

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

Атлас МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

**«Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по агрономическому образованию
в качестве учебного пособия для подготовки студентов,
обучающихся по направлению 110400 «агрономия»».**

Брянск 2012

УДК 551(07)
ББК 26.3
О 75

Пакшина, С.М. Атлас минералов и горных пород: Учебное пособие./
С.М. Пакшина – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2012. – 96 с.

Рецензенты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор В.Н. Долженко (Брянский Государственный
университет им. акад. И.Г.Петровского;

к.т.н., доцент Е.В. Байдакова (Брянская Государственная
сельскохозяйственная академия)

ISBN 978-5-88517-213-4

Настоящий «Атлас минералов и горных пород» подготовлен к изданию по материалам Еженедельного издания «Минералы. Сокровища Земли». М.:ООО «Де Агостини», 2009-2011 г., №1-80 и представляет собой учебное пособие для студентов - бакалавров, обучающихся по специальности 110400 «Агрономия» в число общих естественных дисциплин которых согласно Требованиям Государственного образовательного стандарта входит «Почвоведение с основами геологии».

Целью пособия является предварительное самостоятельное изучение дисциплины с тем, чтобы полученные знания закрепить на лабораторно-практических занятиях с объектами, представленными в почвенно-геологическом музее БГСХА.

Рекомендовано к опубликованию методическим советом Агроэкологического института Брянской Государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 5 от 30 ноября 2011 г.

ISBN 978-5-88517-213-4

© Брянская ГСХА, 2012

© Пакшина С.М., 2012

Содержание

Предисловие.....	4
Глава I. Общие сведения о Земле и земной коре.	
§ 1. Происхождение, состав и строение Земли.	
§ 2. Эндогенные процессы.	
Глава II. Основы учения о минералах.	
§ 1. Современная классификация минералов	5
§ 2. Свойства минералов	5
§ 3. Образование кристаллов	10
§ 4. Форма кристаллов.....	11
§ 5. Породообразующие минералы.....	13
1. Самородные: сера, графит.....	13
2. Сульфиды: пирит, халькопирит, галенит.....	14
3. Галогениды: галит, сильвин.....	16
4. Окислы и гидроокислы: горный хрусталь, халцедон, опал, магнетит, гематит, пирролюзит, корунд.....	17
5. Карбонаты: кальцит, доломит, магнезит, сидерит.....	21
6. Сульфаты: гипс, ангидрит.....	24
7. Фосфаты: апатит, вивианит.....	25
8. Силикаты: топаз, оливин, роговая обманка, мусковит, тальк, альбит, ортоклаз, микроклин, лабрадор, анальцит.....	26
Тестовые задания и контрольные вопросы	
Глава III. Основы учения о горных породах	
§ 1. Генетические группы. Классификация. Минеральный состав, структура и текстура.	
§ 2. Магматические горные породы.....	34
1. Ультракислые (жильные): пегматиты.....	34
2. Кислые: граниты, гранит-порфиры, пемза.....	34
3. Средние: сиениты, андезиты, трахиты.....	36
4. Основные: габбро, базальты.....	38
5. Ультраосновные породы: дуниты, кимберлит.....	39
§ 3. Метаморфические горные породы: гнейсы, сланцы, мраморы, кварциты.....	40
§ 4. Осадочные горные породы.....	43
1. Обломочные породы: брекчии, конгломераты, песчаники, глины, мергели.....	43
2. Хемогенные породы: известняки, доломиты, фосфориты, бокситы.....	46
3. Органогенные породы: мел, ракушечник, диатомиты, торф, бурые угли, каменные угли, антрацит.....	48
§ 5. Круговорот горных пород	
Тестовые задания и контрольные вопросы	
Список терминов, используемых в учебном пособии.....	52
Литература	54

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий «Атлас минералов и горных пород» включает те минералы и горные породы, которые входят в программу курсов «Почвоведение с основами геологии» и «Геология с основами гидрогеологии» для студентов агрономических и инженерно-гидротехнических специальностей высших учебных заведений.

В учебниках и учебных пособиях по этим дисциплинам не приводятся или приводятся в черно-белом цвете фотографии образцов минералов и горных пород, что затрудняет распознавание их на реальных объектах.

Целью «Атласа минералов и горных пород» является оказание помощи студентам в диагностике минералов и горных пород по внешнему виду и основным свойствам.

Для этого в «Атласе минералов и горных пород» приводится цветная фотография отдельно взятого образца минерала или горной породы.

После предварительного ознакомления с минералами и горными породами по цветным фотографиям, студент способен не только отличать минералы от горной породы, но и определять названия реальных образцов минералов и горных пород.

Атлас состоит из трёх частей. В первой части даны краткие сведения о происхождении и строении Земли, о процессах, протекающих в литосфере. Во второй даётся определение понятия «минералы», их классификация, рассмотрены свойства минералов (оптические, механические, физические, электрические), процессы образования кристаллов, внутренняя кристаллическая структура и внешняя форма отдельного кристалла. Текст сопровождается цветными фотографиями минералов.

В третьей части приводятся описание, характеристика и цветные фотографии горных пород, на продуктах разрушения которых сформировались современные почвы.

Студенты должны научиться диагностировать минералы и горные породы по их внешнему виду и основным свойствам.

«Атлас минералов и горных пород» может быть использован для проведения практических занятий по дисциплинам «Почвоведение с основами геологии», «Геология с основами гидрогеологии» и для самостоятельного изучения студентами заочных отделений для подготовки контрольных работ и экзаменов.

Автор выражает глубокую признательность доктору геолого-минеральных наук, профессору В.Н. Долженко за сделанные замечания и пожелания, позволившие улучшить содержание «Атласа минералов и горных пород», а также В.П. Железной и О.А. Прудниковой за помощь в подготовке пособия к изданию.

