листочки упруго-гибкие.

Применение: аналогично мусковиту.

Слюды служат источником калийного питания растений. При переходе их в гидрослюды доступность калия увеличивается.

Гидрослюды

Минералы, занимающие промежуточное положение между слюдами и глинистыми минералами. Они являются продуктами выветривания слюд и составляют обширную группу (вермикулит, глауконит, иллит и др.) вторичных почвообразующих минералов.

Вермикулит ($(Mg Fe^{2+}, Fe^{3+})_3(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$)

Физические свойства: блеск перламутровый, жирный; мягкий (твёрдость 1-1,5); плотность 2-3; цвет золотисто- или бронзово-жёлтый, бурый; листочки тонкие, но не упругие; спайность весьма совершенная; при нагревании вспучивается, увеличивается в объёме в 15-25 раз (благодаря расширяющейся решётке)

Диагностика: золотисто- или бронзово-жёлтый, бурый цвет, весьма совершенная спайность, листоватые и чешуйчатые агрегаты – вермикулит очень похож на флогопит, но в отличие от него при нагревании над пламенем вздувается и расщепляется.

Применение: как термоизоляционный и звукопоглощающий материал, в сельском хозяйстве для улучшения структуры тяжёлых почв.

Глауконит ($KMg(Fe, Al)_3Si_6O_{18}H_2O$)

Химический состав: водный алюмосиликат Fe и K, содержание K_2O 4-9,5%.

Происхождение: образуется при осаждении из морской воды. Встречается среди осадочных пород (пески, песчаники, глины, мергели, известняки).

Физические свойства: матовый; твёрдость 2-3; плотность 2,2-2,8; цвет тёмно-зелёный, синевато-зелёный, оливково-зелёный; черта зеленая; землистый; структура рыхлая; растворяется в HCl .

Диагностика: матовый, мягкий, тёмно-зелёный, зелёная черта, землистое строение.

Применение: в сельском хозяйстве как калийное удобрение после соответствующей термической обработки. Для приготовления зелёной краски и для смягчения воды.

Глинистые минералы

Это вторичные высокодисперсные (размер 1-2 мм) водные алюмо- и феррисиликаты кристаллического строения, образующиеся в результате химического выветривания слюд и полевых шпатов. Они входят в состав многих осадочных пород: су-

глинков, глин и всегда присутствуют в почвах; им принадлежит большая роль в почвообразовании. Именно глинистые минералы обуславливают поглонительную способность минеральной части почвы и оказывают существенное влияние на физические, физико-механические свойства и способствуют закреплению гумуса. Химический состав глинистых минералов непостоянен. Главными глинистыми минералами являются каолинит, монтмориллонит, иллит.

***Каолинит* ($Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$ или $2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2H_2O$)**

Химический состав: Al – 39,5%, SiO₂ – 46,5%, H₂O – 14%, присутствуют примеси Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O и др.

Это двухслойный минерал, его кристаллическая решётка состоит из одного слоя кремнекислородных тетраэдров и одного слоя алюмокислородных октаэдров. Встречается в виде рыхлых землистых масс, каолинит не набухает, поэтому почвы, его содержащие, имеют некоторые благоприятные физические свойства: хорошую водопроницаемость, незначительную липкость.

Физические свойства: блеск жирный, матовый; мягкий (твёрдость 1-2,5); плотность 2,6; жирен на ощупь; цвет белый с возможным сероватым, желтоватым или голубоватым оттенком; черта белая; пачкает руки; землистый, плотный; сильно гигроскопичен, с водой образует пластичную массу.

Диагностика: белый цвет, белая черта, жирен на ощупь, пачкает руки, землистое строение, образование пластичной массы при смачивании водой.

Применение: в фарфорово-фаянсовой, текстильной, писчебумажной и парфюмерной промышленности.

***Монтмориллонит* ($MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot n H_2O$)**

Могут присутствовать примеси Fe₂O₃, CaO, K₂O, Na₂O.

Кристаллическая решётка трёхслойная расширяющаяся, состоит из двух слоёв кремнекислородных тетраэдров, одного слоя алюмокислородных октаэдров, поэтому монтмориллонитовые глины сильно набухают; поглощая воду, увеличиваются в объёме в 20 раз.

Происхождение: образуются при химическом выветривании основных изверженных пород, являясь относительно устойчивыми минералами.

Физические свойства: блеск матовый; твёрдость 1-2; плотность 2-2,5; жирный; излом раковистый; цвет белый с сероватым или синеватым оттенком; образует плотные землистые массы. Монтмориллонит очень широко распространён в почвах (чернозёмы Западной Сибири) и глинистых осадочных породах.

Диагностика: глинистые породы и почвы, содержащие монтмориллонит, при увлажнении сильно набухают и становятся жирными на ощупь.

Разновидности: железистая разновидность – нонтронит, алюминиевая – бейделлит.

Применение: для очистки нефтепродуктов и смягчения воды; в текстильной промышленности.

Минералы монтмориллонитовой группы оказывают существенное влияние на свойства почв: увеличивают их поглонительную способность, набухание, липкость, трещиноватость, влагоёмкость, уменьшают водопроницаемость.

Иллит ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot nH_2O$)

Промежуточное образование между каолинитом и мусковитом.

Физические свойства: блеск перламутровый или стеклянный; твёрдость около 2; цвет белый или зеленоватый; имеет трёхслойную кристаллическую решётку, но не набухает при увлажнении; образует землистые массы, встречается в глинистых сланцах и в почвах в виде отдельных кристаллов.

Применение: как сырьё для огнеупоров.

Каркасные силикаты (алюмосиликаты)

Минералы этой группы отличаются от других силикатов тем, что кремнекислородные тетраэдры соединяются между собой по четырём направлениям (через ионы кислорода всех четырёх вершин тетраэдров), создавая особую структуру, называемую каркасом. Все минералы данной группы – важные породообразующие минералы. Наиболее распространённые из них полевые шпаты.

Полевые шпаты широко распространены среди породообразующих минералов, составляя 50-55% массы земной коры. В магматических породах их содержится около 60%, в метаморфических – 30, в осадочных – 10%. Большое количество полевых шпатов находится в почвах. По химическому составу они подразделяются на калиево-натриевые (щелочные) полевые шпаты (ортоклаз, микролин, амазонит, санидин) и натриево-кальциевые полевые шпаты, или плагиоклазы (альбит, анортит, лабрадор, андезин).

Среди калиево-натриевых полевых шпатов наиболее распространены минералы ортоклаз и микролин. Они имеют одинаковый химический состав $K(AlSi_3O_8)$, но отличаются различным строением кристаллов.

Ортоклаз ($K [Al Si_3O_8]$)

При ударе раскалывается по параллельным плоскостям под углом 90° (греч. *ортос* – прямой, *клизис* – разлом).

Химический состав: K_2O – 12,7-16,9%, Al_2O_3 – 18,4-18,7%, SiO_2 – 64,7-65,7%, присутствуют примеси Na_2O , BaO , FeO или Fe_2O_3 .

Физические свойства: блеск стеклянный, перламутровый; твёрдость 6-6,5; плотность 2,56; цвет белый, желтоватый, розовый, голубоватый, реже безцветный; черта белая; спайность совершенная в двух направлениях; сингония моноклинная.

Диагностика: большая твёрдость (оставляет царапину на стекле), совершенная спайность в двух направлениях, угол между плоскостями спайности прямой.

Разновидности:

Адуляр (ледяной шпат) – бесцветный, прозрачный.

Санидин стекловидный – бесцветный или белый.

Солнечный камень – отливает золотистым блеском.

Лунный камень – отливает голубоватым серебристым оттенком.

Ортоклаз – первичный минерал, входящий в состав гранитов, минералов и некоторых осадочных пород, при выветривании переходит в глинистые минералы.

Микролин ($K [Al Si_3O_8]$)

Угол между плоскостями отличается от прямого на 3,5-4,0° (греч. *микрос* – малый, *клино* – наклоняю, отклонённый).

Физические свойства: неотличим от ортоклаза; цвет красный, жёлтый, коричневый, зелёный. Микроклин широко распространён в глубинных кислых и щелочных породах, в пегматитовых жилах при закономерном сростании с кварцем образует породу «письменный гранит».

Разновидности: зелёную разновидность микроклина называют амазонит.

Применение: ортоклаз и микроклин могут служить источником калийного питания растений, но калий в них находится в труднодоступной форме и может усваиваться растениями при размере частиц этих минералов менее 0,001 мм. Полевые шпаты – строительный, декоративный и поделочный материал. Используются в керамической и стекольной промышленности, адуляр, лунный камень и амазонит – как полудрагоценные камни.

Плагииоклазы

Плагииоклазы представляют собой кальциево-натриевые полевые шпаты, образующие целый ряд изоморфных смесей альбита (Ab) и анортита (An). В составе земной коры плагииоклазы занимают около 40%, это наиболее распространённые минералы магматических горных пород и довольно широко представлены в почвах.

В зависимости от содержания основных составляющих частей альбита (Ab) ($\text{Na [Al Si}_3\text{O}_8]$) и анортита (An) ($\text{Ca[Al}_2\text{ Si}_2\text{O}_8]$) плагииоклазы разделяют на кислые, средние и основные (табл. 4).

Таблица 4.

Классификация плагииоклазов

Разделение по содержанию SiO_2 , %	Название	Составляющая (Ab), %	Составляющая (An), %
Кислые SiO_2 – 68%	Альбит	100 – 90	0 – 10
	Олигоклаз	90 – 70	10 – 30
Средние SiO_2 – 53-43%	Андезин	70 – 50	30 – 50
	Лабрадор	50 – 30	50 – 70
Основные SiO_2 – 43%	Битовнит	30 – 10	70 – 90
	Анортит	10 – 0	90 – 100

Отличительные особенности плагииоклазов (греч. *плагииос* – косо́й, *клизис* – разлом) – косо́й угол между плоскостями спайности, большая твёрдость, стеклянный блеск. Точно определить плагииоклаз можно при микроскопических исследованиях и химическим путём. По внешним признакам можно установить альбит и лабрадор.

Альбит (натриевый плагииоклаз) ($\text{Na [Al Si}_3\text{O}_8]$)

Название получил от лат. «альбус» – белый.

Химический состав: Na_2O – 11,8%, Al_2O_3 – 19,4%, SiO_2 – 68,8%.

Первичный породообразующий минерал, входящий в состав магматических (гранит, сиенит, диорит и их излившиеся аналоги), метаморфических пород. Встречается в плотных кристаллических и зернистых массах. При выветривании переходит в глинистые минералы (каолинит и монтмориллонит).

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 6; плотность 2,6; цвет белый, серовато-белый, иногда с синеватым отливом; спайность совершенная в двух направлениях; сингония триклинная.

Диагностика: стеклянный блеск, большая твёрдость (оставляет царапину на стекле), совершенная спайность под косым углом.

Разновидности: Альбит с нежно-синеватым отливом называют лунный камень

Используют: в керамической и стекольной промышленности.

Лабрадор

Изоморфная смесь альбита (30-50%) и анортита (50-70%).

Химический состав: Na_2O – 5,9%, CaO – 10,05%, Al_2O_3 – 28%, SiO_2 – 56,05%.

Это первичный породообразующий минерал основных магматических пород (лабрадориты, габбро, базальты, диабазы), реже средних (диориты, андезиты).

Физические свойства: блеск стеклянный; твёрдость 6; плотность 2,7; цвет тёмный, характерен синий отлив на плоскостях спайности; спайность совершенная в двух направлениях; сплошной крупнозернистый.

Диагностика: большая твёрдость (оставляет царапину на стекле), синий отлив (игра цветов) на плоскостях спайности.

Применение: в строительном деле – красивый облицовочный камень.

Цеолиты

(с греч. – кипящий камень) - группа минералов (около 30 видов), обладающих высокой ионообменной ёмкостью, избирательной поглотительной способностью и селективностью. Их кристаллическая решётка, состоящая из тетраэдров $(\text{SiAl})\text{O}_4$, имеет большие полости. Молекулы H_2O с ней связаны слабо, поэтому цеолиты легко отдают эту воду и обладают способностью к катионному обмену без разрушения кристалла.

Цеолиты являются главным образом алюмосиликатами кальция и натрия. Для них характерно почти полное отсутствие железа и магния.

Цвет белый или красноватый от механических примесей оксидов железа, блеск стеклянный, твёрдость 5–5,5, плотность 2,2–2,4.

Цеолиты находят широкое применение в сельском хозяйстве. В почве они адсорбируют важнейшие элементы питания растений, предотвращая их от вымывания, увеличивают водоудерживающую способность, снижают уровень поступления токсических веществ из почвы в растения. Применяются преимущественно на лёгких, бедных гумусом почвах.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение понятия «минерал», назовите основные классы минералов и главных представителей каждого класса.
2. Назовите основные кристаллические и физические свойства минералов.
3. На какие группы делят минералы по происхождению?
4. Перечислите основные морфологические признаки и свойства кварца, силина, гипса, доломита, фосфорита, каолинита, монтмориллонита, альбита.
5. Назовите формы нахождения минералов в природе.
6. Перечислите основных представителей минералов классов силикатов, оксидов и гидроксидов, фосфатов, карбонатов, галоидов, сульфатов.
7. Назовите основные пороодо- и почвообразующие минералы.
8. Определите класс, группу и название двадцати минералов (табл. 5).
9. Каково народно-хозяйственное значение минералов классов сульфидов, галоидов и солей кислородных кислот?

Таблица 5

Результаты определения морфологических признаков и физических свойств минералов записывают по форме

	Внешний вид минерала
	Блеск
	Твёрдость
	<div>Цвет<div>минерала</div><div>черты</div></div>
	Спайность
	Характер излома
	Прозрачность
	Побежалость
	Магнитность
	Вкус
	Вскипание от 10%-й HCl
	Плотность
	Форма нахождения в природе
	Название минерала

1.2. ИЗУЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Минералы вступают в различные сочетания друг с другом образуя горные породы, но встречаются породы, состоящие из одного минерала (мрамор, известняк, гипс и др.). Породами они называются в том случае, когда в природной обстановке занимают большие площади.

Горными породами называют скопления одного или нескольких минералов более или менее постоянного химического, минерального состава и строения и занимающие значительные участки земной коры. Все горные породы по происхождению подразделяются на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Они образуются из расплавленной магмы в процессе её остывания. Породы называются глубинными, или интрузивными (лат. *интрузио* – внедрение), если магма застыла на глубине; при застывании излившейся на поверхность магмы – излившимися, или эффузивными (лат. *эффузио* – излияние). Магматические горные породы являются первичными, из них образуются вторичные породы – осадочные и метаморфические.

Магматические породы состоят преимущественно из силикатов и алюмосиликатов. Наиболее важными компонентами являются оксиды кремния SiO_2 (кремнезем) и алюминия Al_2O_3 (глинозем). Содержание SiO_2 в магматических породах изменяется от 25 до 85%. В зависимости от количества кремнезема эти породы подразделяют на:

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Ультракислые | SiO_2 > 75%. |
| 2. Кислые | SiO_2 65 – 75%. |
| 3. Средние | SiO_2 52 – 65%. |
| 4. Основные | SiO_2 40 – 52%. |
| 5. Ультраосновные | SiO_2 < 40%. |

Классификация магматических пород приведена в табл. 6.

Название кислые породы (много SiO_2) производно от слова кремнекислота, так называют оксид кремния SiO_2 . Основные породы содержат много оснований Ca, Mg и др.

Каждая горная порода, образуясь в определённых геологических условиях, характеризуется совокупностью внешних признаков.

При определении горных пород по внешним признакам необходимо обращать внимание на минералогический состав, строение (структуру), текстуру, цвет.

Минералогический состав магматических горных пород весьма разнообразен. Среди минералов, слагающих породы, различают главные, составляющие её основную массу, и второстепенные, содержание которых в породе незначительно. Главные порообразующие минералы: полевые шпаты, кварц, слюды, оливин, пироксены, амфиболы, второстепенные рудные минералы, флюорит, апатит и др.

Таблица 6.

Классификация магматических пород

Степень кислотности, % кремнекислоты	Характерные минералы	Окраска	Плотность	Глубинные породы	Излившиеся породы		Вулканические породы	
					неизменённые	изменённые	вулканические породы пористого строения	вулканические породы плотного строения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кислые породы, 70-65	Много полевого шпата (ортоклаз, микроклин) и кварца. Тёмноцветных минералов (роговая обманка, чёрная слюда) очень мало (5-10%)	Светлая	Лёгкий	Гранит	Липарит (риолит)	Кварцевый порфир	Пемза Вулканический туф	Обсидиан (вулканическое стекло)
Средние породы, 65-52	Кварц отсутствует или его очень мало. Основной минерал – полевой шпат (ортоклаз, микроклин). Тёмноцветных минералов мало (15%).	Светлая	Лёгкий	Сиенит	Трахит	Порфир (ортофир)		
	Кварц отсутствует. Основной минерал – полевой шпат. Присутствует нефелин. Тёмноцветных минералов мало (15%)	Светлая	Лёгкий	Нефелиновый сиенит				
	Кварц отсутствует или его очень мало. Основной минерал – полевой шпат (плаггиоклаз). Тёмноцветных минералов (авгит, чёрная слюда) становится больше (25%)	Тёмная	Лёгкий	Диорит	Андезит	Порфирит		

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основ- ные по- роды, 52-40	Кварц отсутствует. Основные минералы – полевой шпат (плагиоклаз), пироксен. Тёмноцветных минералов 35-40%	Тёмная	Тяжёлый	Габбро	Базальт	Диабаз		
	Состоит из одного минерала – лабрадора (плагиоклаза)	Тёмная	Тяжёлый	Лабрадо- рит				
Ультра- основные породы, 40-35	Кварц отсутствует. Полевой шпат отсутствует. Основные минералы – оливин, пироксен	Тёмная	Тяжёлый	Перидотит				
	В основном состоит из оливина	Тёмная	Тяжёлый	Дунит				
	В основном состоит из минералов группы пироксена. Брекчиевидная порода, состоящая из оливина, пироксена, флогопита, граната и других минералов	Тёмная	Тяжёлый	Пироксе- нит, кимберлит				

Структурой называют строение породы, обусловленное формой, размером и степенью кристаллизации слагающих её минералов. Структура (строение) пород отражает условия их образования.