Глава I. Общие сведения о Земле и земной коре

§ 1. Происхождение, состав и строение Земли

Примерно 4,6 млрд. лет назад огромное вращающееся облако из раскаленных газов и пыли настолько уплотнилось, что рост давления и температуры в его центре привел к вспышке звезды - Солнца. Силы притяжения собрали остатки облака в более или менее крупные небесные тела (включая планеты), вращающиеся вокруг этого светила. Примерно в 150 млн. км от Солнца образовались сразу две планеты - Протоземля и Тея размером приблизительно с Марс. Они столкнулись, и их выброшенные в космос обломки сформировали Луну. Молодую Землю постоянно бомбили метеориты, увеличивая ее массу.

Поначалу наша планета была расплавленным шаром. Постепенно она остывала, покрываясь твердой корой из легких горных пород. Выделявшиеся из недр Земли газы сформировали насыщенную водяным паром атмосферу.

Вокруг нашего светила вращаются миллионы мелких твердых тел. Это – «отходы», образовавшиеся при формировании Солнца и планет. Некоторые из них – просто камешки, другие размером с гору. Особенно много остаточного материала между орбитами Марса и Юпитера - они образуют пояс астероидов. Попав в атмосферу Земли, «отходы» сгорают, и мы видим мелькающие в небе частицы – это метеоры, или «падающие звезды». Достигшие Земли космические объекты называют метеоритами. На рисунке 1 представлены стадии формирования Земли как планеты.



1 – Начало, 2 – Разогрев, 3 – Остывание, 4 – Созревание.

Рис. 1. Стадии формирования Земли

Из рисунка следует, что во вторую стадию Земля была бурлящим шаром из расплавленных горных пород и металлов. По мере его остывания тяжелые элементы (такие, как железо) опускались к центру планеты, а более легкий материал оставался на ее поверхности. Постепенно сформировалось четыре слоя, разные по составу и свойствам.

В центре Земли находится железо-никелевое ядро из двух частей – твердой, внутренней (субядро) и жидкой, внешней. Оно окружено толстым слоем мантии из оливковых по цвету оливиновых минералов (один из них, хризолит, драгоценный камень), которые часто вырываются наружу с вулканической лавой. Поверх мантии «плавает» тонкая твердая кора из более легких минералов, образующих океанское дно и сушу.

В процессе своего формирования Земля, как планета, приобрела концентрически зональное строение (рис. 2,3), в центре которого расположено ядро. Вокруг ядра размещаются концентрические оболочки. Оболочки Земли подразделяют на внешние и внутренние. К внешним оболочкам относят атмосферу, гидросферу и биосферу.

Внутренние оболочки Земли составляют твердое внутреннее ядро, жидкое внешнее ядро, мантия и земная кора. Земная кора, объединенная с верхним слоем мантии, составляет литосферу.

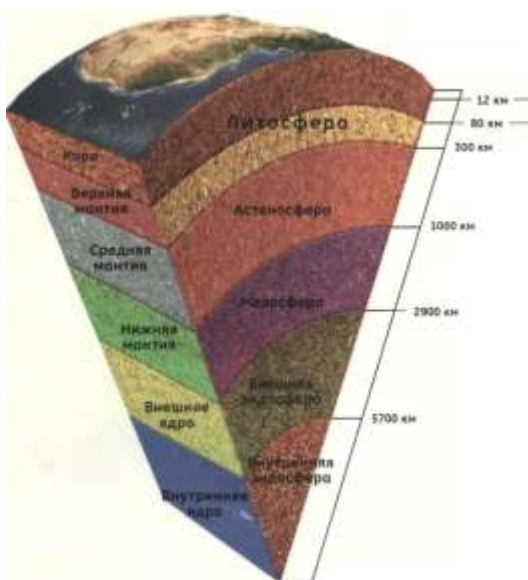


Рис. 2. Внутренние оболочки земли (земная кора, литосфера, астеносфера, мезосфера, внешняя эндосфера, внутренняя эндосфера)

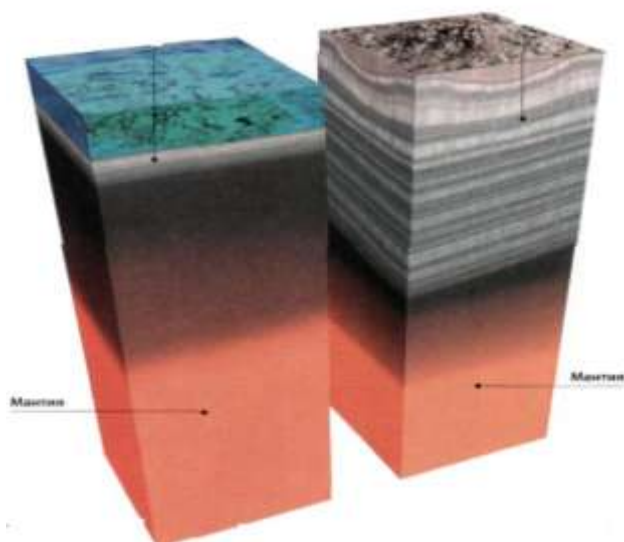


Рис. 3. Океаническая (образуется из выплескивающейся в воду магмы) и континентальная земная кора (сложена в основном гранитами и гнейсами. Сверху осадочные породы)

Слои, из которых состоит твердое тело Земли, имеют различные физико-химические характеристики и образованы разными типами пород, сформировавшимися за долгую геологическую историю нашей планеты. В соответствии со своим составом слои делятся на зоны, переход между которыми настолько четок, что получил название «границы».

Земная кора — это внешняя оболочка Земли, составляющая 1,6% от общего объема тела планеты. Существует два типа земной коры. *Континентальная земная кора* — самая древняя и сложная. Нередко ее называют «гра-

нитной земной корой». Она охватывает все территории над уровнем океана и континентальные подводные платформы.