Текстура (*сложение породы*) – взаимное расположение минералов, слагающих породу, и её плотность.

Цвет горных пород разнообразен от окраски главных породообразующих минералов и рассеянных в её массе второстепенных минералов. По окраске главных минералов различают цветные (оливин, амфиболы, пироксены, биотит) и светлые (полевые шпаты, кварц) разновидности. От кислых к ультраосновным породам увеличивается количество цветных (тёмных) и уменьшается содержание светлых минералов.

При визуальном изучении горных пород можно достаточно точно определить те из них, которые обладают типичными и хорошо выраженными признаками.

Для практической работы необходимо иметь лупу, магнитную стрелку, 10%-ю HCl, 1%-й AgNO₃, 5%-й BaCl₂, фарфоровые чашечки, штатив с пробирками, маленькие воронки, фильтровальную бумагу.

Внешние признаки магматических горных пород

Для *интрузивных* (глубинных) горных пород характерна хорошо выраженная полнокристаллическая зернистая структура, образование которой обусловлено медленным остыванием магмы, при котором происходит равномерная и постепенная кристаллизация всех минералов. Вся масса породы состоит из хорошо выраженных кристаллов составляющих её минералов (гранит, габбро).

По величине зёрен различают структуры:

- крупнозернистые с размером зёрен >5 мм;
- среднезернистые с размером зёрен 2 – 5 мм;
- мелкозернистые с размером зёрен < 2 мм.

Эффузивные (излившиеся) породы характеризуются неполнокристаллической афанитовой (плотной), порфировой и стекловатой структурой. Эти структуры образуются при быстром остывании магмы. Такие породы состоят из стекловатой незакристаллизованной массы, на фоне которой могут выделяться кристаллы одного или нескольких минералов.

Афанитовая (плотная) структура характеризуется отсутствием кристаллических зёрен, видимых простым глазом или в лупу (диабазы).

Порфировая структура представлена плотной, тонкозернистой или стекловатой основной массой, на фоне которой выделяются отдельные кристаллы (полевых шпатов, кварца). Эта структура характерна для порфира, трахита, андезита.

Стекловатая структура состоит из не успевшей выкристаллизоваться магмы. Для эффузивных пород со стекловатой структурой характерен раковистый излом (вулканическое стекло).

Пегматитовая структура образуется при одновременной кристаллизации двух компонентов смеси. Происходит как бы прорастание минералов (прорастание полевого шпата кварцем). Эта структура характерна для пегматитовых пород (письменный гранит).

Текстура

Магматические интрузивные и часть эффузивных пород имеют *массивную текстуру*, т.е. породы состоят из минералов, плотно прилегающих друг к другу.

Пористая текстура присуща только излившимся породам (при быстром выделении газов из застывающей лавы) – пемза.

Ультракислые магматические породы ($\text{SiO}_2 > 75\%$)

Эти породы не всегда выделяются в самостоятельную группу, т. к. в природе они встречаются сравнительно редко.

Пегматит (письменный гранит). Структура пегматитовая (прораствание полевого шпата кварцем). Напоминает арабскую письменность. Кристаллы обоих минералов имеют одинаковую ориентировку. Окраска светлая: белая, сероватая, красноватая.

Происхождение – магматическая жильная порода, встречается на Урале, Кавказе и т.д.

При выветривании образуются каолиновые глины. Пегматит содержит ряд ценных минералов: топаз, вольфрамит, касситерит и др.

Кислые магматические породы ($\text{SiO}_2 65 - 75\%$)

Интрузивные (глубинные) магматические породы

Наиболее распространённым представителем данной группы пород является гранит.

Гранит. Название получил от латинского слова «*гранум*» – зерно, что указывает на зернистую структуру. По величине зёрен граниты могут быть мелко-, средне-, и крупнозернистые. Текстура массивная.

Породообразующие минералы: кварц (25 – 35%), полевые шпаты (40 – 65%) и цветные минералы (до 15%) – слюда, роговая обманка, авгит.

Цвет гранита определяется цветом полевых шпатов, чаще всего он светло-серый, розовый, красноватый.

Гранит с отдельными крупными кристаллами ортоклаза называют рапакиви – «гнилой камень» (легко поддаётся физическому выветриванию из-за неравномерно-зернистого строения).

Граниты широко распространены в природе (Сибирь, Забайкалье, Карелия, Кольский полуостров).

Применяются как строительный материал, для памятников, декоративный, поделочный камень. При выветривании образуют глинистые породы.

Эффузивные магматические породы

Липариты – эффузивные аналоги гранитов.

Минералогический состав такой же, как у гранита. Структура афанитовая и порфировая. Липарит – плотная порода с мелкими включениями зёрен кварца (сероватые, чёрные стекловидные зёрна неправильных очертаний), полевых шпатов (светлоокрашенные блестящие зёрна). Окраска светлая: белая, светло-серая, желтоватая.

Кварцевый порфир. Название подтверждает две постоянные особенности: содержание кварца и порфировая структура. Минералогический состав такой же, как у

гранита. От гранита отличается по структуре и по условиям образования. По сравнению с липаритами порода более плотная. Порфировидные включения состоят из ортоклаза, зёрен кварца и незначительного количества слюды и роговой обманки. Текстура массивная. Окраска бурая, жёлтая, красная, зеленоватая, серая. Используют как строительный материал.

Обсидиан (вулканическое стекло) - однородная, плотная порода стекловатой структуры и массивной текстуры. Окраска чёрная, тёмно-серая или красновато-коричневая. Излом раковистый. Блеск стеклянный. Используют как поделочный камень.

Пемза – пористая, шершавая, пенная, однородная порода, образование её связано с извержением магмы, богатой газами. Цвет белый, серовато-жёлтый. Пемза лёгкая – плавает в воде (плотность 0,3-0,9). Применяется как строительный и тонкий абразивный материал.

Вулканический туф. Характеризуется тем, что на фоне пористой массы разбросаны обломки различного цвета, величины и формы. Образуется из сцементированных обломков, выброшенных при вулканических взрывах. Порода неоднородная, текстура пористая, окраска различная. Используют как строительный материал.

Средние магматические породы (SiO_2 65 – 52%)

Состоят из плагиоклазов (андезин, олигоклаз), цветных минералов (роговая обманка, авгит, слюды), кварца мало или отсутствует. Наиболее распространённые породы этой группы сиениты, диориты и их излившиеся аналоги – трахиты и андезиты.

Интрузивные магматические породы

Сиенит. По внешнему виду похож на гранит, отличается от него тем, что в сиените не содержится кварц или его очень мало.

Минералогический состав: полевые шпаты (ортоклаз или мироклин) и цветные минералы (роговая обманка, авгит, биотит). Окраска серая, розовая, красная (в зависимости от цвета полевых шпатов). Структура полнокристаллическая зернистая. Текстура массивная.

Встречается в Восточной Сибири, на Урале. С ним связаны крупные месторождения магнетита, меди и др. Используют как строительный материал.

Диорит. Минералогический состав: полевой шпат (плагиоклаз), цветные минералы (роговая обманка, биотит, авгит). Окраска серая, при выветривании диориты приобретают зеленовато-бурый цвет. Структура зернистая, текстура массивная.

Встречаются диориты на Урале, Закавказье и в других местах. С ними связаны месторождения железных, медных руд и полиметаллов. Используют как строительный материал.

Эффузивные магматические породы

Трахиты (излившиеся аналоги сиенитов, «трахит» по-гречески шероховатый).

Минералогический состав: калиевые полевые шпаты, плагиоклаз, роговая обманка, биотит, стекло. Окраска серая, белая, желтоватая. Структура порфировая. Текстура массивная, при выветривании зёрен полевых шпатов переходит в пори-

стую. Поверхность трахита шероховатая на ощупь. Они легко выветриваются и переходят в глину.

Встречаются на Урале, Алтае. Используют как строительный и кислотоупорный материал.

Андезиты (излившиеся аналоги диоритов).

Минералогический состав: полевые шпаты, цветные минералы – роговая обманка, авгит, биотит. Структура порфировая. Текстура массивная, при выветривании полевых шпатов переходит в пористую. Окраска тёмно-серая или зеленоватая.

Андезиты широко распространены в Восточной Сибири, Кавказе, Камчатке, на Курильских островах. Используют как строительный и поделочный камень.

Порфир полевошпатовый. Строение порфировое (тусклые крупные зёрна полевых шпатов). Зёрна белого, желтоватого или зелёноватого цвета. Окраска тёмно-зелёная, тёмно-серая.

Распространены во всех горных районах России. Используют так же как андезиты.

Основные магматические породы (SiO_2 52 – 40%)

Интрузивные породы

Габбро. Минералогический состав: полевые шпаты (лабрадор), авгит, роговая обманка, оливин, биотит, магнетит, пирит.

Имеет полнокристаллическую зернистую или крупнозернистую структуру, текстура массивная, реже полосчатая (тёмные и светлые минералы расположены отдельными полосами). Окраска тёмно-зелёная, чёрная. Тяжёлый (2,76-3,27). Габбро можно спутать с диоритом, но первый тяжелее.

Габбровые породы широко распространены на Урале, в Забайкалье, Карелии.

Габбро, состоящие из одного лабрадора, называют лабрадоритами, для которых характерен синий отлив на плоскостях спайности. Используют лабрадориты как декоративный и облицовочный материал.

Эффузивные породы

Базальт - излившийся аналог габбро, наиболее распространённая эффузивная порода. Шероховатый на ощупь. Цвет тёмный, почти чёрный, при выветривании окраска становится ржаво-бурой. Структура скрытокристаллическая, часто порфировая. Текстура массивная, иногда пористая.

Базальты широко распространены на Алтае, в Забайкалье и на Дальнем Востоке.

Диабазы. Минералогический состав имеют тот же, что и базальты, обладают такой же структурой. Окраска диабаза тёмно-зелёная, чёрная, в нём хорошо различимы на тёмном фоне таблички и палочки плагиоклаза.

Диабазы широко распространены на Урале и в Сибири. Базальты и диабазы – хороший дорожный и строительный материал.

Ультраосновные магматические породы ($\text{SiO}_2 < 40\%$)

Породы этой группы состоят из тёмноцветных минералов пироксенов, оливина, магнетита, хромита, поэтому они окрашены в тёмные – зеленовато-серые, тёмно-зелёные, почти чёрные тона.

Дунит почти полностью состоит из оливина (98,5%) и хромита (1,5%). Окраска тёмно-зелёная, почти чёрная, желтовато-зелёная. Зернистая структура. Тяжёлый - 3,2. Текстура массивная. На земной поверхности неустойчив, в процессе выветривания переходит в серпентин, тальк.

Кимберлит («синяя земля») - тёмная, тяжёлая порода алмазных воронок. Состоит из серпентина, оливина, слюды. Кимберлиты заполняют жерловины и цилиндрические трубки взрыва, в которых встречаются алмазы.

Алмазные месторождения в кимберлитовых трубках найдены в Якутии и на Урале. С ультраосновными породами генетически связаны месторождения алмазов, платины, никеля, кобальта, хрома, меди и др.

Определение магматических пород необходимо начать с изучения их структуры и текстуры, чтобы установить, является порода интрузивной или эффузивной. Затем определяют цвет, минеральный состав – основные породообразующие минералы, их относительное количество (много, мало). Результаты записывают в таблицу (табл. 7).

Таблица 7

Форма описания магматических пород

№ п/п	Структура	Текстура	Глубинная или излившаяся	Цвет	Группа по содержанию SiO_2	Основные породообразующие минералы	Форма и размер зёрен минерала	Название породы

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение понятия «горная порода». Приведите классификацию горных пород по происхождению.
2. Что такое магматические горные породы; как они классифицируются по содержанию кремнезёма?
3. Опишите все формы залегания интрузивных и эффузивных горных пород в литосфере.
4. В чём главное отличие глубинных пород от излившихся?
5. Что такое структура и текстура пород? Дайте характеристику всех видов структуры и текстуры магматических пород.
6. Опишите внешние признаки гранита, липарита, андезита, габбро, диабазы, дунита.
7. Определите внешние признаки и дайте название образцам магматических горных пород.
8. Расскажите о роли магматических горных пород в народном хозяйстве и почвообразовании.

ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Осадочные горные породы покрывают около 75% поверхности континентов. Они образуются при выветривании и переотложении ранее существовавших горных пород и остатков организмов на поверхности суши или на дне водоёмов. По месту отложения их делят на морские и континентальные.

К осадочным горным породам приурочены важные полезные ископаемые: нефть, уголь, железо, алюминий, золото и др. Являясь почвообразующими породами, осадочные отложения имеют большое значение для формирования различных почв.

Важными признаками осадочных пород являются: сложение, окаменелости и отпечатки, форма залегания, минералогический состав, цвет.

Сложение может быть плотным и рыхлым. Плотными являются осадочные породы, сцементированные известью, кремнезёмом, оксидами железа и т.д. Рыхлые характеризуются наличием хорошо заметных пор.

Окаменелости и отпечатки – остатки и следы растительных и животных организмов, существовавших в период образования породы (скелеты, раковины, листья).

Формы залегания – пластами (слоями), плащами. Слоистость может быть горизонтальной и складчатой (наклонной). Мощность слоёв бывает различной, слои отличаются друг от друга по цвету и минералогическому составу.

Минералогический состав весьма разнообразен. Наравне с первичными (кварц, полевые шпаты, слюды, роговая обманка и др.) в осадочных породах широко распространены вторичные минералы (глинистые минералы, карбонаты, гипс, опал, лимонит).

Цвет может быть очень разнообразен. Светлые тона зависят от наличия кварца, каолина, карбонатов, хлоридов, сульфатов; тёмные – органического вещества, оксида марганца; красные, бурые, коричневые – оксида трёхвалентного железа; голубые, зелёные – оксида двухвалентного железа.

По условиям образования и составу осадочные породы подразделяют на обломочные, глинистые, химические, органические и смешанные (биохимические, обломочно-хемогенные и др.) (таблица 8).

Таблица 8

Классификация осадочных пород

Обломочные породы					Химические породы	Органические породы	Смешанные породы
Размер обломков, мм	Рыхлые		Компактные				
	угловатые	окатанные	угловатые	окатанные			
Более 200	Глыба	Валун	Глыбовая брекчия	Валунный конгломерат	Хлоридные Галит, сильвин, сильвинит, карналлит	Карбонатные Известняки коралловые, фузулиновые, швагериновые, нуммулитовые, ракушечники и др., мел	Обломочные и обломочно-глинистые Суглинок, супесь, валунная глина, валунный песок, валунный суглинок, лёсовидный суглинок
200 – 10	Щебень	Галечник	Брекчия	Конгломерат	Сульфатные Ангидрит, гипс, мирабилит		
10 – 2	Дресва	Гравий	Дресвелит	Гравелит			
2 – 0,05	Песок		Песчаник		Карбонатные Оолитовый известняк, известковый туф, доломит	Кремнистые Диатомит Углеродистые Нефть, битум, горючий газ, торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит	Обломочно-химические Мергель
0,05 – 0,005	Алеврит		Алевролит		Железистые Лимонит, сидерит		Обломочно-органические Сапропель, опока
	Пыль		Лёсс		Марганцевые Пиролюзит		
Менее 0,005	Глины		Аргиллит		Фосфатные Фосфорит Кремнистые Гейзерит		Органическо-химические Известняк, трепел, яшма

Обломочные (кластические) породы

Это продукты механического разрушения коренных горных пород.

В основу классификации обломочных пород положены размер и форма обломков, степень их окатанности и наличие или отсутствие цемента. Поэтому обломочные осадочные породы одного и того же названия могут иметь различный химический и минералогический состав.

Классификация по величине обломков:

1. Грубообломочные (псефиты) - более 2 мм.
2. Среднеобломочные, или песчаные - от 2,0 до 0,05 мм.
3. Пылеватые (алевриты) - от 0,05 до 0,005 мм.

Обломочные породы могут быть рыхлыми или сцементированными, угловатыми или окатанными

Грубообломочные породы

Угловатые грубообломочные породы:

1. Глыбы - более 200 мм;
2. Щебень - 200 – 10 мм;
3. Дресву - 10 – 2 мм.

Округлые (окатанные) обломки:

1. Валунy - более 200 мм;
2. Гальку - 200 – 10 мм;
3. Гравий - 10 – 2 мм.

Те же породы могут быть сцементированы в сплошную массу или уплотнены.

Брекчия (рис. 26) - сцементированные остроугольные обломки.