Океаническая земная кора — называется также «базальтовой земной корой», поскольку ее химический состав соответствует составу базальта. Она плотнее и тоньше континентальной коры. Океаническая и континентальная части земной коры разделяются *границей Конрада* глубина (12 км), а земную кору и мантию разделяет *граница Мохоровича* глубина (80 км).

Мантия — это толстый слой, покрывающий внешнее ядро и составляющий 82% от общего объема тела Земли. Приблизительная толщина мантии составляет 2900 километров. Она не такая плотная, как ядро, но плотнее земной коры. Состоит мантия преимущественно из перидотита — породы, практически не встречающейся на поверхности и образованной различными силикатами, в основном оливином. При распаде радиоактивных изотопов в мантии выделяется большая часть тепла, дающего планете жизнь. Мантия неоднородна и также разделена на ряд concentрических слоев. В верхнем слое мантии составляющие ее минералы менее твердые по сравнению со средним и нижним слоями. Мантию и ядро разделяет *граница Гутенберга* (глубина 2900 километров).

Ядро — центральная и самая плотная часть планеты. Размер ядра приблизительно равен размеру Луны, а его металлический состав обуславливает существование магнитных полюсов планеты. Радиус ядра Земли составляет 3486 километров. Образовано оно смесью различных металлов, в первую очередь железа (78%) и никеля (10%), а также рядом более легких элементов (кремний — 6%, кислород — 4%, сера — 2%). Ядро разделяют на внутреннее и внешнее, которые отличаются по своему физическому состоянию.

Внутреннее ядро представляет собой твердое тело сферической формы, состоящее преимущественно из тяжелых металлов типа железа и никеля. Средняя температура ядра 4500°C. При такой температуре железо должно бы плавиться, но оно остается твердым из-за испытываемого высочайшего давления.

Внешнее ядро шириной 2300 километров образовано вязким слоем из железа и никеля. В нижней части вязкое железо кристаллизуется и затвердевает.

Поскольку ни строение Земли, ни условия, в которых существуют внутренние слои планеты, не являются однородными, ученые разработали теорию развития Земли, на основании которой строение нашей планеты, начиная от внешнего и заканчивая внутренним слоем, представляет следующую картину.

Литосфера — это внешний слой, толщина его колеблется от 80 до 300 километров. Литосфера делится на континентальную и океаническую. Породы, составляющие литосферу, являются твердыми и склонны к разломам, в результате чего образуются литосферные плиты.

Астеносфера — очень пластичный слой, поскольку часть пород находится в расплавленном состоянии. Для него характерны высокие температуры, вызываемые распадом радиоактивных минералов. Толщина астеносферы очень непостоянна.

Мезосфера расположена между астеносферой и глубиной в 2900 километров.

Она образована твердыми породами, которые находятся под высочайшим давлением и вследствие этого очень пластичны.

Эндосфера — центральный слой. Границы ее совпадают с границами химического ядра. Образована она двумя слоями сходного состава, но различного физического состояния. Внешняя эндосфера, расположенная на глубине от 2900 до 5770 километров, находится в вязком состоянии, поскольку давление и температура, характерные для этого слоя, поддерживают составляющие его металлы в расплавленном состоянии. Внутренняя эндосфера, расположенная на глубине от 5770 километров до центра Земли, имеет тот же состав, однако более высокое давление удерживает ее в твердом состоянии.



Рис. 4. Ядро Земли (внешнее ядро состоит из расплавленных железа и никеля; внутреннее - из твердого железа никелевого сплава)

В центре Земли находится мощнейшая энергетическая установка - ее раскаленное ядро (рис. 4.). Его тепло нагревает окружающие породы мантии. В ее верхнем слое, астеносфере, породы плавятся, превращаясь в жидкую магму, которая бурлит, как вода в закипающем чайнике. Нижние, более горячие слои вещества поднимаются к земной коре, остывают, опускаются в глубину, снова нагреваются и т. д. Иными словами, в астеносфере постоянно существуют циклические конвективные потоки, тянущие в разные стороны литосферу. Уже на ранних этапах формирования нашей планеты эти процессы превратили ее твердую оболочку в мозаику так называемых литосферных плит, которые плавают поверх астеносферы, как гигантские, трущиеся краями льдины. Они несут на себе земную кору, т. е. океанское дно и континенты. Магма, просачиваясь в трещины между литосферными плитами, раздвигает их. В результате они сталкиваются с соседними плитами, что порождает землетрясения и вулканическую активность.

Конвективные потоки, увлекая за собой литосферные плиты, растягивают и сжимают земную кору. Там, где плиты расходятся, возникают океанические хребты и рифтовые долины. Там, где они сталкиваются, происходят землетрясения, растут горы, действуют вулканы и образуются глубоководные желоба.

Земная кора плавает поверх астеносферы. Океаническая кора образована

тяжелым базальтом. Континентальная старше и толще ее, но сложена в основном более легкими гранитами и гнейсами, поэтому, словно пробка, выталкивается астеносферой и поднимается над уровнем моря. Земная кора непрерывно движется, изменяя рельеф планеты.

До недавнего времени прямых доказательств этого не было, и ранние теории «дрейфа континентов» вызывали скептические улыбки. Однако, некоторые факты, например, присутствие на удаленных друг от друга континентах сходных растений и животных или удивительное совпадение береговых линий Африки и Южной Америки, легко объяснялись тем, что отдельные сейчас части суши некогда составляли одно целое. Такую гипотезу высказал еще в 1910 г. немецкий геофизик и метеоролог Альфред Вегенер. Однако она не получила широкого признания. Лишь появление прогрессивных технологий, включая системы лазерного измерения и космическую съемку, подтвердили его гипотезу. В 1960-е гг. подводные исследования продемонстрировали длинные океанические хребты, по которым идет раздвигание земной коры. Это привело к созданию современной теории тектоники плит.