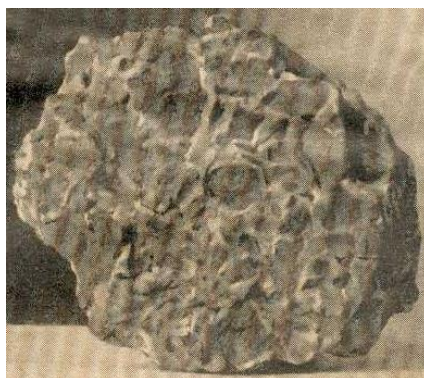


Рис. 26. Брекчия известковая. Строение грубообломочное

Конгломерат - сцементированные окатанные обломки разных размеров (гравий, галька, валуны).

При изучении грубообломочных пород необходимо определить размер, форму обломков, характер цемента. Известковый цемент вскипает от 10%-й HCl, кремнезёмистый характеризуется большой твёрдостью, железистый придаёт породе буроватый или красноватый цвет.

Среднеобломочные или песчаные породы

По происхождению пески могут быть речными, озёрными, морскими, флювиогляциальными и эоловыми.

Песчаные породы по величине обломочных зёрен делят на: **крупнозернистые** (2,0 – 0,5 мм), **среднезернистые** (0,5 – 0,25 мм) и **мелкозернистые** (0,25 – 0,05 мм).

Песчаные породы могут быть рыхлыми – **пески** и сцементированными – **песчаники**.

По минералогическому составу выделяют:

1. **Кварцевые пески и песчаники** (рис. 27). Состоят главным образом из зёрен кварца, в качестве примеси могут быть полевые шпаты, слюды и другие минералы. Это несцементированные обломки малых размеров - от 2,0 до 0,05 мм.

Применение: в строительстве, стекольной, керамической промышленности, при производстве фарфора, для изготовления химической посуды и т.д.



Рис. 27. Песок и песчаник. Строение мелкообломочное

2. **Глауконитовые пески и песчаники** отличаются большим содержанием глауконита, в значительных количествах включают кварц, слюды и другие минералы. Окраска зеленоватая и буро-зелёная. При их выветривании окраска становится ржаво-бурой.

3. **Аркозовые пески и песчаники** кроме кварца содержат в большом количестве полевые шпаты.

4. **Железистые пески и песчаники** обогащены гидроксидом железа и окрашены в бурый цвет.

5. **Известковые пески**. Вскипают при действии кислоты, т.к. содержат много обломков раковин, накапливаясь в прибрежных участках суши.

Все пески являются широко распространёнными **почвообразующими** породами.

При изучении песков необходимо определить крупность зёрен, минералогический состав, а для песчаников – характер цемента.

Пылеватые породы (алевриты)

Сцементированные пылеватые породы называют алевролиты.

Пылеватые породы – рыхлые мелкообломочные отложения с преобладанием частиц размером от 0,01 до 0,05 мм. К этим породам относятся лёсс и лёссовидные суглинки.

Лёсс. Однородная, уплотнённая, неслоистая, карбонатная порода. Минералогический состав разнообразный: мелкие зёрна кварца, полевого шпата, слюды, глинистых минералов, кальцита (всего до 50 минералов). Присутствует незначительное

количество органического вещества. Цвет желтовато-палевый, желтовато-серый. Строение землистое, тонкопористый (пор более 50% объёма), на ощупь очень мягкий, лёгкий, растирается между пальцами в тонкую пыль, образуя мучнистую массу. В воде распадается, теряет структурность. Имеет запах глины. Плотность 2,5-2,8 г/см³. Бурно вскипает от HCl. В естественном залегании даёт крутые, отвесные стенки, при увлажнении уменьшается в объёме (происходят просадки).

По происхождению лёссовые породы могут быть эоловыми, делювиальными, пролювиальными, флювиогляциальными.

Лёссовидные суглинки. Отличаются от лёссов меньшей пористостью, неоднородностью частиц по величине, нередко слоистым строением. В ряде случаев в них отсутствуют карбонаты кальция.

Лёссы и лёссовидные суглинки являются важнейшими почвообразующими породами на территории России.

Глинистые породы (пелиты) (греч. *pelos* – глина)

Эти породы состоят из минеральных частиц размером менее 0,01 мм и содержат более 30% тонкодисперсных частиц менее 0,001 мм. По минералогическому составу глины значительно отличаются от других обломочных пород. Их составными частями являются три группы глинистых минералов: каолинит, монтмориллонит и гидрослюда. В зависимости от преобладания этих минералов различают глины каолиновые, монтмориллонитовые и гидрослюдистые. Встречаются глины, состоящие из смеси глинистых минералов полиминеральные глины.

Глинистые минералы состоят из силикатов алюминия, магния, кальция, калия, натрия и других катионов, содержат много воды.

По происхождению глины подразделяются на *остаточные* (элювиальные), образовавшиеся в результате физического и химического выветривания горных пород на месте их залегания, и *осадочные*, которые могут формироваться в континентальных водоёмах (озёрные, аллювиальные, делювиальные и др.) и морских бассейнах на различных глубинах. Глины осадочного происхождения отличаются слоистостью, лучшей отсортированностью и преобладанием частиц размером менее 0,005 мм.

По минералогическому составу различают глины *жирные*, содержащие большое количество каолинита, монтмориллонита, и *тощие*, в составе которых содержится значительное количество песчаных и обломочных минералов кварца, опала, халцедона.

Глины отличаются некоторыми типичными свойствами. В сухом состоянии они рыхлые (землистые) или очень плотные (каменистые). При смачивании водой дают пластичную, жирную на ощупь массу и увеличиваются в объёме (набухают). Во влажном состоянии они принимают и длительно сохраняют приданную им форму. При высыхании глина уменьшается в объёме. Цвет глин различный: белый, тёмно-серый и чёрный (при наличии органического вещества), красно-бурый и жёлто-бурый (содержат оксиды железа и марганца), голубовато-зелёный (содержат глауконит и хлорит). Малый размер глинистых частиц и набухаемость обуславливают их плохую водопроницаемость и значительную влагоёмкость.

Каолиновые глины (огнеупорные). Состоят преимущественно из одного минерала каолинита. Цвет белый, мягкие, жирные на ощупь.

Используют в фарфорово-фаянсовом производстве, для изготовления огнеупорных кирпичей, т.к. обладают повышенной огнеупорностью (температура их плавления превышает 1700⁰С).

Монтмориллонитовые глины. Состоят в основном из минералов монтмориллонитовой группы. Обладают жирным блеском, жирны на ощупь, легко разбухают в воде, отличаются высокой адсорбционной способностью – 50-150м-экв/100г, окраска их белая, кремовая, светло-зелёная. Разновидности монтмориллонитовых глин: кил и вязкие бентонитовые глины.

Используют для очистки нефтепродуктов, отбеливания тканей, в литейном деле.

Моренные глины. Происхождение ледниковое, поэтому в их толще находятся гравий, валуны различных магматических пород. Цвет бурый, красно-бурый, голубовато-бурый.

Ленточные глины озёрного происхождения имеют хорошо выраженную слоистость из чередующихся глинистых и супесчаных прослоек, пёструю окраску.

Кембрийские глины. Образовались на дне древнего Кембрийского моря. Очень пластичны, цвет серовато-голубой.

Полиминеральные глины. Являются широко распространёнными почвообразующими породами.

Многие глины используются в строительстве и гончарном деле.

Обладая большой пластичностью и низкой водопроницаемостью, глины являются водоупорными горизонтами подземных вод.

Аргиллиты. Образовались в результате уплотнения, деградации и цементации глин. Твёрдые глинистые породы, цвет их обычно тёмный, в воде не размокают. Они могут быть массивные, плитчатые, а также иметь слоистое строение.

Изучение глин нужно начинать с определения их пластичности. Глины в тестообразном (увлажнённом) состоянии легко скатываются в шнур, кольцо. Затем определяют сложение, пористость, цвет в сухом и влажном состоянии, наличие или отсутствие отпечатков и окаменелостей.

Смешанные песчано-глинистые породы

Состоят из частиц песка, пыли, глины в различных соотношениях. По происхождению они могут быть ледниковые, аллювиальные, делювиальные. К ним относятся супеси и суглинки, которые являются широко распространёнными почвообразующими породами.

Суглинки – неслоистые землистые породы красно-бурого и серого цвета, содержат глины от 20 до 60%.

Различают суглинки покровные, моренные, лёссовидные и др.

Суглинки покровные. Относительно однородная землистая порода, покрывающая водоразделы материков слоем небольшой мощности (3-5 м), жёлто-бурого, жёлто-коричневого цвета.

Суглинок моренный. Происхождение ледниковое. Представляет собой неслоистую неоднородную породу, состоящую из песка, глины, гравия, валунов. Цвет красно-бурый, серый.

Делювиальные суглинки более однородны по размерам частиц.

Супеси – землистая порода бурого, палево-бурого цвета и разнообразного состава, содержит 10-20% глины, остальная масса представлена пылеватыми и песчаными частицами. Благодаря высокому содержанию песка в минеральном составе супесей много кварца, есть слюда, оксиды железа и др.

Делювиальные и аллювиальные супеси хорошо отсортированы и часто слоисты.

В зависимости от содержания фракций песка и глина супеси могут иметь различные свойства, но чаще всего эти породы хорошо водопроницаемы, не пластичны, при высыхании образуют непрочные комки.

Химические и биохимические породы

Образуются в результате химических реакций, происходящих в земной коре, выпадении солей из водных растворов, при косвенном участии организмов или при концентрации их тел и скелетов. К породам данной группы относятся:

1. Аллитовые (латериты, бокситы).
2. Железистые (ферролиты).
3. Фосфориты.
4. Кремнистые (силициты).
5. Карбонатные (известняки, мергели, доломиты).
6. Соли (гипс, ангидрит, каменная и калийные соли, мирабилит).
7. Горючие углеродистые породы (каустобиолиты).

Если скопления минералов залегают пластами или другими геологическими образованиями, занимающими значительные участки земной коры, их называют горными породами. Например: гипс, образующий небольшие, хорошо огранённые кристаллы – минерал, а гипс в больших скоплениях, залегающий пластами или линзами большой мощности и протяжённости, содержащий примеси, – горная порода.

Кремнистые породы (силициты)

К этой группе относятся породы органического и химического происхождения, состоящие из опала, халцедона, кварца и примесей песка, глины, глауконита и карбоната кальция. Главные представители этой группы: кремнистые туфы, гейзериты, диатомит, кизельгур, трепел, опоки, яшмы.

Диатомит – лёгкая, пористая, светлая порода, состоящая из слабосцементированных скелетов диатомовых водорослей, радиолярий и губок.

Трепел. Образуется в морских и пресноводных бассейнах, залегает слоями. Светлоокрашенная, иногда белая порода, состоящая главным образом из опала, спикул губок или раковин радиолярий с примесью песка и глины. Порода очень лёгкая (плотность 0,25-1,0 г/см³). Не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Легко впитывает воду.

Диатомит и трепел используют в красочной, химической промышленности, для тепло- и звукоизоляции, при очистке нефтепродуктов и кислот, при изготовлении огнеупорных кирпичей, жидкого стекла, мыла и др.

Карбонатные породы

Наиболее распространённые представители этих пород: известняки, доломиты, мергели, мел. Карбонаты легко распознаются по бурному вскипанию от действия соляной кислоты.

Известняки могут быть органогенного и химического происхождения.

Органогенные известняки образуются из остатков раковин моллюсков или скелетных образований других организмов.

Плотные известняки – плотная тонкокристаллическая масса белого, жёлтого, серого цвета.

Известняк ракушечник (рис. 28) – скопления хорошо сохранившихся различных раковин.



Рис. 28. Известняк ракушечник

Органогенные известняки классифицируются по группам организмов, из которых они образуются:

1. **Коралловый (рифовый) известняк** – рифовые постройки коралловых полипов различной структуры (волокнистой, сетчатой, решётчатой). Цвет белый, розовый, серый, желтоватый.

2. **Фузулиновый известняк** (рис. 29) состоит из твёрдых скелетных остатков мелких морских животных – фузулин, имеющих форму и размер, напоминающие зёрна ржи. Цвет белый, жёлтоватый, серый.

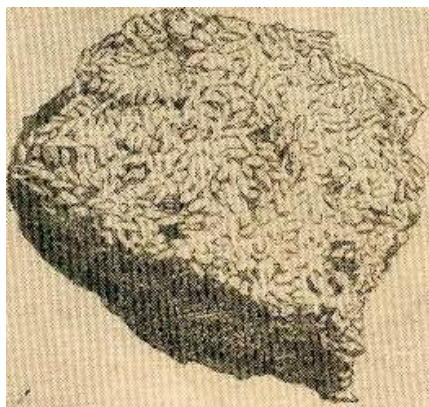


Рис. 29. Фузулиновый известняк

3. **Нуммулитовый известняк** (рис. 30) состоит из скелетных остатков морских животных, имеющих округлую форму (напоминает монету, диск). Цвет белый, жёлто-серый, розовый.

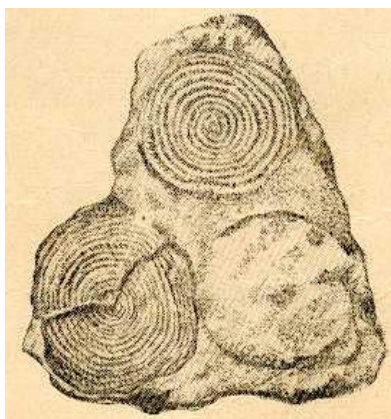


Рис. 30. Нуммулиновый известняк

Мергель. Порода, состоящая из органогенного химического и обломочного материала. Поэтому иногда его относят к породам смешанного типа. Мергель – уплотнённая, обогащённая карбонатом кальция глина, строение тонкозернистое. Цвет белый, серый. Содержание CaCO_3 от 20 до 80%.

При действии соляной кислоты вскипает, оставляя на поверхности породы тёмное пятно.

Разновидностью органогенных известняков является мел.

Мел – белая мягкая землистая порода, сложенная из мелких частиц кальцита, раковин фораминифер и одноклеточных морских водорослей (кокколитов). Строение пористое, бурно вскипает от HCl . Мел хороший поглотитель, сорбент.

Залегают мощными пластами в Курской, Белгородской, Воронежской областях и среднем Поволжье.

Известняки химического происхождения образуются при осаждении карбонатного материала из водных растворов.

Оолитовые известняки – скопления мелких шариков кальцита скорлуповатого или радиально-лучистого строения, сцементированных между собой кальцитовым цементом. По внешнему облику они напоминают зернистую икру, а при значительных размерах оолитов – горох (икряной или гороховый камень).

Известковые туфы образуются в местах выхода на поверхность подземных вод, обогащённых углекислым кальцием, имеют различную окраску – серую, серовато-жёлтую, светло-бурую; рыхлые пористые или ноздреватые неслоистые породы, бурно вскипают от HCl .

Все известняки широко используются в сельском хозяйстве для известкования кислых почв.

Углеродистые породы (каустобиолиты)

К каустобиолитам относят горные породы, являющиеся органогенными по происхождению и органическими по составу. Они бывают твёрдые (торф, сапропель, бурый и каменный уголь, горючие сланцы, янтарь и др.), жидкие (нефть) и газообразные (горючие газы).

Торф состоит из неполностью разложившихся растительных остатков (мхи, тростники, камыши, деревья). По происхождению торфы подразделяются на озёрные и наземные; по типам болот – на низинные, верховые и переходные. Торф низинных болот отличается высокой степенью разложения и зольностью, имеет реакцию, близкую к нейтральной, богат азотом. Торф верховых болот имеет низкую степень разложения и зольность, большую кислотность, азота и зольных элементов содержит меньше, чем низинный торф.

В сухом торфе содержание углерода изменяется от 28 до 35%, кислорода 30-38%, водорода до 6%, азота до 4% и есть примеси минеральных веществ. Образуется при постепенном накоплении и разложении органических остатков растений в болотах в условиях высокой влажности и слабого доступа воздуха при участии анаэробных бактерий. Залегает в виде слоёв и линз мощностью до 10-15 м.

Торф - рыхлая, мягкая, матовая порода. Цвет бурый, жёлто-бурый, коричневый, чёрно-бурый. Лёгкий, в воде не тонет, легко загорается, окрашивает воду в бурый цвет. Торф обладает большой пористостью и влагоёмкостью.

На территории нашей страны находится более 50% мировых запасов торфа. Торфяные месторождения широко распространены на севере и северо-западе страны (Ленинградская, Архангельская, Вологодская, Ярославская, Костромская области). Особенно много торфа в Западной Сибири (Тюменская, Омская, Новосибирская области).

Используют торф в сельском хозяйстве как удобрение (приготовление компостов с навозом и минеральными удобрениями) и в овощеводстве, кроме этого, как местное топливо, а также как строительный и изоляционный материал.

Сапропель (от греческого *sapros* – гнилой и *pelos* – грязь, ил). Органические илы, отложения водоёмов суши (отмирание планктона, остатки которого перемешиваются с донными остатками). Это аморфная органическая масса различной окраски, матовая, мягкая, лёгкая.

Сапропель накапливается на дне застойных пресноводных и слабосоленоватых водоёмов. Используют как ценное местное удобрение и для получения газа, кокса, смолы, а также как лечебную грязь.

Ископаемые угли

Образовались из остатков растений (водоросли, древесная растительность) прежних геологических периодов (третичное время, карбон) путём сложных изменений. Превращение органического вещества шло как в присутствии кислорода, так и в условиях недостаточного его доступа. Кроме характера исходного материала и условий превращения органического вещества оказывали влияние и геологические процессы. Под действием высокого давления и высокой температуры органические остатки метаморфизовались, и таким образом возникли новые изменённые разновидности каменных углей. В зависимости от степени обугливания различают бурый, каменный уголь и антрацит.

Бурый уголь – промежуточное образование между торфом и каменным углем. Содержание углерода в нём достигает 70%, есть примесь смолистых веществ, сложенных Н, О, N, песчаных и пылеватых частиц. Цвет этого угля бурый или чёрно бурый, черта бурая. Он мягкий, матовый, плотный или землистый, аморфный, лёгкий, от спички загорается, горит сильно коптящим пламенем с неприятным запахом.

Каменный уголь содержит углерода до 82%. Цвет чёрный, черта чёрная. Образует сплошные массы, которые могут быть плотными или слоистыми, спайность отсутствует, аморфный, пачкает руки, хрупкий, горит светящимся и чадящим пламенем.

Антрацит содержит углерода до 95%. От каменного угля отличается большей твёрдостью. Блеск полуметаллический, цвет чёрный, черта чёрная, рук не пачкает. Спайность отсутствует, аморфный, хрупкий. Горит светлым пламенем, почти без газа.

Ископаемые угли залегают в форме пластов и линз. В нашей стране основными угленосными бассейнами являются Ленский, Тунгусский, Канско-Ачинский, Кузбасс, Донбасс, Урал. Используют ископаемые угли в качестве топлива, а также они служат сырьём для химической промышленности.

Горючие сланцы. Мергелистые сланцеватые породы, обогащённые органическим веществом. Они образовались на дне морей при одновременном отложении органического и неорганического ила.

Эта порода имеет сланцеватое строение, легко распадается на плитки, лёгкая, цвет тёмно-серый или бурый до чёрного, загорается от спички, сильно коптит и во время горения издаёт запах жжёной резины.

Месторождения горючих сланцев имеются в Ленинградской области и Среднем Поволжье (Ульяновск, Сызрань).

Используют как местное топливо, сырьё для химической промышленности и для добычи газа.

Нефть (C_nH_m) - жидкая маслянистая порода со специфическим запахом окраска различная – от светлой до чёрной, лёгкая (всплывает на поверхности воды, образуя радужные плёнки).

Нефть имеет большое практическое и стратегическое значение. Продукты нефтепереработки применяют во всех отраслях народного хозяйства. Крупнейшие месторождения нефти нашей страны сосредоточены в Западной Сибири (Саматлор, Тюменская обл.) на Волге, в Предуралье, на Кавказе, Тимано-Печёрском бассейне (Архангельская обл., Коми) и др.

Асфальт. Смесь частично окисленных углеводородов (примерно С–84%, Н–10%, О–6%) частично содержит примесь воды, газа, песка и обломков пород. Это плотная, чёрная непрозрачная порода с крупнораковистым изломом. Температура плавления около 100⁰С. Чистый асфальт имеет вид массивного вещества с почковидной или шероховатой поверхностью.

Озокерит (горный воск) – нефтяная воскообразная порода от светло-жёлтого до чёрно-коричневого цвета; непрозрачен, блеск смоляной. Температура его плавления изменяется от 50 до 100⁰С.

Определение осадочных пород следует начинать с внимательного изучения их внешнего вида, вскипания с HCl. Прежде всего нужно определить группу, к которой принадлежит порода (обломочные, химические, органогенные). Большинство обло-

мочных пород – полиминеральные и имеют хорошо выраженный землистый внешний вид. Затем детально изучают цвет, структуру и текстуру, вскипание с кислотой, размер твёрдых частиц (для обломочных), характер цемента, пластичность, набухаемость и др.

Результаты записывают по форме, приведенной в табл. 9.

Таблица 9

Осадочные породы

№ п/п	Группа	Вскипание	Размер частиц	Цвет	Сложение (текстура)	Название

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Назовите роль осадочных пород в народном хозяйстве и почвообразовании.
2. Приведите соотношение различных горных пород в литосфере и биосфере.
3. Дайте характеристику внешних признаков осадочных пород.
4. Опишите все группы осадочных пород и способы их образования.
5. Назовите внешние признаки и опишите свойства песков, супесей, суглинков и глин.
6. Дайте характеристику главнейших солей.
7. Дайте характеристику каустобиолитов.
8. Назовите главные карбонатные осадочные породы и опишите их внешние признаки.
9. Определите внешние признаки и назовите 12 образцов различных осадочных горных пород.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Эти породы образовались из осадочных и магматических горных пород в глубинных слоях Земли под действием высокого давления, высокой температуры и химического влияния магмы, горячих вод и газов, идущих из магматических очагов.

Все метаморфические породы имеют кристаллическую структуру, которая отличается от полнокристаллической структуры магматических пород.

Текстура метаморфических пород разнообразна, её происхождение обусловлено ориентировкой минералов длинными осями перпендикулярно к действующему давлению. Главными видами текстур являются: сланцеватая, полосчатая, волокнистая и массивная.

Сланцеватая текстура характеризуется наличием минералов удлинённой формы, расположенных параллельно длинным сторонам.

Полосчатая (ленточная, слоистая, чешуйчатая) текстура отмечается при чередовании в породе полосок минералов различной толщины. В зависимости от толщины полосок выделяют ленточную слоистую или чешуйчатую разновидности полосчатой текстуры.

Волокнистая текстура – масса волокнистых кристаллов, переплетающихся между собой.

Массивная текстура аналогична текстуре массивно-кристаллических пород.

Кроме структуры и текстуры необходимо учитывать цвет и минералогический состав метаморфических пород.

Цвет этих пород весьма различен и определяется их минералогическим составом.

Минералогический состав метаморфических пород обусловлен минералогическим составом тех магматических или осадочных горных пород, из которых они образовались.

Главнейшими метаморфическими горными породами являются гнейсы, различные сланцы, мраморы, кварциты. Классификация метаморфических горных пород приведена в табл. 10.

Таблица 10

Классификация метаморфических пород

Кристаллические сланцы (строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое)		Массивные породы (строение зернистое)	
Породы	Минералогический состав	Породы	Минералогический состав
Гнейсы	Кварц, полевой шпат, слюда, иногда роговая обманка, авгит	Мрамор	Состоит из одного минерала – кальцита
Слюдяной сланец	Слюда и кварц или одна слюда		
Хлоритовый сланец	В основном состоит из хлорита		
Тальковый сланец	В основном состоит из талька	Кварцит	Состоит из одного минерала – кварца
Глинистый сланец	В основном состоит из глины		

Гнейсы – наиболее распространённые метаморфические породы.

По минералогическому составу и окраске напоминают гранит, но в отличие от него минералы в гнейсе (слюды, полевые шпаты) расположены в параллельной плоскости, перпендикулярной направлению давления. Гнейсы, образовавшиеся из осадочных пород, называются **парагнейсами**, из магматических пород – **ортогнейсами**. Текстура гнейсов сланцевая, ленточная, иногда массивная.

Используют как строительный материал.

Сланцы

Большая группа метаморфических пород, характеризующаяся сланцеватой или различного рода полосчатой текстурой. По степени метаморфизма и минералогическому составу различают несколько разновидностей сланцев. По преобладающему минералу выделяют сланцы: слюдяные, тальковые, хлоритовые, глинистые.

Слюдяные сланцы состоят в основном из слюды с незначительной примесью кварца. Эти породы обладают хорошо выраженной тонкослоистой текстурой. Окраска породы серая, зеленовато-серая и чёрная. В зависимости от преобладания той или иной слюды в составе породы их называют мусковитовыми и биотитовыми.

Тальковые сланцы состоят почти из одного минерала - талька, мягкие, жирные на ощупь, гладкие сланцеватые породы обычно светлых тонов (зеленоватая, светло-серая).

Хлоритовые сланцы состоят из чешуйчатых и листоватых агрегатов хлорита с примесью кварца, цвет зелёный, жирные на ощупь.

Глинистые сланцы - слабо метаморфизированные глинистые породы чёрного, серого и зеленоватого цвета. Текстура хорошо выраженная сланцеватая, тусклые, легко распадаются на плитки, излом землистый. В отличие от глин не размокают в воде.

Разновидность: **кровельный сланец** (естественный шифер) - плотный, легко раскалывающийся на тонкие и ровные плитки.

Используют как кровельный материал, для изготовления линолеумов, изоляционных материалов и резиновых изделий.

Кремнистые сланцы состоят из плотного кремнистого материала, в котором встречаются биотит, полевой шпат и др. Породы твёрдые, непрозрачные, матовые, цвет различный в зависимости от исходного материала (зелёные, жёлтые, красноватые).

Мрамор. Образуется при метаморфизме известняков, иногда доломитов и других пород, богатых кальцитом. Кроме кальцита в его состав в небольшом количестве входят доломит, кварц, полевые шпаты и амфиболы. Он имеет хорошо выраженную зернистую структуру, поверхность зёрен ровная (спайность совершенная), твёрдость небольшая (не оставляет царапину на стекле). Мрамор бурно реагирует с соляной кислотой, чистые разновидности мрамора имеют белый цвет, наличие примесей придаёт им разнообразную, часто очень красивую окраску (графит – чёрную, хлорит – зелёную, оксиды и гидрооксиды железа красную и жёлтую). Используют как прекрасный облицовочный, декоративный и скульптурный материал, поэтому его широко используют при отделке зданий, подземных залов метро и др.

Крупнейшее месторождение мрамора - Кибик-Кордонское (Красноярский край). Крупные месторождения есть на Урале, Алтае, в Карелии, на Дальнем Востоке.

Кварцит. Образуется при метаморфизме кварцевых песчаников. Для него характерны хорошо выраженная кристаллическая структура и массивная текстура. Обладает большой твёрдостью (оставляет царапину на стекле). Строение зернистое, поверхность зёрен неровная (спайность отсутствует), в изломе блестящий. Цвет чистых разновидностей белый, светло-серый, примеси окрашивают в малиновые, красновато-бурые и другие тона. Кварциты с богатым содержанием магнетита, гематита и других железистых минералов называют железистыми кварцитами и применяют их как железные руды. Кварциты от мрамора отличаются большей твёрдостью и тем, что не реагируют с разбавленной HCl. Используют как строительный и облицовочный материал.

Месторождения кварцита известны в Карелии (Шокшинское), на Алтае, в Бурятии (Черемшанское), в районе Курской магнитной аномалии.

Определение метаморфических пород следует начать с установления структуры, текстуры, цвета, затем изучить минералогический состав, отмечая главные породообразующие минералы, определяя их по внешнему виду. Результаты определения необходимо записать в таблицу по форме, приведенной в табл. 11.

Таблица 11

Метаморфические породы.

№ п/п	Структура	Текстура	Цвет	Породообразующие минералы	Название

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Какие горные породы называются метаморфическими? Перечислите основные метаморфические горные породы.
2. Опишите виды структуры и текстуры, характерные для метаморфических горных пород.
3. Дайте сравнительную характеристику мрамора и кварцита.
4. Определите внешние признаки и дайте название шести образцам метаморфических горных пород.

РАЗДЕЛ 2. АГРОНОМИЧЕСКИЕ РУДЫ

Минералы и горные породы, используемые в сельском хозяйстве

«Агрономические руды или доставляют вещества, необходимые для произрастания растения, или же благоприятно изменяя свойства почвы, ее структуру, воздушный и водный режимы, может быть, ее биологию, улучшают общие условия питания растений». Я.В. Самойлов – автор термина агрономические руды - также отмечал, что некоторые минералы и горные породы могут быть использованы для защиты растений от вредителей и болезней.

Агрономические руды (агроруды) содержат ряд элементов, необходимых для питания растений (азот, фосфор, калий и др.) или для улучшения свойств почвы (уменьшения кислой или щелочной реакции, изменения физических свойств).

Основными агрорудами являются азотнокислые, фосфорнокислые, калийные, известковые, гипсовые, органические и агроруды, содержащие микроэлементы.

Азотнокислые агроруды представлены селитрами. Это очень ценные удобрения, хорошо растворимые в воде, и азот, входящий в их состав, легко усваивается всеми растениями. Наиболее широкое применение имеет **натриевая, или чилийская, селитра** (NaNO_3). Единственное крупное месторождение в мире - в Южной Америке (Чили). В России промышленных месторождений нет. **Калиевая (индийская) селитра** (KNO_3) встречается в виде налетов и выцветов в условиях жаркого климата.

Фосфорнокислые агроруды. Главное сырье для производства фосфорных удобрений – **апатит** ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{F, Cl, OH}$) (фтор-, хлор-, гидроксилапатит), могут присутствовать марганец, железо, стронций, магний, натрий, калий, алюминий, торий, редкоземельные элементы. В нашей стране известно несколько месторождений апатитовых агроруд, крупнейшим из них является Хибинское на Кольском полуострове (0,7-0,8 млрд т). Около 80% фосфорных удобрений получают из хибинских апатитов. На северо-западе Якутии – Уджинское с запасами более 2,5 млрд т, Алданское – 0,3-0,5 млрд т и др. Апатитовая агроруда Хибинского месторождения представляет собою апатито-нефелиновую породу с содержанием P_2O_5 от 7 до 31%. По качеству и внешним признакам различают три разновидности этих пород:

- «пятнистую», состоящую почти из чистого апатита (P_2O_5 29-31%),
- «полосчатую», представляющую собой чередование полосок апатита и других пород (P_2O_5 19-22%),
- «сетчатую», которая является «пустой» породой (P_2O_5 7-15%).

В апатитовой руде фосфор содержится в труднорастворимой форме, поэтому она не вносится в почву непосредственно, а перерабатывается в суперфосфат, легко усваиваемый растениями.

Другой фосфорсодержащей породой являются **фосфориты** ($\text{Ca}_5(\text{Cl, F})(\text{PO}_4)_3$ с примесями CaCO_3 , SiO_2 , CaSO_4 и др.), имеющие осадочное происхождение. Они могут быть кристаллические или аморфные. Богатые залежи аморфных фосфоритов имеются в Орловской и Курской областях (Тухачевское, Щигровское, Дмитровское и другие месторождения). Это глауконито-глинистые и песчанистые фосфориты. В

Московской и Рязанской областях – Егорьевское, Воскресенское и другие месторождения. В Вятской области находится Вятско-Камское месторождение фосфоритов, здесь они залегают в зеленоватом глауконитовом песке. В восточных районах России выявлены промышленные месторождения фосфорнокислых агоруд: Салигдарское апатитовое месторождение в Южной Якутии, Харанурское фосфоритовое месторождение в Восточных Саянах и др.

Применяя различные фосфорные удобрения, необходимо учитывать, что вместе с ними в почву поступают и вредные элементы (мышьяк, свинец, стронций, фтор и др.).

Третья фосфорсодержащая порода – **вивианит** ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Чистый вивианит содержит около 28% P_2O_5 , однако в чистом виде встречается редко. Чаще землистые порошковидные агрегаты вивианита встречаются в торфе, при содержании P_2O_5 от 2,5 до 15% его называют **торфовивианитом**. В неизмененном виде вивианит светлых оттенков и белый, при окислении на воздухе становится синим, а затем приобретает желто-бурый цвет.

Среди торфяных болот вивианитовые залежи встречаются довольно часто, например, в Западной Сибири.

Калийные агоруды представлены различными калийсодержащими минералами, главнейшими из них являются **сильвин** (KCl), **сильвинит** ($\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$), **карналлит** ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), **каинит** ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), **полигалит** ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Крупнейшие месторождения калийных солей – Соликамское, Урало–Эмбинское, на севере Иркутской области и др. Калийные соли – это пласты осадочных горных пород, содержащие 15 – 30% K_2O . Калийные минералы в этих рудах обычно перемешаны с глиной и песком. Калийные соли – кристаллические зернистые породы белого, серого, красного, желтого или пестрого цвета. Они хорошо растворимы в воде, имеют горько-соленый вкус, гигроскопичны на воздухе (см. стр.).

Сыннырит (калсилит) ($\text{K}[\text{AlSiO}_4]$). Месторождения сынныритов с содержанием K_2O до 20% обнаружены в Бурятии и Читинской области. Сходные породы, но с содержанием оксида калия 8-10%, найдены в Горной Шории и Кузнецком Алатау. Калсилит как калийное бесхлорное удобрение можно вносить в почву в виде переработанных сынныритов в тонкоразмолотом виде. Кроме калия в сынныритах отмечается содержание P_2O_5 (2-4%).

Известковые агоруды используются для нейтрализации кислых почв. Они представлены различными известняками, **известковыми туфами**, **доломитами**, **мергелями** (см. стр.). В почву известковые агоруды вносят после измельчения в виде известковой или доломитовой муки. Крупные месторождения известняков разрабатываются в Московской, Тульской, Ленинградской, Новосибирской, Кемеровской и других областях, в Красноярском крае.

Гипсовые агоруды используются для нейтрализации щелочной реакции почв и вносятся в солонцы и солонцеватые почвы. Для гипсования щелочных почв используют сыромолотый гипс – порошок серого или белого цвета, полученный путем размола природного **гипса** ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (см. стр.).

Основные месторождения гипса - осадочного происхождения. Мощность осадочных пород, состоящих из гипса и ангидрита, может достигать нескольких десятков метров. В нашей стране разведано более 150 месторождений. Эксплуатируется 42 месторождения с ежегодной добычей около 14 млн т, из них для нужд сельского хозяйства используется до 2,5%.

К *органическим агрорудам* относятся **торф** различных месторождений, **сапропель, озерный и прудовой ил**. Такие агроруды называются полными удобрениями потому, что в них содержатся в различных количествах все элементы питания растений, а кроме того, они улучшают физические и биологические свойства почвы (см. стр.).