§ 2. Эндегенные процессы: тектонические движения, вулканизм, метаморфизм

Тектонические движения

Изменения, происходящие с литосферными плитами, называют тектоническими движениями. Они ведут к обширным изменениям рельефа.



Рис. 5. Образование Гималайских гор

Гималаи образовались при столкновении двух плит. Их толстые края (континентальная кора) смялись складками, которые поднялись горными хребтами.

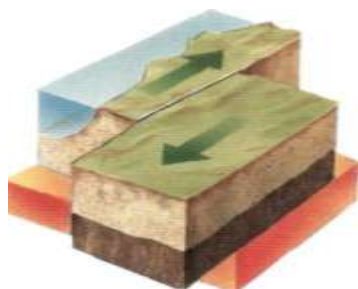


Рис. 6. Разлом Сан-Андреас (США, Калифорния). Тихоокеанской плита медленно движется на северо-запад, Северо-Американская - на юго - восток. Длина разлома приблизительно 1125 км

При образовании разлома Сан-Андреас одна плита скользит вдоль другой,

что приводит в зоне разлома к мощным землетрясениям.

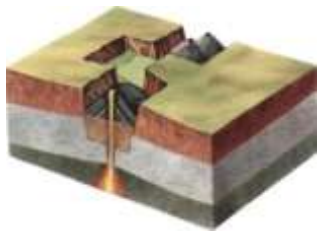


Рис. 7. Восточно-Африканский рифт

При образовании Восточно-Африканского рифта континентальная кора раскалывается, и сбросы образуют широкую долину, заполняемую водой. Через разломы прорывается магма, порождая вулканы.



Рис. 8. Срединно-Атлантический хребет

При образовании Срединно-Атлантического хребта через длинный разлом вдоль его оси (океанический рифт) изливается магма. Застывая, она образует мощные гряды.

Движение литосферных плит деформирует самые прочные горные породы. В земной коре образуются разломы. Некоторые из них доходят до мантии и тянутся на сотни километров по поверхности океанского дна и континентов.

Различают несколько типов разломов. Когда края разлома расходятся, участки коры могут проседать крупными блоками. Это – сброс. Когда края разлома сталкиваются, тогда происходит выдавливание вверх отделившихся блоков. Такое смещение пород называется вбросом. Если края разлома скользят относительно друг друга, разлом называется трансформным. Вдоль крупного разлома нередко соблюдаются все три типа смещений горных пород.

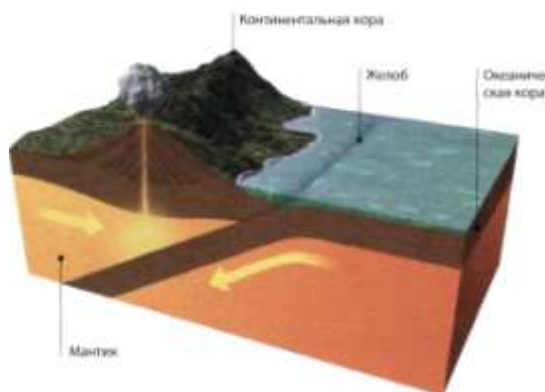


Рис. 9. Субдукция. (Океаническая кора поддвигается под более легкую континентальную). При столкновении литосферных плит океаническая кора поддвигается под более легкую континентальную (субдукция), погружается в мантию, плавится и изливается в виде лавы. Породы континентальной коры сминаются в складки, образуя горы.



Рис. 10. Пики Торрес-дель-Пайне в Чили (горы Анды). Эта горная цепь выросла в результате субдукции Тихоокеанской плиты под Южно-Американскую

Образование каньона

Каньоны, например, Большой Каньон в США, образованный рекой Колорадо – это узкие речные долины с обрывистыми склонами, на которых отлично видны слои осадочных пород. Чем они тверже, тем круче сложенный ими участок склона.



Рис. 11. Зарождение каньона

При зарождении каньона тектоническая активность постепенно поднимает сушу над уровнем моря, и река все глубже врезается в ее поверхность.

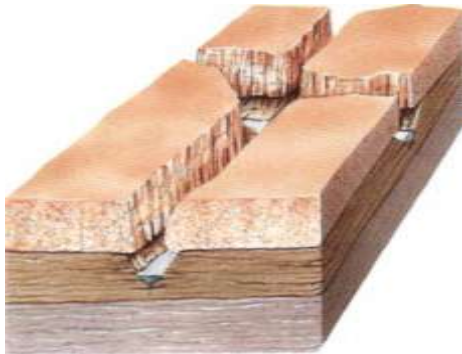


Рис. 12. Углубление каньона

При углублении каньона подъем суши идет быстро, если породы достаточно мягкие, река оказывается на дне глубокой узкой долины с почти отвесными склонами.

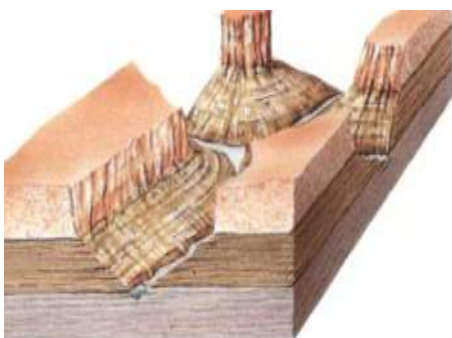


Рис. 13. Расширение каньона

При расширении каньона более мягкие слои породы подмываются и обрушиваются вместе с перекрывающими их более твердыми участками. Обломки уносятся водой, и каньон становится шире.