Торф образуется при отмирании и неполном разложении болотных растений (торфообразователей) в условиях избыточного застойного увлажнения и недостатка кислорода. Наибольшую ценность как органические удобрения представляют низинные торфа. В их образовании большая роль принадлежит гипновым мхам, из травянистых растений – осокам, тростникам, вейнику, из древесных – ольхе, березе, сосне, ивам и другим влаголюбивым растениям. Особо ценны в этом отношении торфовивианиты (фосфорно-органические удобрения).

Сапропель в отличие от торфа формируется в основном из остатков низших растений и микроорганизмов (фито- и зоопланктона). Накапливается в тихих зарастающих водоемах со стоячей водой. Органическое вещество сапропелей содержит гумусовые вещества, в том числе гуминовые кислоты, битумы и др. Для элементного состава сапропелей характерно повышенное (по сравнению с торфом) содержание водорода (до 8%) и азота (до 6%). В них встречаются разнообразные микроэлементы, содержание которых колеблется в широких пределах (расчет на 1 кг воздушно-сухого сапропеля): марганца – 400-1000 мг, меди – 5-16 мг, кобальта – 0,5-20 мг, йода – до 87 мг, молибдена – 0,5-10 мг, цинка – до 148 мг.

Высокое содержание органического вещества, в том числе гуминовых соединений, азота и микроэлементов позволяет использовать сапропель как органоминеральное удобрение. Особенно эффективен сапропель на песчаных, бедных гумусом почвах.

Мощность сапропелей на дне озер составляет несколько метров (средняя глубина залегания 2 м), но может достигать и нескольких десятков метров. Потенциальные запасы сапропеля в России около 250 млрд м³, или 92 млрд т (при влажности 60%). Разработка сапропеля не приводит к вредным экологическим последствиям, а, наоборот, способствует улучшению окружающей среды, оздоравливает озера, так как накопление в них сапропеля приводит к обмелению, зарастанию и преждевременному старению.

Агроруды, содержащие микроэлементы – марганец, цинк, бор, медь, кобальт, молибден и др. Наиболее распространенными являются **пиролюзит** (марганцевая агроруда), **цинковая обманка** (цинковая агроруда), **бура** (борная агроруда) и др. Содержание микроэлементов в этих рудах невелико, поэтому в качестве микроудобрений могут быть использованы бедные непромышленные руды и отходы действующих рудников, обогатительных фабрик и металлургических заводов (различные шлаки, огарки и т.д.). Необходимо помнить, что при использовании в качестве удобрений отходов промышленности, осадка сточных вод и др. возрастает опасность аккумуляции в почве и включения в биологический круговорот микроэlemen-

тов (в том числе тяжелых металлов) в концентрациях, токсичных для живых организмов.

Поэтому необходимо шире использовать экологически чистое минеральное сырье – **цеолиты** (см. стр.). В настоящее время используются лишь некоторые, обладающие необходимыми для применения в сельском хозяйстве свойствами (адсорбционными, катионообменными и др.) – **клиноптиолит** $(K_2, Na_2, Ca)(H_2O)_8 [Al Si_5O_{12}]_2$, **морденит** $(Ca, Na_2, K_2)(H_2O)_7 [Al Si_5O_{12}]_2$, **шабазит** $(Ca, Na)_2 (H_2O)_6 [Al Si_2O_6]_2$, **филлипсит** $KCa (H_2O)_7 [Al_3 Si_5O_{10}]$. Наиболее целесообразно использовать их на почвах легких, бедных гумусом. Цеолиты снижают уровень поступления тяжелых металлов и радиоактивных элементов (Pb, Cd, Zn, Cu, Sr, Cs) из почвы в растения. Максимальный эффект отмечается при совместном внесении цеолитов и удобрений. Применение цеолитов на почвах с низким содержанием элементов питания может снизить урожайность в связи с поглощением ими ионов аммония и калия.

Для приготовления субстрата в теплицах и гидропонике используют: торф, песок, гравий, гальку, дресву, щебень, керамзит, вулканический туф, монтмориллонит, цеолиты.

При очистке масел и шротов – цеолиты, монтмориллонит, диатомит, трепел, известняки.

Наполнители (носители) ядохимикатов: цеолиты, монтмориллонит, диатомит, трепел, талькомагнезит; инсектицидов: опал, трепел, вивианит, сера.

В животноводстве и птицеводстве минералы и горные породы используются как источники минерального питания и гигиенические средства:

- минеральная подкормка: галит (каменная соль), обесфторенный фосфат, мел, известняки, доломиты, магнезит, мирабилит (глауберова соль), сапропель;
- подстилки, дезодорация помещений: цеолиты, монтмориллонит, вермикулит, торф, трепел.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение понятия агрономических руд.
2. Перечислите основные группы агроруд и их месторождения на территории России.
3. Дайте характеристику азотнокислых и калийных агроруд.
4. Опишите внешние признаки минералов для производства фосфорных удобрений.
5. Назовите гипсовые и известковые агроруды и дайте их характеристику.
6. Дайте характеристику основных органических агроруд.
7. Какие минералы и горные породы используют в животноводстве и птицеводстве?
8. Опишите внешние признаки и определите названия десяти образцов агрономических руд.

РАЗДЕЛ 3. СОСТАВ, СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

Природные воды являются растворами сложного состава с очень широкими диапазонами содержания растворенных веществ как по числу, так и по количеству компонентов.

Все вещества в составе природных вод разделяются на 3 группы:

- в растворенном состоянии: соли, кислоты, основания, органические вещества и газы;
- в коллоидном состоянии: кремнекислота, гидроксиды железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$, органические соединения;
- твердые вещества во взвешенном состоянии.

Твердые вещества, создающие муть воды, оказывают влияние, в основном, на ее физические свойства.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Физические свойства воды: температура, плотность, прозрачность, цвет, запах, вкус, радиоактивность.

Температура вод изменяется в широких пределах: в районах распространения многолетней мерзлоты у подземных вод она может быть отрицательной: - 4...- 6°C, неглубоких подземных вод от +5 до +15°C и зависит от местных климатических условий. Минеральные воды по температурным признакам подразделяются на холодные с температурой менее 20°, теплые - от 20 до 37°C, термальные - от 37 до 42°C и горячие – более 42°C.

Наибольшей **плотностью** вода обладает при 4°C. При охлаждении от 4 до 0°C она расширяется, поэтому лед легче воды – его плотность 0,92 г/см³. Плотность пресной воды при 4°C – 1,0 г/см³, плотность морской воды 1,03 - 1,08 г/см³.

Прозрачность воды – способность пропускать световые лучи, которая зависит от содержания в ней механических примесей и органических веществ. Выделяют воды прозрачные, слегка мутные, мутные и очень мутные. Определение производится в специальных приборах.

Цвет зависит от химического состава воды. Химически чистая вода обладает небесно-голубым цветом. Болотные воды окрашены в желтовато-бурый цвет от присутствия органических веществ, оксид двухвалентного железа Fe^{2+} придает воде зеленовато-голубую окраску, оксид Fe^{3+} - ржавую, бурую.

В большинстве случаев вода не имеет **запаха**. Болотные воды, богатые органическими веществами, обладают особым болотным запахом, застойная вода в колодцах может иметь затхлый запах, наличие в воде сероводорода придает ей запах тухлых яиц.

Вкус воды зависит от растворенных в ней минеральных веществ, газов, различных примесей. Ионы железа придают воде неприятный вкус, хлориды натрия – соленый, сернокислые соли магния и натрия – горький, органические вещества – сладковатый, ионы свободной углекислоты – приятный, освежающий.

Радиоактивность подземных вод обусловлена содержанием в них природных радиоизотопов урана, радона и радия. Единицей измерения урана и радия в водах

является грамм на литр (г/л). Количество радона выражается единицей кюри, т.е. количеством радона, находящимся в радиоактивном равновесии с 1г радия; более мелкие единицы: милликюри = $1 \cdot 10^{-3}$ кюри, эман = $1 \cdot 10^{-10}$ кюри.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Формирование химического состава природных вод связано с их происхождением, взаимодействием с различными горными породами, по которым они протекают, степенью водообмена и смешения вод.

Реакция воды может быть нейтральной – $\text{pH} = 7$, кислой – $\text{pH} < 7$, щелочной – $\text{pH} > 7$.

Общее содержание растворенных веществ принято называть **общей минерализацией**, которую выражают в миллиграммах или граммах на литр. В зависимости от общего содержания растворенных веществ воды подразделяются на пресные и соленые в различной степени:

до 1 г/л – пресные;

1 – 10 г/л – солоноватые;

10 – 50 г/л – соленые;

более 50 г/л – рассолы.

Основной химический состав природных вод определяется содержанием наиболее распространенных анионов: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- и катионов: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Сочетание этих главных элементов определяет основные свойства воды – щелочность, жесткость, соленость (рис. 31).

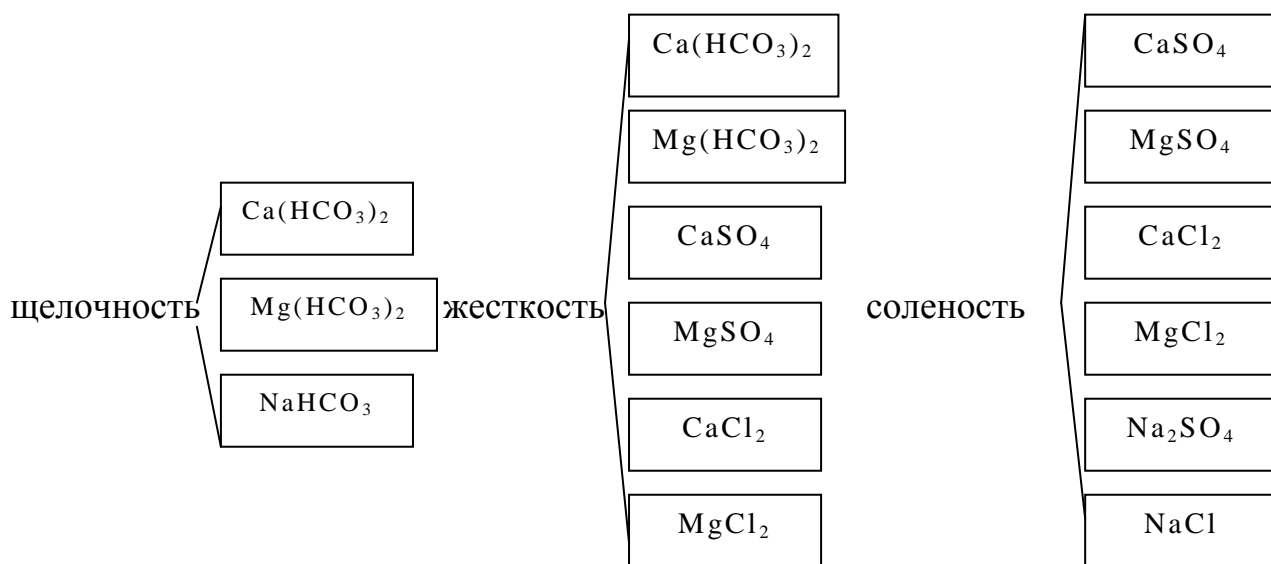


Рис. 31. Анионы и катионы, определяющие свойства воды

По анионам выделяют три основных типа вод: 1) гидрокарбонатные; 2) сульфатные; 3) хлоридные и ряд промежуточных – гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные и более сложного состава. По соотношению с катионами они могут быть кальциевыми, магниевыми, натриевыми или смешанными кальциево-магниевыми, кальциево-магниевыми-натриевыми и др. Это хоро-

шо выражено в классификации, предложенной С.А. Щукаревым, в последующем видоизмененной Н.Н. Славяновым (Цит. по А.Ф. Якушевой, 1983) (табл 12).

Каждый анион или группа анионов (указанных по вертикали) могут образовывать с отдельными катионами или группой катионов (указанных по горизонтали) различные сочетания. Цифрами в таблице обозначены типы вод, соответствующие различным сочетаниям анионов и катионов. Например, к 1-му типу будут отнесены гидрокарбонатно-кальциевые воды, ко 2-му - гидрокарбонатно-кальциево-магниевые, к 8-му - гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые, к 49-му – хлоридно-натриевые.

Таблица 12

Классификация подземных вод по химическому составу

Анионы	Катионы						
	Ca ²⁺	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ , Ca ²⁺	Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Na ⁺ , Mg ²⁺	Na ⁺
HCO ₃ ⁻	1	2	3	4	5	6	7
HCO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	8	9	10	11	12	13	14
HCO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻	15	16	17	18	19	20	21
HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻	22	23	24	25	26	27	28
SO ₄ ²⁻	29	30	31	32	33	34	35
SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻	36	37	38	39	40	41	42
Cl ⁻	43	44	45	46	47	48	49

Жесткость. Для пресной воды различают общую, временную (устранимую) и постоянную жесткость. Общая жесткость обусловлена суммарным содержанием в виде ионов Ca²⁺ и Mg²⁺. Временную (устранимую) жесткость придают воде гидрокарбонаты Ca²⁺ и Mg²⁺, переходящие при кипячении в карбонаты и осаждающиеся при кипячении воды в виде карбонатов (накипь). Разность между *общей* и *устранимой* – соответствует *постоянной* жесткости, она создается присутствием сульфатов и галоидов кальция и магния. Её выражают в мг-экв/л; 1 мг/экв соответствует содержанию 20,04 мг/л Ca²⁺ или 12,16 мг/л Mg²⁺.

По жесткости воды делят на следующие группы (мг-экв/л) по О.А. Алёкину:

Очень мягкая	до 1,5
Мягкая	1,5 - 3,0
Умеренно жесткая	3,0 – 6,0
Жесткая	6,0 – 9,0
Очень жесткая	более 9,0

В водах содержатся и другие ионы: OH⁻, F⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, H⁺, NH₄⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Sr²⁺; некоторые микроэлементы – йод, бром, бор, медь, свинец, мышьяк, барий, хром и

т.д. Присутствие в водах соединений фтора, свинца, меди, мышьяка считается вредным.

В пресных и слабосоленых водах обычно присутствуют растворенные газы O_2 , H_2 , CO_2 , N_2 , реже H_2S , CH_4 , Ar .

Использование вод. Влияние различных элементов и соединений, содержащихся в природных водах, на организм человека, развитие и урожай сельскохозяйственных культур неодинаково. Некоторые из них не оказывают какого-либо воздействия, другие действуют благоприятно, третьи ядовиты для человека и угнетают растения.

Питьевая вода по общей минерализации до 1 г/л – хорошая, 1-2 – удовлетворительная, 2-2,5 – допустимая, величина общей жесткости не должна быть более 7 мг-экв/л, содержание сульфатов не более 500, хлоридов – не более 350 мг/л. Изотопы стронция 90, цезия 137, урана 237, соединения меди, свинца, мышьяка должны полностью отсутствовать как ядовитые.

Вопрос о возможности применения для орошения вод с различным ионным составом и общей минерализацией очень сложен и определяется свойствами почв, уровнем грунтовых вод, видом и сортом сельскохозяйственных культур, их солеустойчивостью, кроме того, следует строго регламентировать нормы и режим поливов, промывок, дозы органических и минеральных удобрений. Считается, что общая минерализация вод для орошения должна быть не более 1,7 г/л, однако поливают и при минерализации 3-5 г/л.

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИВНЫХ ВОД И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВА

Цель работы. Определить общую концентрацию солей в поливной воде, содержание CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Дать оценку качества поливной воды по концентрации солей, содержанию в них натрия и магния.

Правила отбора воды на анализ

Отбор проб оросительной воды на анализ является важнейшей операцией, предшествующей гидрохимическому исследованию. Ошибки, допущенные при этом, в отличие от аналитических ошибок, нельзя исправить, и они могут привести к искажению всех дальнейших построений.

Основными требованиями при опробовании вод являются: неизменность их состава за период от отбора до анализа и достаточный объем для всех запланированных определений. При отборе проб воды необходимо соблюдать определенные правила: чистота употребляемой посуды; предварительная промывка ее несколькими объемами исследуемой воды; герметичность (предотвращение газового обмена); наличие небольшого объема газа (в стеклянной посуде) для предотвращения разгерметизации при термическом расширении; хранение в темноте и при возможно более низкой температуре (уменьшение микробиологических изменений); предотвращение возможности замерзания; четкая сопроводительная документация; хорошая упаковка при транспортировке для предотвращения боя стекла.

Определение ряда компонентов (рН, Eh, O_2 , Fe^{2+} и др.) лучше проводить сразу при отборе пробы. После вскрытия пробы последовательность определений должна

быть следующей: физические свойства, pH, H_2S , CO_2 , CO_3^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , NO_3^- , NH_4^+ (в день вскрытия), окисляемость, HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Cl^- , сухой остаток. Определение ряда компонентов (свободная и связанная углекислота, агрессивная углекислота, сероводород, железо, растворенный кислород, многие микроэлементы) проводят из специальных проб, отобранных с применением консервирующих средств.

При анализе химического состава поливных вод основным объектом исследования являются растворенные в воде вещества, которые и определяют ее свойства. Основную часть минеральных веществ, находящихся в растворе, составляют: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ .

В некоторых сильноокислых подземных водах содержатся значительные количества Fe и Al, в некоторых типах поверхностных и болотных вод - повышенное количество ионов NO_3^- и NH_4^+ , органического вещества, довольно значительное количество микроэлементов.

Определение сухого остатка

Определение сухого остатка в химическом анализе имеет большое практическое значение. Эта величина позволяет не только характеризовать общую минерализацию воды, но и контролировать качество выполненного анализа, при правильности которого общее содержание найденных веществ должно быть близко к величине сухого остатка.