Вулканизм

Большинство вулканов расположено вдоль краев литосферных плит. Магма, вытекая через разломы (рифты) по оси океанических хребтов, непрерывно образует новую океаническую кору и раздвигает плиты. Одновременно их противоположные края поддвигаются один под другой. Обе зоны характеризуются высокой сейсмической и вулканической активностью. Она свойственна, в частности, всей окраине Тихого океана. Вдоль нее на 40 тыс. км тянется почти непрерывная дуга береговых хребтов и островов, где регулярно происходят землетрясения и извержения вулканов: недаром эту зону называют «огненным кольцом» Тихого океана. Здесь поднимаются знаменитые вулканы: Фудзияма, Пинатубо, Тамбора, Кракатау, Сент-Хеленс.

Три четверти действующих вулканов планеты, включая самые мощные, находятся на окраинах Тихого океана. Двигаясь на север, Африканская плита сталкивается с Евразийской, вызывая землетрясения и извержения в Южной Европе. В 1963 г. вулкан, образовавшийся на Срединно-Атлантическом хребте, «вынырнул» островом Сюртсей у берегов Исландии.

При сильном взрывном извержении тучи пепла и пыли нередко выбрасываются из кратера за пределы тропосферы - в стратосферу. Здесь они могут оставаться месяцами, преграждая путь солнечному свету. Это ведет к резкому похолоданию.

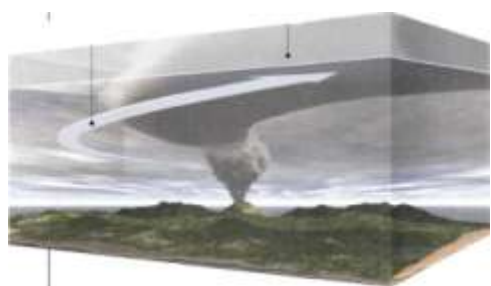


Рис. 14. Загрязнение стратосферы (15-50 км) пылью, пеплом при сильном извержении вулкана

Вулканы образуются там, где магма, горячая расплавленная порода верхней мантии - находит слабые места в земной коре и внедряется в нее, образуя магматический очаг. Она постепенно накапливается в нем, давление растет, и в конце концов магма может прорваться по трещине на поверхность. Это называется вулканическим извержением. От состава магмы зависит его тип. Если магма густая и насыщена газом, извержение взрывное: вулкан образует облака пепла и крупные обломки породы. Особо сильные взрывы происходят, когда магма контактирует с подземными водами, превращая их в огромное количество пара. Если она жидкая и газа в ней мало (так называемая сильно дегазированная магма), на поверхность медленно вытекает лава (рис.15). Магма накапливается в глубинном очаге и, наконец, находит выход на поверхность, образуя жерло, выдающее «на-гора» лаву, пепел и газы.

Во время особенно мощного извержения из магматического очага выбрасывается так много магмы, что ее запасы не успевают пополняться.

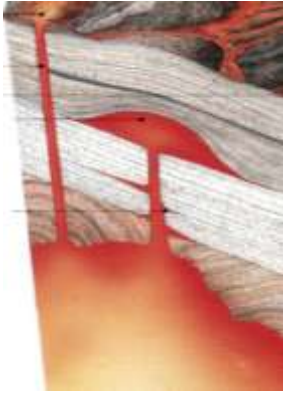


Рис. 15. Дайка, лакколит, силл. Дайка-магма, застывшая в трещине в виде вертикальной стены. Лакколит - линзовидная, грибовидная масса застывшей магмы. Силл - магма, застывшая пластом между слоями пород.

После извержения вулкана образуются кратеры и кальдеры. Кратеры - это воронкообразные углубления, которыми выходят на поверхность жерла вулканов (рис.16). Обычно возникает один вершинный кратер диаметром не более 1 км. Реже магма образует ответвления от центрального жерла и соответственно боковые (паразитические) кратеры на склонах вулкана. Когда глубинный магматический очаг, питающий извержения, пустеет и вулкан затухает, его вершина может обрушиться в оставленную очагом полость. Образуется обширная воронка - кальдера. Если вулкан вновь активизируется, внутри кальдеры могут вырасти молодые пепловые конусы.

Диаметр кальдеры, оставленной мощным извержением, часто превышает 3 км. Самой крупной считается кальдера вулкана Асо в Японии: 27 км в длину и 16 км в ширину



Рис. 16. Заполненное дождевой водой кратерное озеро

Магма, прорываясь к земной поверхности, порой застывает огромными столбами (в жерлах вулканов) или стенами (в трещинах). Они тверже окружающих пород, поэтому обнажаются в результате эрозии и выветривания в виде некков и даек соответственно.

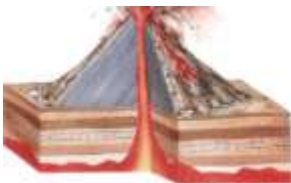


Рис. 17. Извержение вулкана

Магма, вырываясь из жерла вулкана, может образовывать крутые склоны из лавы и пепла.



Рис. 18. Угасание вулкана после прекращения активности

Со временем вулканическая активность прекращается, и магма в жерле

вулкана застывает сверху вниз, образуя столб твердой магматической породы (некк), в виде столбовидной пробки. Эрозия разрушает склоны вулкана быстрее, чем застывшую в его центре магматическую пробку.



Рис. 19. Разрушение склонов вулкана.

Остывающая лава, затвердевая с поверхности в глубину, дает усадку. Неравномерная усадка приводит к растрескиванию лавового потока. Трещины делят лаву на пяти- или шестигранные призмы. Эта «мостовая гигантов» в Северной Ирландии образована торцами базальтовых призм (рис.20).