1. 50 мл отфильтрованной воды выпаривают на водяной бане в предварительно высушенной и взвешенной на аналитических весах фарфоровой чашке.
2. Сухой остаток высушивают в термостате при 110°C 3 часа и после охлаждения в эксикаторе взвешивают на аналитических весах.
3. По разности массы пустой чашки и чашки с сухим остатком определяют массу сухого остатка во взятом объеме воды.
4. Пересчет на 1 л воды производится по формуле

$$X = \frac{a \cdot 1000}{V}$$

где X – сухой остаток, мг/л;

a - масса сухого остатка, г;

V - объем воды, взятый на выпаривание.

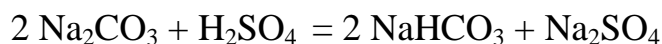
Определение щелочности воды

Общая щелочность поливных вод обусловлена анионами HCO_3^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} и анионами, гидролизующимися с образованием ионов OH^- . За общую щелочность принимают содержание HCO_3^- и CO_3^{2-} , так как содержание других ионов и органических кислот невелико.

Определение щелочности, вызываемой нормальными карбонатами

1. 25 мл воды помещают в колбу емкостью 100 мл.
2. Прибавляют 2 капли фенолфталеина, который диссоциирует только при резко щелочной реакции (pH 8,3 – 8,4). Появление красной окраски свидетельствует о наличии нормальных карбонатов.

3. Раствор титруют 0,02 н. H_2SO_4 до обесцвечивания, реакция идет по уравнению:



Содержание CO_3^{2-} рассчитывают по формуле:

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{2 \cdot a \cdot n \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг-экв/л}) \quad \text{или}$$

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{2 \cdot a \cdot n \cdot 30 \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг/л})$$

где a – количество израсходованной кислоты, мл;

n – нормальность кислоты;

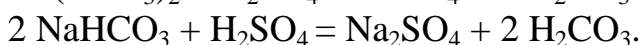
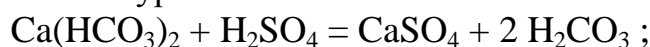
V – количество воды, взятое для определения, мл;

2 – коэффициент для перевода бикарбонатов в карбонаты;

30 – эквивалентная масса CO_3^{2-} .

Определение общей щелочности

1. В ту же колбу, где определяли CO_3^{2-} , прибавляют 3 капли метилоранжа и титруют той же кислотой до перехода желтой окраски в розовую. Реакция протекает по уравнениям:



Все количество 0,02 н. H_2SO_4 , пошедшее на титрование в присутствии фенолфталеина и метилоранжа, будет соответствовать общей щелочности во взятом объеме воды. Вычисляют ее по формуле:

$$\text{HCO}_3^- = \frac{(a + m) \cdot n \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг-экв/л}) \quad \text{или}$$

$$\text{HCO}_3^- = \frac{(a + m) \cdot n \cdot 61 \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг/л}),$$

где a – объем кислоты, израсходованной на определение щелочности от нормальных карбонатов, мл;

m – объем кислоты, затраченной на определении щелочности, вызванной бикарбонатами, мл;

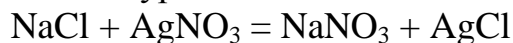
n – нормальность кислоты;

V – объем воды, взятый для титрования, мл;

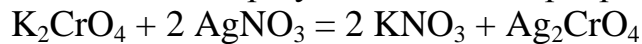
61 – эквивалентная масса HCO_3^- .

Определение хлорид-ионов

1. В ту же колбу, где определяли щелочность, прибавляют 1 мл 10%-го раствора K_2CrO_4 .
2. Титруют 0,01 н. раствором $AgNO_3$ до появления красноватой окраски. Реакция идет по уравнению:



Когда весь хлор будет связан с серебром, оно вступит в реакцию с K_2CrO_4 :



Хромовокислое серебро дает осадок красноватого цвета, появление которого и служит моментом, определяющим конец титрования. Количество хлорид-ионов определяют по формуле:

$$Cl^- = \frac{a \cdot n \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг-экв/л}) \text{ или}$$

$$Cl^- = \frac{a \cdot n \cdot 35,5 \cdot 1000}{V} \quad (\text{мг/л}),$$

где a – объем $AgNO_3$, затраченный на титрование, мл;

n – нормальность раствора;

V – объем воды, взятый для определения, мл;

35,5 – эквивалентная масса Cl .

Определение сульфат-ионов

Перед количественным определением сульфат-ионов проводят качественную пробу на их наличие в воде. 10 мл воды подкисляют 1-2 каплями 10%-й HCl , прибавляют 1 мл 10%-го $BaCl_2$ и нагревают до кипения. Если раствор не помутнеет, SO_4^{2-} нет, если выпадает осадок, необходимо количественное определение.

1. Берут 50 мл воды в химический стакан емкостью 100 мл, подкисляют 1-2 каплями 10%-й HCl , нагревают содержимое стакана до кипения.
2. Приливают 10 мл (кипящего) 10%-го раствора $BaCl_2$ небольшими порциями, кипятят 5 минут. Реакция осаждения сульфат-ионов:
$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = 2 NaCl + BaSO_4$$
3. Раствор с осадком оставляют в теплом месте на 4-24 часа.
4. Фильтруют через плотный фильтр, промытый горячей водой, перенося осадок на фильтр лишь в конце фильтрования.
5. Осадок на фильтре промывают кипящей дистиллированной водой до полного удаления бария (проба с 5%-й H_2SO_4).
6. Затем подсушивают на воронке и переносят в маленький предварительно прокаленный и взвешенный тигель.
7. Прокаливают сначала слабо, затем сильно, пока осадок не станет белым.

8. Тигель с осадком охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Количество SO_4^{2-} вычисляют по формуле:

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{a \cdot 0,4114 \cdot 1000}{V} \text{ (г/л)},$$

где a – масса осадка BaSO_4 , г;

0,4114 – коэффициент перевода BaSO_4 в SO_4^{2-} ;

V – объем воды, взятый для определения, мл.

Определение кальция и магния (трилонометрически)

Метод основан на свойстве трилона Б давать устойчивые комплексные соединения с ионами двухвалентных металлов. Определение производится путем титрования исследуемой пробы раствором трилона Б в присутствии индикатора хромогена черного, в комплексе сначала связываются ионы кальция, а затем и магния.

Определение суммы кальция и магния

1. В колбу объемом 100 мл помещают 50 мл воды.
2. Добавляют 5 мл хлоридно-аммиачного буфера и 15 капель хромогена черного. Раствор окрасится в вишнево-красный цвет.
3. Окрашенный раствор титруют 0,05 н. раствором трилона Б до перехода окраски через лиловую до сине-голубой с зеленоватым оттенком.

Расчет ведут по формуле:

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = \frac{a \cdot \text{н.} \cdot 1000}{V} \text{ (мг-экв/л)},$$

где a – объем трилона Б, затраченный на титрование, мл;

н. – нормальность трилона Б;

V – объем воды, взятый для определения, мл.

Определение кальция

1. В колбу объемом 100 мл помещают 50 мл воды.
2. Добавляют 2 мл 10%-го раствора NaOH (для доведения pH раствора до 12).
3. Всыпают несколько кристаллов мурексида. Раствор окрашивается в малиновый цвет.
4. Титруют 0,05 н. раствором трилона Б до перехода окраски в лиловую. Содержание Ca^{2+} вычисляют по формуле:

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{a \cdot \text{н.} \cdot 1000}{V} \text{ (мг-экв/л)},$$

где a – объем трилона Б, израсходованный на титрование, мл;

н. – нормальность трилона Б;

V – объем исследуемой воды, мл.

Для пересчета в мг/л полученное количество мг-экв умножают на эквивалентную массу Ca – 20.

Содержание магния определяют по формуле:

$$\text{мг-экв Mg}^{2+} = \text{мг-экв (Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - \text{мг-экв Ca}^{2+}$$

Для пересчета в мг/л полученное количество мг-экв умножают на эквивалентную массу Mg -12.

Определение натрия и калия проводят методом фотометрии. Иногда содержание натрия устанавливают путем вычисления. Оно основано на том, что в воде сумма анионов эквивалентна сумме катионов:

$$\text{мг-экв Na}^{+} = \text{мг-экв (HCO}_3^{-} + \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{2-}) - \text{мг-экв (Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Для пересчета в мг/л полученное количество мг-экв умножают на эквивалентную массу Na – 23.

Определение натрия фотометрически производится согласно инструкции к пламенному фотометру.

Мелиоративная оценка минерализации оросительных вод

Пригодность воды для орошения определяется количеством и химическим составом легкорастворимых в воде солей, особенностями орошаемой культуры, климатическими условиями и агротехникой, а также сравнением свойств неорошаемых и длительно орошаемых участков почвы. Известно, что одна и та же по составу вода по-разному влияет на почвы с разными свойствами. Методы оценки основываются на опасности вторичного засоления почв, осолонцевания, засоления и осолонцевания.

Первичную оценку воды для орошения проводят по классификациям А.Н. Костякова и Л.П. Розова (1956). За основу принята величина плотного остатка солей. Согласно этому воды с содержанием солей более 4 г/л считаются недопустимыми для орошения. По содержанию легкорастворимых солей воды с минерализацией 0,2 - 0,5 г/л считаются хорошими, 1 – 2 - опасными для засоления, а с 3 - 7 г/л могут использоваться для орошения только в порядке исключения при наличии идеального дренажа и поливах промывного типа. В некоторых случаях поливные воды с минерализацией 0,5 – 1,0 г/л могут оказаться содосодержащими. Зная концентрацию солей в оросительных водах, необходимо проводить следующие профилактические мероприятия (табл. 13).

Потребность почв в промывках и дренаже в зависимости от концентрации солей в оросительных водах

Концентрация солей в воде, г/л	Начало снижения урожайности	Необходимость в промывках	Необходимость в дренаже
0,2 – 0,5	Не наблюдается	Не нужны или нужны изредка	Достаточен естественный дренаж
0,5 – 1,0	После 20 – 25 поливов	Раз в 2 – 3 года	Нужен хороший дренаж
2,0 – 3,0	После 5 – 10 поливов	Дважды в год	Нужен хороший дренаж
4,0 – 5,0	После 3 – 5 поливов	После каждого четвертого полива	Нужен хороший дренаж
7,0 – 8,0	После 3 – 4 поливов	Через полив	Необходим очень хороший дренаж
10 - 12	Немедленно после первого полива	При каждом поливе, чтобы поддерживать низходящий ток	Необходим самый идеальный дренаж

Характеристика качества поливных вод по содержанию натрия

Натрий является одним из важнейших элементов, определяющих качество поливных вод. Для мелиоративной оценки качества оросительной воды и определения опасности осолонцевания почв при поливе И.Н. Антипов-Каратаев и Г.М. Кадер (1959, 1961) предлагают использовать уравнение:

$$\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{(\text{Na}^+)_{10}} = 0,23 \cdot C$$

Чтобы найти величину критического отношения суммы кальция и магния к натрию (в мг-экв/л), достаточно степень минерализации воды C (г/л) умножить на коэффициент 0,23. Индекс «10» означает критическое отношение кальция и магния к натрию, при котором количество поглощенного почвой натрия достигает 10% от емкости поглощения, что не вызывает осолонцевания почвы. Если отношение этой суммы к натрию в оросительной воде меньше $0,23C$, то вода нуждается в улучшении (путем ее разведения или внесения гипса).

Большинство зарубежных классификаций и способов оценки поливных вод основано на натриево-адсорбционном отношении SAR (Sodium adsorption ratio).

$$\text{SAR} =$$

Концентрация катионов выражена в мг-экв/л. Коэффициент выражает относительную активность иона натрия в обменных реакциях при взаимодействии воды с

почвой. В приведенной формуле не учитывается влияние резервов кальция, содержащихся в почве, поэтому она применяется только для бескарбонатных почв.

По величине SAR в зависимости от степени минерализации оросительной воды выделяют четыре группы вод (табл. 14).

Таблица 14

Качество оросительных вод (по величине SAR)

Содержание натрия	Минерализация, г/л	
	< 0,1	0,1 – 0,5
Низкое	< 10	< 6
Среднее	10 - 18	6 - 10
Высокое	18 - 26	10 - 18
Очень высокое	> 26	> 18

Вода с низким содержанием натрия может быть использована для орошения любых почв. При среднем содержании натрия ее опасно применять на тяжелых по гранулометрическому составу бесструктурных почвах, если в них не содержится гипс. Такая вода может быть использована на почвах с высокой водопроницаемостью (песчаных, супесчаных, хорошо оструктуренных суглинистых). Применение воды с высоким содержанием натрия требует проведения специальных мер по предотвращению опасных последствий осолонцевания и натриевого засоления почв (хороший дренаж, интенсивные и частые промывки, внесение органического вещества и кальцийсодержащих соединений). Вода с очень высоким содержанием натрия, как правило, непригодна для орошения, за исключением вод с низкой и средней засоленностью, когда эффективно использование гипса или других мелиорантов.

Характеристика качества оросительных вод по содержанию магния

Магний, поступающий в почву с поливными водами, может адсорбироваться коллоидами и отрицательно влиять на многие свойства почвы. Он оказывает отрицательное действие при содержании его в воде более 50% от суммы кальция и магния. Содержание магния в оросительной воде характеризует:

$$\text{Mg \%} = \frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{\text{Mg}^{2+}} \cdot 100 \%$$

Характеристика качества оросительных вод по содержанию остаточного карбоната натрия

Бикарбонаты, содержащиеся в поливных водах, играют большую роль вследствие осаждения кальция и в меньшей мере магния в виде карбонатов. Это приводит к изменению соотношения между натрием и общим содержанием катионов в оросительных водах и, следовательно, к усилению вредного действия натрия. Для оценки

качества щелочных оросительных вод введен термин «остаточный карбонат натрия». Его определяют по разности между общей щелочностью и суммой ионов кальция и магния:

$$\text{NaHCO}_3 = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}).$$

Вода, содержащая более 2,5 мг-экв/л остаточного карбоната натрия, непригодна для орошения, 1,25 - 2,5 – малопригодна и менее 1,25 мг-экв/л - безопасна. При оценке влияния остаточного карбоната натрия на почвы необходимо учитывать реакцию почвенного раствора. Вода, содержащая NaHCO_3 , является опасной для почв с $\text{pH} > 7$, но оказывает улучшающее действие на почвы с $\text{pH} < 7$.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Назовите основные физические свойства природных вод и причины, их определяющие.
2. На какие группы делят минеральные воды по температуре?
3. Дайте определение понятия «минерализации природных вод», назовите общее содержание солей (г/л) в пресных и засоленных в разной степени водах.
4. Какими могут быть воды по реакции (pH)?
5. Чем обусловлены основные свойства воды: щелочность, жесткость, соленость?
6. Дайте классификацию воды по жесткости (по О.А. Алекину).
7. Определите качество воды: речной, подземной, водопроводной; дайте характеристику, оценку и обоснуйте возможность ее использования для орошения и питьевых целей.

РАЗДЕЛ 4. ИЗУЧЕНИЕ РЕЛЬЕФА

Рельеф – совокупность форм земной поверхности, разнообразных по очертаниям, размерам, генезису и возрасту, находящихся в сложных сочетаниях друг с другом.

Современный рельеф земной поверхности является результатом сложного и постоянного взаимодействия эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) процессов. Внутренние силы формируют неровности земной поверхности, а внешние уничтожают эти неровности, нивелируют рельеф, разрушая положительные формы и заполняя осадками отрицательные.

Формы рельефа – морфологически обособленные тела земной поверхности. Любая форма рельефа состоит из склонов, линий и точек. *Склоны* могут быть ровные, выпуклые, вогнутые, сложные и иметь различную крутизну. Различают *линии* водоразделов, тальвегов, бровок и подошвы склонов. *Точки* выделяют вершинные, седловинные, устья долин, оврагов. Например, речная долина имеет коренной берег, террасы, русло реки; гора – вершину, склоны, подошву. Сочетания простых форм рельефа образуют их сложные формы. Примером сложной формы рельефа является овражно-балочный рельеф, сформированный сочетанием большого количества оврагов и балок.

Типы рельефа представлены простыми и сложными формами. С учетом внешнего вида (морфологии) и генезиса выделяют четыре основных типа рельефа: горный, или структурно-тектонический; структурный, или пластовый; скульптурный, или эрозионный; аккумулятивный, или насыпной.

Морфология рельефа. Все формы рельефа подразделены на положительные и отрицательные, а в их пределах – на замкнутые и незамкнутые формы. *Положительными* называют формы, возвышающиеся над прилегающей местностью (гора, холм, увал); *отрицательными* – пониженные по отношению к прилегающей территории (овраги, балки, промоины). Плоские равнины, не имеющие склонов, называются *нейтральными*. *Замкнутые* формы ограничены со всех сторон склонами (котловина, гора). *Незамкнутые* формы не имеют склонов с одной или двух сторон (балка, овраг).

В зависимости от размеров формы рельефа подразделяют на несколько категорий.

Характер рельефа отражается на геоморфологических картах:

1. Величайшие (планетарные) формы: положительные – материки, отрицательные – океаны. Эти формы рельефа показаны на картах и глобусах всех масштабов.

2. Крупнейшие (мега) формы – обширные равнины и горные сооружения. Размеры определяются десятками и сотнями тысяч км². Положительные формы мегарельефа – горные страны, нагорья, подводные хребты, обширные возвышенности; отрицательные – крупные впадины и котловины на дне океанов, низменности. Мегарельеф показан на картах масштаба 1 : 10000000 и крупнее.