Рис. 20. Базальтовые плиты (Северная Ирландия)

Материал, выбрасываемый вулканами на земную поверхность, меняет ее рельеф. На полуострове Индостан плато Декан площадью свыше 500 тыс. кв. км образовано слоями базальтовой лавы мощностью более 1,6 км. Это результат длившихся миллион лет - в конце мела - вулканических извержений, вызванных прохождением будущего полуострова над «горячей точкой». Некоторые ученые предполагают, что извержения привели к «вулканической зиме» и вымиранию динозавров. Сами вулканы представляют собой впечатляющие формы рельефа. Так, в Великобритании они давно погасли, но господствующая над Эдинбургом (Шотландия) гора Артурс-Сит («Трон Артура») напоминает об огненном прошлом острова. Обширные кальдеры, возникающие, когда вершина вулкана проваливается в его опустевший очаг, часто заполняются водой, превращаясь в характерные округлые озера.

Следы былой вулканической активности бывают заметны даже в самой спокойной местности. Эрозия более мягких пород обнажает базальтовую лаву и магму, застывшую в виде некков, или жерловин («пробок» в жерле вулканов), даек (стен на месте трещин), силлов (горизонтальных пластов мощностью обычно до 30 м), лакколитов (грибовидных и караваеобразных тел в толще коры). На месте обвалившихся «внутрь себя» вулканов образуются обширные воронки - кальдеры. Иногда на их дне поднимаются конусы позднейших извержений. Если кальдера превращается в озеро, они становятся островами. Застывшая внутри вулкана магма может образовать некк с отходящими от него дайками.



Рис. 21. Некк и отходящие от него дайки

Метаморфизм

Изменение горных пород протекает под действием двух процессов, иногда действующих одновременно: сильное сжатие и интенсивное нагревание. Породы могут метаморфизироваться в ходе столкновения литосферных плит, сминающего их в складки, которые поднимаются горами.



Рис. 22. Осадконакопление

При осадконакоплении отложения могут накапливаться и цементироваться в виде плоских слоев.



Рис. 23. Складкообразование

При складкообразовании сильное сжатие сминает осадочные породы, как многослойный ковер. Поднимающаяся к поверхности магма раскаляет окружающие породы, спекая их и вызывая образование новых минералов.



Рис. 24. Инtruзия

Инtruзией называется внедрение магмы в толщу земной коры. Поднимающаяся к поверхности магма раскаляет окружающие породы, спекая их и вызывая образование новых минералов.



Рис. 25. Обжиг

При обжиге нагрев делает породы тверже и изменяет их состав.

Глава II. Основные учения о минералах

§ 1. Современная классификация минералов

Минералы – природные химические соединения или самородные элементы, которые образуются в результате разнообразных физико-химических процессов, протекающих в земной коре и на ее поверхности.

В настоящее время большинство коллекций минералов построено на классификации Хьюго Струнца, в основу которой положен химический состав и структурное строение кристаллов.

Согласно классификации Струнца минералы подразделяются на девять классов:

1. Самородные элементы.
2. Сульфиды и сульфосоли.
3. Галогениды.
4. Оксиды и гидроксиды.
5. Карбонаты, нитраты и бораты.
6. Сульфаты, хроматы, молибдаты и вольфраматы.
7. Фосфаты, арсенаты и ванадаты.
8. Силикаты.
9. Органические минералы.



Рис. 26. Минералы, относящиеся к разным классам.

§ 2. Свойства минералов

При изучении минералов необходимо знать их основные оптические, физические, химические и кристаллографические свойства. Каждый минерал отличается характерным набором этих признаков, помогающих в его определении.

Оптические свойства

Цвет. Оптические свойства, такие как цвет и блеск, определяются на глаз. Цвет зависит от способности минерала поглощать световые волны определенной длины и отражать или пропускать другие. Именно не поглощенные световые волны придают минералу цвет. Темные минералы поглощают волну практически любой длины, тогда как светлые в основном отражают свет.

Существенное влияние на коэффициент поглощения света оказывает химическая природа минерала. Вторичные минералы меди всегда имеют синеватый или зеленоватый цвет. Нередко цвет минерала обусловлен присутствием в его структуре дополнительных химических элементов, называемых *хромофорами*. Розовые минералы обычно обязаны своим цветом атомам марганца и лития, входящим в их структуру.

Окраска многих минеральных видов определяется их собственным строением и называется *идиохроматической*. Такие минералы, как пирит и малахит, никогда не встречаются в виде прозрачных кристаллов, поскольку слагающие их атомы сами являются хромофорами. Минералы меди всегда окрашены в яркие тона, поскольку медь - мощный хромофор. Зеленый цвет малахита и синяя окраска азурита вызваны высоким содержанием меди в их составе.

Аллохроматической называется окраска, вызванная хромофорами-примесями. Например, чистый кварц бесцветен, но за счет примесей окрашивается в различные цвета: от розового и желтого до фиолетового и черного. Чистый флюорит бесцветен, но обычно этот минерал окрашен в разные цвета: от желтого и фиолетового до зеленого, розового, голубого. Все зависит от типа примесей, входящих в его структуру. Кроме того, флюорит дал название явлению флюоресценции, которое было впервые замечено у его образцов.

Псевдохроматической называют окраску, вызванную отражением и преломлением света на внутренних нарушениях структуры минерала, трещинах и плоскостях спайности.

В ультрафиолетовых лучах некоторые минералы приобретают характерный цвет, связанный с возбуждением входящих в их состав хромофоров. Это явление получило название «флюоресценция», поскольку впервые наблюдалось у флюорита. Флюоресценция помогает при поиске ряда промышленно значимых минералов.

В отличие от флюоресценции, мгновенно исчезающей после удаления ультрафиолетового источника света, фосфоресценция представляет собой явление остаточного свечения. Иными словами, вещество продолжает излучать свет в течение некоторого периода времени после удаления источника света. Это свойство характерно для небольшого количества минералов, включая гипс и некоторые образцы флюорита.

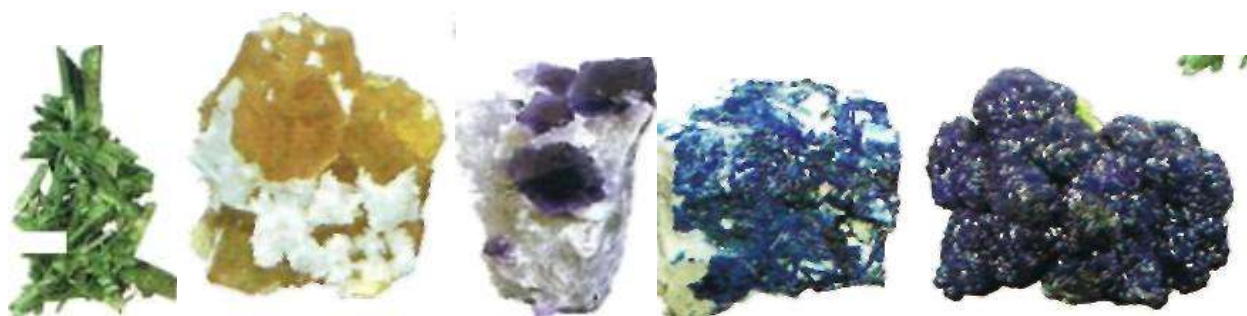


Рис.27. Минералы, имеющие идиохроматическую (малахит, азурит, линарит) и аллохроматическую окраску (флюорит). Малахит(1), флюорит (2, 3), азурит (4), линарит (5)

Цвет черты

Цвет черты – это цвет минерала в тонком порошке, оставляемом при царапке белого матового фарфора. В отличие от цвета образца цвет черты более постоянен, а потому и более надежен в качестве диагностического признака. Необходимо учитывать, что прозрачные минералы всегда обладают белой чертой.

Блеск

Свет, падающий на минерал, отражается от него, что и создает впечатление блеска. В зависимости от интенсивности различают несколько типов блеска.

Стекланный блеск напоминает блеск стекла и характерен для минералов с низким показателем преломления (кварц, флюорит, кальцит и др.).

Алмазный блеск типичен не только для алмаза, но и для сфалерита.

Полуметаллический блеск характерен для прозрачных и полупрозрачных минералов с достаточно высоким показателем преломления, например, гематита.

Металлический блеск характерен для минералов с очень высоким показателем преломления, например пирита, галенита, халькопирита.

Две трети известных минералов имеют стекланный блеск, на втором месте – минералы с металлическим блеском. Выделяют и другие виды блеска в зависимости от типа поверхности минерала: *жирный, восковой, перламутровый, шелковистый, матовый*.



Рис.28. Четыре типа блеска у минералов:

- 1) металлический (галенит);
- 2) жирный (флюорит);
- 3) алмазный (сфалерит);
- 4) стекланный (аметист)

Прозрачность



Прозрачность – это способность минерала пропускать через себя свет. По степени прозрачности минералы делятся на три группы: прозрачные (горный хрусталь), полупрозрачные (изумруд), непрозрачные (пирит).

Рис. 29. Горный хрусталь

Преломление

Преломление – это явление оптического характера. Оно возникает, когда изменяется путь следования светового луча при прохождении через минерал.

Механические свойства

Реакции минералов на механическое воздействие называются механическими свойствами. К ним относится твердость, хрупкость, ковкость и пластичность.

Твердость

Степень сопротивления минерала внешнему механическому воздействию называется твердостью. Зависит твердость главным образом от особенностей кристаллической структуры минерала, типа и прочности связи атомов. Второстепенным фактором является степень совершенства отдельных кристаллов и агрегатов.

У большинства минералов твердость анизотропна, то есть зависит от направления и типа грани, к которой применяется сила.

Измерение твердости

Немецкий минеролог Фридрих Моос (1773-1839) разработал сравнительную шкалу твердости. Он использовал твердость известных минералов в качестве отправной точки, присваивая им значения от 1 до 10. Получилось, что минерал с твердостью 2 царапает минерал с твердостью 1 (а не наоборот); минерал с твердостью 3 царапает минералы с твердостью 1 и 2 и так далее. Промежуточные значения оценивались приблизительно и показывались не десятичными, а обыкновенными дробями. Например, твердость $4\frac{1}{2}$ означала, что твердость находится между 4 и 5.

Шкала Ф. Мооса

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

Минералы с самой низкой твердостью можно поцарапать ногтем (твердость ногтя $2\frac{1}{2}$). Минералы с низкой твердостью не царапаются ногтем, но царапаются медной монетой (твердость $3\frac{1}{2}$). Минералы средней твердости царапаются осколком стекла или ножом (твердость $5\frac{1}{2}$). Самые твердые минералы не царапаются даже ножом.



Рис.30. Минералы с разной твердостью: кальцит, аметист, корунд

Хрупкость

Хрупкость показывает, насколько легко разбивается минерал. Он может быть очень хрупким вне зависимости от своей твердости. Самый твердый из известных минералов, алмаз, очень хрупок и разбивается от одного удара.

Ковкость и пластичность

Другими свойствами минерала, связанными с его структурой, является ковкость и пластичность. Ковкий минерал может растягиваться, а пластичный – менять форму, не разрываясь. Благодаря этим качествам благородные металлы – золото, серебро и платина широко применяются в ювелирном деле. Медь тоже ковкая и пластична. Простота обработки обусловила использование меди для изготовления труб и электрических кабелей, при необходимости легко меняющих свою форму.