3. Крупные (макро) формы. Их размеры составляют сотни и тысячи км². Разница между положительными и отрицательными формами рельефа изменяется от 200 до 2000 м. Положительные формы макрорельефа – горные хребты, отдельные горы,

возвышенности. Отрицательные – долины крупных рек, озера. Макрорельеф отчетливо выражается на картах масштаба 1 : 1000000 и крупнее.

4. Средние (мезо) формы. Относительная разность высот измеряется метрами и десятками метров (редко 200 – 300 м). Положительные формы мезорельефа – террасы, холмы, увалы, гривы. Отрицательные – овраги, балки, ложбины, котловины. Формы мезорельефа хорошо передаются на картах масштаба 1 : 25000 и крупнее.

5. Мелкие (микро) формы. Размеры этих форм определяются десятками и сотнями м², колебания высот - в пределах одного метра. Положительные формы микрорельефа – небольшие бугры, конусы выноса. Отрицательные – степные блюдца, промоины, рывины, небольшие суффозионные воронки. Эти формы рельефа отображаются на крупномасштабных картах (масштаб 1 : 10000 и 1 : 5000), на картах более мелкого масштаба (1 : 25000) они изображаются условными знаками и дополнительными горизонталями).

6. Очень мелкие (нано) формы. Колебания высот в пределах 30 см (кочки и неровности, связанные с обработкой почвы – гребни, борозды и др.).

По абсолютным отметкам высот над уровнем моря выделяют рельеф низменный (0 - 200м), возвышенный (от 200 до 500 м), плато – с высотами 500 – 1000 м.

Мега- и макрорельеф играют значительную роль в формировании воздушных потоков, перераспределении тепла и влаги по земной поверхности, определяя климатические и погодные условия.

Мезо- и микрорельеф перераспределяют тепло и влагу в пределах склонов, понижений и повышений, оказывая влияние на особенности микроклимата, глубину залегания грунтовых вод. С перераспределением влаги по элементам рельефа связана миграция растворенных веществ с поверхностным и грунтовым стоком и твердых веществ – с поверхностным стоком. От этих процессов зависят геохимические особенности ландшафтов, распределение промытых и засоленных почв, интенсивность денудации и антропогенной эрозии.

ФОРМЫ И ВИДЫ МЕЗОРЕЛЬЕФА РАВНИННЫХ ОБЛАСТЕЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН

Равнинные области лесостепной и степной зон представлены рядом платообразных возвышенностей и низменностей с широкими долинами рек и ярким развитием микрорельефа.

Положительные формы

Холм – небольшая возвышенность округлой или овальной формы с пологими склонами. Относительная высота до 200 м.

Бугор – куполообразное возвышение земной поверхности высотой до 30 – 40 м с более крутыми склонами.

Грива – узкая пологая возвышенность длиной до 20 км, высотой от 10 – 12 м (Барабинская низменность) до 100 – 150 м (Кулундинская степь).

Увал – возвышенность с пологими склонами и без ясно выраженного подножия, длина в несколько раз превышает ширину. Вершинная поверхность, как правило, плоская.

Важными элементами рельефа являются склоны. Особое значение имеют протяженность, экспозиция и крутизна склона.

По *протяженности* различают склоны длинные – более 500 м, средние – 500-50 м и короткие – менее 50 м.

Экспозиция склонов – ориентировка склонов по отношению к сторонам света и к господствующим ветрам. Склоны, открытые ветру, называют наветренными, находящиеся в ветровой тени – подветренными.

Различают 8 экспозиций склонов: северную, северо-восточную, восточную, юго-восточную, южную, юго-западную, западную и северо-западную.

Крутизна склона – угол, образуемый направлением склона с горизонтальной поверхностью. По крутизне поверхности выделяют следующие виды склонов:

Пологие	до 2°,
Покатые	2 – 5°,
Крутые	5 - 20°,
Очень крутые	20 - 45°,
Обрывистые	более 45°.

Общий характер поверхности может быть ровный, волнистый, холмистый, увалистый, гривно-лощинный, мелкобугристый и т.д.

Отрицательные формы

Впадина – депрессия с пологими краями, имеет разные размеры и глубину.

Котловина – более глубокая впадина с крутыми краями. Может быть замкнутой со всех сторон или открытой в одном или двух направлениях.

Лощина – продольная удлиненная впадина.

Овраг – линейно вытянутое понижение с крутыми, незадернованными растительностью склонами. Продукты размыва образуют в устье оврага конус выноса.

Балка, лог – отличается от оврага более пологими задернованными склонами. Размеры оврагов и балок достигают нескольких километров в длину, десятков метров в ширину и глубину.

Для определения степени вертикального и горизонтального расчленения рельефа используют условные линии (на топографической карте) в местах пересечения различных склонов – водораздельные и подошвенные линии, тальвеги, бровки.

Водораздельная линия является границей водораздела и проходит по наивысшим точкам двух противоположных склонов.

Подошвенная линия разделяет основание склонов и равнинные участки, служит границей смытых и намытых почв.

Тальвег – линия, соединяющая самые низкие точки дна речной долины, оврага и других эрозионных форм рельефа. На топографических картах горизонтали в местах пересечения с линией тальвега сильно изогнуты.

Бровка – линия резкого перегиба склона, отделяющая склоны, сильно отличающиеся крутизной. Расположены бровки по краям террас, оврагов, балок.

Степень горизонтального расчленения рельефа определяется по удаленности линии водоразделов от линии тальвегов. В местах водораздельных линий горизонтали сильно изогнуты. По степени горизонтального расчленения выделяют следующие категории рельефа (табл. 15).

Степень вертикального расчленения рельефа определяется по разности между самой высокой точкой водораздела и самой низкой точкой тальвега (табл. 16).

Таблица 15

Степень горизонтального расчленения рельефа

Степень расчленения	Расстояние между линиями водораздела и тальвега, м
Слаборасчлененный	> 1000
Среднерасчлененный	500 - 1000
Сильнорасчлененный	50 - 500
Очень сильно расчлененный	< 50

Таблица 16

Степень вертикального расчленения рельефа

Степень расчленения	Расстояние (по высоте) между точками водораздела и тальвега, м	
	Равнинные территории	Холмистые территории
Мелкорасчлененный	< 2,5	< 25
Среднерасчлененный	2,5 - 5	25 - 50
Глубокорасчлененный	5 - 10	50 - 100

Отображение рельефа на топографической карте показано на рис. 32.

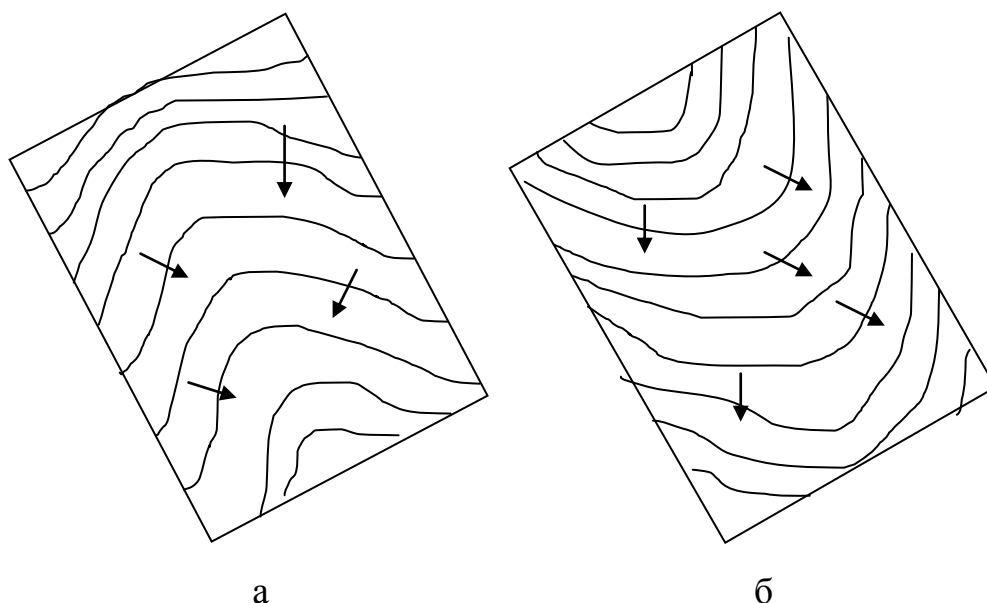


Рис. 32. Отображение рельефа на топографической карте:

а – склон вогнутый в плане;

б – склон выпуклый в плане (стрелки указывают направление стока воды)

Для определения степени повреждения территории оврагами используют коэффициенты овражности и плотности оврагов. Коэффициент плотности оврагов – число оврагов на площади 1 км². Коэффициент овражности – отношение площади оврагов (га) к площади земельного фонда (км²).

Степень развития овражной эрозии определяется суммарной протяженностью оврагов на 1 км² площади. Различают слабую (менее 0,25 км/ км²), среднюю (0,25 – 0,50), сильную (0,50 – 0,75) и очень сильную (более 0,75) степени.

Также необходимо отметить формы, очертания, размеры, повторяемость, сочетания и степень выраженности *микрорельефа*. Резко выражен микрорельеф в том случае, когда расстояние между микроформами составляет несколько метров или даже дециметров. Особенно ярко выражен микрорельеф в сухих степях.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Рельеф северной части области

(Привасюганской эрозионно-аккумулятивной низменной равнины и Васюганского плато)

Васюганское плато занимает северную часть Обь - Иртышского междуречья. Оно сильно заболочено и занято обширным Васюганским болотом. Поверхность его ровная с максимальными абсолютными высотами 140 – 150 м. Южный склон плато отличается понижением абсолютных высот от 140 до 120 м в направлении к реке Тара с севера на юг. Склон заметно расчленен, имеет развитую, хорошо врезанную речную сеть. Междуречья плоские, заняты болотами. Приречные участки междуречий расчленены мелкими притоками рек или оврагами, имеют слабо волнистую покрытую лесами поверхность.

Эрозионно-аккумулятивная низменная равнина занимает слабо выраженную депрессию на месте контакта Приобского и Васюганского плато. В широтном направлении равнина – депрессия подразделяется на три части: водораздельную, восточную и западную. Водораздельная повышенная часть вытянута от Приобского к Васюганскому плато. Она служит водоразделом для вод Обского (реки Шегарка, Бакса и др.), Иртышского (реки Тара, Омь с притоками) и внутреннего Барабинского (река Каргат) бассейнов. На ее поверхности плоские повышения чередуются с понижениями, которые сильно заболочены и имеют сеть озер. Восточная часть имеет уклон к Оби, более волнистый рельеф и сеть рек – притоков Оби. Западная часть наклонена к Барабинской низменности. Рельеф ее слабо волнистый. Повышения плоские, широкие и низкие, вытянутые в юго-западном направлении, перемежаются широкими и плоскими понижениями с обилием болот и озер. К ним приурочены верховья рек, текущих на запад. Пересекающие равнину реки чаще всего имеют хорошо разработанные долины с несколькими, чаще всего тремя, террасами.

Рельеф Барабинской низменности

В пределах высокой северо-восточной ее части лежит район Восточно-Барабинской полого-волнистой эрозионно-аккумулятивной низменной равнины.

На низкой юго-западной части Барабы выделяют три геоморфологических района (рис. 33):

- Причановская эрозионно-аккумулятивная низменная равнина с грядным рельефом;
- Омь-Чановская низменная равнина;
- Прииртышская плоская низменная равнина.

Полого-волнистая Восточно-Барабинская равнина (абсолютные высоты 120 – 150 м) прилегает к северо-западному склону Приобского и юго-западному склону Васюганского плато. Характер ее поверхности обусловлен чередованием древних междуречий и ложин стока, вытянутых с северо-востока на юго-запад.

Междуречья достигают ширины 30 – 60 км, плоские, приподнятые над ложинами на 5 – 15 м. Местами повышения имеют характер расплывчатых глив шириной 2 – 3 км и протяженностью до 10 км. Микрозападины междуречий заняты сухими или заболоченными березовыми колками. Заболочены и более крупные понижения междуречий. Ширина древних ложин стока колеблется в пределах 10 – 30 км. Неглубокие их впадины заняты озерами и болотами. Микрорельеф западный и бугристый.

Причановская эрозионно-аккумулятивная низменная равнина с гливным рельефом занимает центральную часть Барабинской низменности. Южная ее граница примыкает к оз. Чаны, на северо-западе ее окраина уходит за р. Омь. Эта территория характеризуется довольно сложным мезорельефом. Характерной его особенностью является большое число узких глив шириной от 0,5 до 2 км, длиной от 1 до 20 км, высота глив от 2 – 5 до 10 м. Гливы чередуются с межгливными ложиннообразными понижениями. В осевых частях глив цепочками располагаются озера и болота. По ширине межгливные понижения в одних случаях не превосходят гливы, в других они значительно шире их. Гливы и межгливные понижения ориентированы с северо-востока на юго-запад.

Омь-Чановская аккумулятивная низменная равнина с плосковолнистым рельефом прилегает к Причановской пониженной равнине с запада и занимает обширную территорию между озером Чаны и р. Омь. Наиболее приподнята центральная часть данного района. Рельеф более спокойный и полого-волнистый. Абсолютные высоты колеблются в пределах 102 – 110 м. Гливы отчетливо выражены лишь на крайнем юге – в части пограничной с Сума-Чебакинской впадиной.

Прииртышская плоская, переходная к Прииртышскому валу, низменная равнина – часть Барабы, занимающая окраинное, западное положение. Западной границей принято считать Прииртышский вал, к которому она примыкает на территории Омской области. На востоке это район почти уступами переходит в Омь-Чановскую плоскоувалистую равнину. Поверхность этого района также однообразна. Высоты колеблются в пределах 105 – 110 м. Но это однообразие нарушается слабо выраженными котловинами, занятыми озерами или болотами, неглубокими ложбинами и блюдцеобразными западинами (березовые колки).

Северная Кулунда находится в южной части Западно-Сибирской низменности в пределах Обь-Иртышского междуречья. С юго-востока она ограничена Приобским плато, а с севера – Барабой, с запада – Прииртышским валом, с юга – Ажбулатским понижением.

По рельефу Северная Кулунда представляет собой плоскую низменную равнину. Абсолютные высоты 117 – 123 м и только на юго-восточной окраине повышаются до 130 – 150 м. Для Северной Кулунды типичен гливный рельеф с закономерной сменой глив и межгливных понижений. В северной половине ее гливы имеют юго-западное направление, на юге характеризуются наличием глив южной ориентировки. Размеры, форма глив и их концентрация на местности сильно варьируют. Длина глив достигает 0,5 – 10 км и редко больше, ширина, как правило, 0,1 – 0,5 км, при высоте, обычно не превышающей 10 м. На одних участках отмечена высокая кон-

центрация грив, на других гривы сравнительно редки. В настоящее время происходит эрозионная деградация грив и заполнение межгривных понижений современными делювиальными отложениями.

Приобское плато занимает восточную и юго-восточную окраины низменности, граничит с долиной р. Оби, спускаясь к ней довольно крутым и коротким, расчлененным оврагами и балками, склоном. Абсолютные высоты Приобского плато 150 – 200 м, в отдельных случаях до 250 м. К северо-западу плато постепенно понижается и сливается с полого-волнистой равниной. Северо-западная часть плато наиболее пониженная, плоская, менее дренированная, с обилием сырых лугов, осоково-торфяных болот и тростниковых займищ. Северная его окраина представляет собой волнистую овражную равнину. По ней проходит водораздел рек Обского и внутреннего Барабинского бассейнов. Равнинная поверхность плато расчленена широкими ложинами стока и увалами, ориентированными в направлении с северо-востока на юго-запад. Восточная более приподнятая часть плато хорошо дренирована. Основные формы мезорельефа – плоские увалы, ложины, котловины.

Микрорельеф выражен преимущественно в виде блюдцеобразных и вытянутых западин и слабовогнутых понижений. В понижениях отмечается мелкая бугристость, обусловленная минеральными и торфяными кочками. Значительная часть территории Приобского плато в результате эрозионных процессов расчленена оврагами и балками.

Проявлению эрозии способствуют не только природные факторы (рельеф, почвы и др.), но и характер использования территории (распашка почв легкого гранулометрического состава, особенно на склонах $> 3 - 5^\circ$, нерегулируемая пастьба и др.).

Долина р. Оби довольно глубоко врезана (50 – 70 м в районе Приобского плато и 15 – 20 м севернее, в районе Колывани). Ширина речной долины колеблется в пределах 20-50 км. Долина Оби включает пойму и надпойменные террасы. Пойма хорошо развита, ширина ее достигает 5 – 10 км с обособлением прирусловой, центральной и притеррасной части с наличием озер, стариц, прирусловых песчаных валов и др. Высота поймы над меженным уровнем не превышает 4 – 5 м, и во время паводка пойма почти вся заливаается.

Высота первой надпойменной террасы 5 – 7 м. Большое количество озер-стариц и заболоченных участков на террасе указывает на ее сравнительно молодое происхождение. Высокие древние террасы Оби (их насчитывается три) тянутся полосой вдоль современной долины Оби, в совокупности достигая на отдельных участках ширины нескольких десятков километров. Террасы сложены древними аллювиальными песчаными и супесчаными отложениями, на поверхности собранными в беспорядочные бугры.

Правобережная часть

(Присалаирская дренированная равнина и Салаирский кряж)

Присалаирская дренированная равнина представляет собой продолжение Приобского плато, постепенно переходящее в западные отроги Салаирского кряжа. Для нее характерен холмисто-увалистый рельеф с глубоко врезанной, широко разветвленной долинно-балочной системой. Окраинные части территории - с меньшими высотами, более выровнены и слабее расчленены.

В центральной части Присалаирья на общем фоне всхолмленной равнины выделяется группа Буготакских сопок, имеющих конусообразную форму и достигающих высоты 390 м над уровнем моря.

В бассейнах рек равнины (Бердь и др.) можно наблюдать молодые крутосклонные долины, глубоко врезаемые в днища древних, очень широких, с пологими склонами долин.

Салаирский кряж – древняя горная страна, превратившаяся к настоящему времени в увалисто-холмистое нагорье, характеризующееся мягкими формами рельефа и значительной сглаженностью водоразделов. Высшие отметки Салаирского кряжа достигают 600 м, средняя высота водораздельных плато колеблется в пределах 420 – 450 м. Западная часть кряжа представлена пологими и длинными склонами, расчлененными многочисленными широкими долинами. К долинам приурочены бассейны рек Берди и Чумыша. Глубина расчленения территории достигает 100 – 120 реже 200 м.

Всхолмленный рельеф правобережья и глубокое расчленение территории балками и лощинами приводит к перераспределению поверхностных вод и интенсивному образованию оврагов.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия рельеф; его формы, типы и морфология.
2. На какие категории подразделяются формы рельефа в зависимости от его размеров?
3. Назовите формы и виды мезорельефа равнинных областей лесостепной и степной зон.
4. Перечислите степени расчленения горизонтального и вертикального рельефа.
5. Назовите показатели, по которым определяется степень повреждения территории оврагами.
6. Дайте характеристику геоморфологическим особенностям Новосибирской области: северной части, Барабинской низменности, Приобского плато, долины р. Оби и правобережной части.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Абсолютный геологический возраст – возраст минералов и горных пород (в миллионах и тысячах лет), определяемый радиологическими методами по накоплению в них продуктов распада радиоактивных изотопов.

Актуализм (лат. *актуалис* – современное, настоящее) – метод познания прошлого путём изучения современных геологических процессов («настоящее – ключ к познанию прошлого»).

Андезит – эффузивная средняя магматическая горная порода, состоящая из плагиоклаза, авгита, других минералов и вулканического стекла.

Антиклиналь – тектоническая складка слоёв горных пород, обращённая выпуклостью вверх, в ядре которой находятся более древние пласты, чем на крыльях.

Архейская (археозойская эра) – самая древняя эра геологической истории Земли.

Астеносфера (греч. *астенес* – слабый; *сфера* – шар) – область верхней мантии под литосферой на глубинах 50 – 400 км, в пределах которой вещество обладает пластичностью и пониженной вязкостью.

Астроблема – метеоритный кратер, образовавшийся при столкновении крупного метеорита с поверхностью Земли.

Базальт – эффузивная магматическая горная порода чёрного или тёмно-зелёного цвета, состоящая главным образом из основного плагиоклаза и пироксенов.

Базальтовый слой – нижний слой земной коры, скорость прохождения через который сейсмических волн соответствует скорости упругих колебаний, полученной экспериментальным путём для базальтов.

Базис эрозии – поверхность моря (озера), ниже которой река не может углубить своё ложе.

Батолит (греч. *батос* – глубина) – крупный массив гранитоидных горных пород площадью во многие сотни квадратных километров, залегающий среди осадочных пород.

Габбро – эффузивная основная магматическая горная порода, состоящая из основного плагиоклаза и пироксенов; глубинный аналог базальтов.

Геоид – фигура Земли, ограниченная поверхностью Мирового океана, мысленно продолженной под континенты.

Геосинклиналь – длинный, узкий и глубокий прогиб земной коры, характеризующийся на первом этапе развития накоплением значительных толщ горных пород, а на втором этапе – превращением в горно-складчатую страну.

Геохронологическая шкала – шкала геохронологического времени, отражающая хронологическую последовательность геологических событий и продолжительность подразделений стратиграфической шкалы.

Гипоцентр – определённый объём горных пород, очаг землетрясения, где внешне освобождается значительное количество энергии.

Горст – блок земной коры, приподнятый по разломам относительно прилегающих участков.

Грабен – блок земной коры, опущенный по разломам относительно прилегающих участков.

Гранит (итал. *гранито* – зернистый) – интрузивная кислая магматическая горная порода, состоящая из кварца, калиевого полевого шпата (ортоклаз, микроклин), кислого плагиоклаза и слюды (биотит, мусковит).

Гранитный слой – средний слой земной коры, скорость прохождения через который сейсмических волн совпадает со скоростью упругих колебаний, полученной экспериментальным путём для гранитов.

Граница Мохо – сейсмическая граница раздела между земной корой и мантией Земли; выявлена в 1909г. А. Мохоровичичем.

Группа – подразделение общей стратиграфической шкалы, объединяющее горные породы, сформировавшиеся в течение одной эры.

Дайка – пластинообразное магматическое тело, ограниченное параллельными плоскостями и секущее вмещающие горные породы.

Дельта – образованная речными отложениями низменность в низовьях крупных рек, впадающих в мелководные участки моря (озера).

Делювий (лат. *делуо* – смываю) – скопление продуктов выветривания горных пород на склонах и у подошвы возвышенностей.

Денудация – совокупность процессов сноса и удаления с возвышенностей продуктов выветривания горных пород с последующим их накоплением в понижениях рельефа.

Дефляция (лат. *дефлятио* – сдувание) – разрушение и выдувание горных пород и почв под действием ветра.

Древняя складчатость – первая крупнейшая складчатость в истории Земли, проявившаяся в архейскую эру.

Дюны – песчаные холмы, возникающие в результате деятельности ветра на песчаных берегах морей, озёр и рек.

Земная кора – наружная твёрдая оболочка Земли, состоящая из осадочного, гранитного и базальтового слоёв.

Интрузив – внедрившееся в коренные горные породы магматическое тело, образующееся при застывании магмы на глубине.

Кайнозойская эра (греч. *кайнос* – новый; *зоэ* – эра) – последняя эра геологической истории Земли, продолжающаяся поныне.

Кимберлит – глубинная ультраосновная магматическая горная порода брекчиевидного строения, выполняющая трубки взрыва.

Кислые магматические породы – магматические породы, содержащие 65-75% кремнезёма (SiO_2).

Кора выветривания – остаточные продукты выветривания (разложения) коренных горных пород, накопившиеся на поверхности Земли после выноса щелочей и кремнезёма.

Корразия (лат. *коррадо* – соскребаю) – механическое истирание горных пород обломочным материалом, перемещаемым водой, льдом, ветром по поверхности Земли.

Криолитозона – верхняя часть земной коры, характеризующаяся наличием отрицательных температур и подземных льдов.

Криптозой – крупнейший этап геологической истории Земли, охватывающий длительный интервал времени, в течение которого сформировались докембрийские толщи горных пород, лишённые явных остатков скелетной фауны.

Лава (итал. *лава* – затопляю) – раскалённый жидкий магматический расплав, изливающийся на поверхность Земли.

Лакколит – караванообразный интрузив, кровля которого имеет выпуклую форму типа свода, а подошва почти горизонтальная.

Лапилли – округлые твёрдые обломки вулканических извержений размером от 2 до 50 мм.

Ледники – скопления льда атмосферного происхождения, движущиеся по земной поверхности.

Ледниковая эпоха – отрезок времени в геологической истории Земли, характеризующийся сильным похолоданием климата и развитием обширных материковых льдов не только в полярных, но и в умеренных широтах.

Литораль (лат. *литоралис* – береговой) – зона морского дна, затопляемая во время прилива и осушаемая при отливе.

Литосфера – наружная твёрдая оболочка Земли, объединяющая земную кору и твёрдую надстеносферную часть мантии.

Лополит – полого залегающий линзовидный магматический интрузив, вогнутый в центральной части наподобие блюдца.

Магма – расплавленная масса земного вещества сложного состава, образующаяся в глубоких недрах.

Магматизм – процессы внутренней динамики Земли, связанные с выплавлением и продвижением магмы к земной поверхности.

Магматические породы – интрузивные и эффузивные горные породы, образующиеся при застывании и кристаллизации магмы.

Мантия Земли – промежуточная между земной корой и ядром оболочка Земли.

Мезозойская эра – четвёртая эра геологической истории Земли.

Метаморфизм – процесс существенного изменения текстуры, структуры и минерального состава горных пород под воздействием температуры, давления и химической активности глубинных растворов.

Метаморфические горные породы – горные породы, образовавшиеся под воздействием процессов метаморфизма.

Метасоматизм – процесс замещения одного минерала другим или минеральным агрегатом иного химического состава в ходе реакции между твёрдым телом и расплавом, газовым веществом или раствором.

Морена – отложения, накопленные непосредственно ледниками (галька, валуны) при их движении и выпахивании ложа.

Неолит (греч. *неос* – новый; *литос* – камень) – новый каменный век; позднейший этап развития культуры человека каменного века (около 8-3 тыс. до н. э.).

Несогласие – залегание более молодых отложений на более древние, разделённые поверхностью размыва или перерыва в осадконакоплении.

Оливин – магниево-железистый силикат, являющийся главным минералом ультраосновных пород мантии Земли.

Оползни – скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести вследствие подмыва склона, переувлажнения, сейсмических толчков и т.п.

Ороген (греч. *орос* – гора; *генос* – происхождение) – горно-складчатое сооружение.

Осадочные породы – горные породы, образовавшиеся в результате разрушения и переотложения коренных горных пород.

Осадочный слой – верхний слой земной коры, сложенный в основном продуктами разрушения коренных магматических, метаморфических и осадочных пород.

Основные магматические горные породы – магматические породы, содержащие 40-52% кремнезёма (SiO_2).

Ось складки – линия пересечения основной осевой поверхности складки с горизонтальной плоскостью или поверхностью Земли.

Отдел – подразделение общей стратиграфической шкалы, составляющее часть системы.

Относительный геологический возраст – время какого-либо события в истории Земли по отношению ко времени другого геологического события.

Палеозойская эра – третья эра геологической истории Земли.

Палеолит – первый период каменного века, продолжавшийся с возникновения человека (свыше 2 млн. лет) примерно до 10-го тыс. до н. э.

Пепел вулканический – вулканические частицы пыли и песка диаметром до 2мм.

Период – крупный интервал геологического времени, в течение которого образовались горные породы, составляющие систему.

Пироксен – магнево-железистый силикат, являющийся вторым по значению минералом ультраосновных пород мантии Земли.

Платформа – область земной коры, характеризующаяся слабой тектонической и магматической активностью.

Плита – часть платформы, имеющая двухъярусное строение (складчатый фундамент и осадочный чехол).

Протерозойская эра – вторая эра геологической истории Земли.

Пульсация – попеременное сжатие и расширение Земли.

Регрессия – медленное отступление моря от берегов.

Рифт – глубокая линейно вытянутая расщелина, ограниченная разломами.

Руководящие ископаемые – окаменелости, наиболее типичные для определённого слоя, яруса или системы.

Сброс – смещение блоков горных пород друг относительно друга по вертикальной или наклонной поверхности тектонического разрыва.

Сдвиг – разрыв со смещением вдоль вертикальной или наклонной поверхности.

Сейсмическая модель Земли – график, отражающий изменение с глубиной скорости распространения в недрах сейсмических волн.

Сейсмические волны – упругие колебания, распространяющиеся в недрах от очагов землетрясений, взрывов и других источников.

Сейсмограмма – непрерывная запись упругих колебаний Земли, вызванных землетрясениями или взрывами.

Серия – подразделение общей стратиграфической шкалы, включающее отложения горных пород, составляющих часть системы.

Силл – пластобразный (залежеобразный) интрузив, застывший в толщах горизонтально лежащих горных пород.

Структура – строение породы, т.е. степень кристаллизации, форма и размер минералов, слагающих её массу.

Синклиналь – тектоническая складка, расположенная выпуклостью вниз, в ядре которой находятся более молодые пласты, чем на крыльях.

Система – подразделение общей стратиграфической шкалы, включающее отложения горных пород, образовавшихся в течение периода.

Складки – нарушенные изогнутые структуры земной коры, ограниченные плавными контурами.

Складчатость – процесс изменения залегания горных пород, проявляющихся в изгибании стратифицированных тел.

Солифлюкция – медленное передвижение почв и рыхлых грунтов под влиянием попеременного промерзания и протаивания и силы тяжести.

Средние магматические породы – магматические породы, содержащие 52-65% кремнезёма (SiO_2).

Суффозия – выщелачивание и вынос мелких минеральных частиц и растворённых веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород.

Термокарст – вытаивание подземных льдов, сопровождающееся проседанием поверхности Земли.

Текстура (сложение породы) – взаимное расположение минералов, слагающих породу, и степень её плотности.

Трансгрессия – медленное наступление моря на берег.

Ультраосновные магматические породы – глубинные магматические горные породы, слагающие мантию Земли и содержащие менее 40% кремнезёма (SiO_2).

Фанерозой – крупнейший этап геологической истории Земли, охватывающий палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры.

Фумаролы – выходы горячего вулканического газа и пара в виде струй или спокойно парящих масс из трещин или каналов на поверхности вулкана или из неостывших лавовых потоков.

Цунами – огромные разрушительные волны, возникающие во время подводных землетрясений.

Шток – относительно небольшое крутопадающее интрузивное магматическое тело неправильной формы.

Щит – участок платформы, в пределах которого складчатый фундамент выступает на поверхность.

Элювий – продукты выветривания коренных горных пород, остающиеся на месте своего образования.

Эпицентр – проекция центральной точки очага землетрясения (гипоцентра) на земную поверхность.

Эра – промежуток времени геологической истории Земли, в течение которого сформировались горные породы, составляющие группу.

Эффузия – излияние жидкой лавы из недр Земли.

Ядро Земли – центральная часть земного шара, состоящая из жидкого внешнего и твёрдого внутреннего ядра.

Ярус – подразделение общей стратиграфической шкалы, объединяющее отложения, образовавшиеся в течение одного геологического века.

Библиографический список

1. Александрова Л.Н. Практикум по основам геологии / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова, О.В. Юрлова. - М.: Высш. шк., 1966, - 152 с.
2. Борголов И.Б. Сельскохозяйственная геология. - Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. – 320 с.
3. Брэдшоу М.Дж. Современная геология. - Л.: Недра, 1977. – 280 с.
4. Ганжара Н.Ф. Почвоведение. - М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
5. Гречин П.И. Агроруды. Использование минералов и горных пород в сельском хозяйстве: учеб. пособие. - М.: Изд-во МСХА, 1993. – 108 с.
6. Методы анализов химического состава природных вод, водных и солевых вытяжек из почвогрунтов. - Киев, 1970.
7. Методы оценки и изучения пригодности воды для орошения почв. - М., 1993. - 64 с.
8. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. - М.: Недра, 1979. – 327 с.
9. Немец Ф. Ключ к определению минералов и пород. - М.: Недра, 1982. – 174 с.
10. Почвы Новосибирской области. - Новосибирск: Наука Сиб.отд-ние, 1966. - 422 с.
11. Практикум по гидрохимии. - М., 1984.
12. Сиухина М.С. Геология: пособие к лабораторно-практическим занятиям. – Новосибирск, 2002. – 83 с.
13. Смолянинова Н.А. Практическое руководство по минералогии. - М.: Недра, 1972. – 360 с.
14. Толстой М.П. Геология с основами минералогии. - М.: Агропромиздат, 1991. - 398 с.
15. Якушова А.Ф. Геология с элементами геоморфологии. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 375 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Изучение минералов и горных пород	3
1.1. Минералы	3
Формы нахождения минералов в природе	12
Классификация и краткая характеристика минералов	15
1 класс. Самородные элементы	16
2 класс. Сульфиды	17
3 класс. Галоиды	20
4 класс. Оксиды и гидроксиды	22
5 класс. Соли кислородных кислот	27
6 класс. Соли кремневых кислот (силикаты)	34
1.2. Изучение и определение горных пород	46
Магматические горные породы	46
Ультракислые породы	50
Кислые магматические породы	50
Средние магматические породы	51
Основные магматические породы	52
Ультраосновные магматические породы	52
Осадочные горные породы	54
Обломочные (кластические) породы	56
Грубообломочные породы	56
Среднеобломочные или песчаные породы	57
Пылеватые породы (алевриты)	57
Глинистые породы (пелиты)	58
Химические и биохимические породы	60
Кремнистые породы (силициты)	60
Карбонатные породы	61
Углеродистые породы (каустобиолиты)	63
Метаморфические горные породы	66
Раздел 2. Агрономические руды	69
Раздел 3. Состав, свойства и классификация природных вод	73
Физические свойства	73
Химический состав	74
Анализ химического состава поливных вод и оценка их качества	76
Мелиоративная оценка минерализации оросительных вод	81
Раздел 4. Изучение рельефа	85
Краткий словарь терминов	94
Библиографический список	99
Содержание	100

Сиухина Мария Сидоровна

ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

Редактор Т.К. Короткова

Компьютерная верстка А.А. Ребров

Подписано в печать 28 сентября 2015 г.
Формат 60х84 1/16. Объем 7,0 уч.-изд.л., 6,75 усл.печ.л.
Бумага офсетная. Гарнитура "Petersburg".
Заказ № 5. Тираж 100 экз.

Печатное издательство «Агро-Сибирь»
г. Новосибирск, ул. Никитина, 155, тел.: (383) 267-19-90, 264-00-72
e-mail: agropint@mail.ru