Плотность

Таблица плотностей некоторых минералов

Минерал	Гипс	Кальцит	Целестит	Пирит	Гематит	Галенит	Настуран
Плотность, г/см ³	2,3	2,7	4	5,0	6,5	7,5	10,5

Отношение веса вещества к объему называется плотностью и измеряется в г/см³. Плотность минерала зависит от особенностей его структуры и химического состава. Плотность выше у минералов с плотной структурой, содержащих тяжелые атомы. Например, в структуре галенита атомы расположены по закону плотнейшей кубической упаковки, кроме того, свинец – тяжелый металл, поэтому плотность галенита 7,6 г/см³. Определение плотности очень помогает в идентификации минералов.

Физические свойства

Излом

Излом – это форма поверхности, образующаяся при раскалывании. Излом обусловлен физическими свойствами минерала и иногда является диагностическим признаком.



Рис.31. Виды изломов. Занозистый (медь), раковистый (обсидиан, опал), неровный (тальк)

Изломы принято подразделять на несколько видов.

Неровный излом.

При таком изломе не возникает доминирующих структур и поверхностей, как в случае талька.

Занозистый (крючковатый) излом.

Характерен для мягких и ковких самородных металлов. На изломе минерала

заметны острые, загнутые крючки. Такой излом встречается у серебра и меди.

Раковистый излом.

При сколе минерала образуются обширные вогнутые поверхности с концентрическими кругами, напоминающие внутреннюю часть раковины. Характерен для кварца и опала.

Прочность

Прочность – это сопротивление минерала механической деформации или разрушению при изгибе, разламывании, резании. Минералы делятся на хрупкие, ковкие, упругие, вязкие.

Магнитность

Различают минералы ферромагнитные - с ярко выраженными магнитными свойствами (магнетит) и парамагнитные – со слабой магнитностью (слюда).

Вкус

Некоторые минералы обладают характерным вкусом, позволяющим легко идентифицировать их. В первую очередь, это галит, или поваренная соль. Сильвин обладает острым вкусом, карналлит – резким. Дегустация минералов может быть опасной, поскольку в определенных концентрациях многие из них становятся ядовитыми. Например, гидратированный сульфат меди синего цвета, используемый для обработки виноградников, имеет неприятный вкус. Помимо вкуса, очень важны ощущения, возникшие при контакте минерала с языком: шероховатость, липкость, жжение. Глинистые минералы, например, липнут к вкусовым сосочкам языка.

Электрические свойства

Ряд минералов наделен такими свойствами, как хорошая электропроводимость, пирозлектричество и пьезоэлектричество.

Электропроводимость свойственна минералам с металлическими связями. Великолепными проводниками являются самородные металлы, например, золото, серебро и медь. Сульфиды относятся к полупроводникам. *Пьезоэлектричество* представляет собой способность вещества генерировать электрический ток при изменении своей формы при воздействии давления на один из концов удлиненного кристалла минерала. У кварца пьезоэлектрические свойства выражены очень сильно, что позволяет использовать этот камень в промышленных целях. Если через кварцевую пластину пропустить переменный ток, она начинает вибрировать. Поместив такую пластину в электрическое поле, создаваемое радиосхемой, можно регулировать радиочастоты. Кроме того, кварц используется в кварцевых часах, поскольку он испускает колебания с высокой стабильностью частоты.

Пирозлектричество наблюдается у определенных минералов при воздействии на них тепла. При изменении температуры на концах кристалла создаются положительный и отрицательный заряды. Пирозлектрические свойства проявляются также у кварца.

Спайность

Спайность – это способность минерала раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям, образуя ровные поверхности. Спайность может быть проявлена как в одном, так и нескольких направлениях. Например, у топаза совершенная спайность наблюдается перпендикулярно удлинению кри-

сталла. Гипс и слюды расщепляются на тонкие пластины (или листочки). Совершенной спайностью в трех направлениях обладают кальцит, флюорит, галенит, раскалывающийся на кубы.

Типы спайности

По степени совершенства спайность подразделяется на несколько типов.

Весьма совершенная спайность проявлена у слюды: их трудно расщепить в другом направлении, отличном от спайности.

Совершенная спайность: минерал раскалывается преимущественно по направлениям спайности (галенит, кальцит, полевые шпаты).

Средняя (или ясная) спайность: легко заметна на сколе минерала, но ее плоскости более грубые и шероховатые, чем в случае совершенной спайности. Характерна для амфиболов (роговая обманка).

Несовершенная спайность заметна в виде отдельных, слабо выраженных плоскостей, тогда как скол минерала в целом состоит из неровных поверхностей.

Весьма несовершенная или спайность отсутствует, если скол минерала характеризуется изломом.



Рис.32. Физические свойства минералов. Кварц (неровный и раковистый излом). Галенит (совершенная спайность). Алмаз (твердость равна 9). Магнетит (магнитность). Кальцит (совершенная спайность в трех направлениях)

§ 3. Образование кристаллов

Большинство минералов представляют собой кристаллические вещества. Термин «кристаллический» указывает на то, что атомы в этих веществах располагаются упорядоченно и образуют правильную трехмерную кристаллическую решетку.

Все вещества состоят из атомов. В центре каждого атома располагается положительно заряженное ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Протоны несут положительный заряд, а нейтроны – нейтральны. Вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные электроны. Каждый электрон движется с большой скоростью по своей орбитали, причем, орбитали разных уровней имеют разную форму. На одной орбитали может располагаться не более двух электронов. Заполнение орбиталей электронами начинается от ядра к периферии. Атомы различных элементов способны обмениваться друг с другом электронами внешних орбиталей, благодаря чему образуются химические связи.

Существуют различные типы связей между атомами. При образовании кристаллов наиболее важны ионные и ковалентные связи. В случае ионной связи атомы одного элемента уступают электроны атомам другого, за счет чего получается более стабильная структура. Примером такой связи служит обычная соль (или галит), представляющая собой хлорид натрия (NaCl). На внешней орбитали атома

натрия вращается один неспаренный электрон, который легко теряется, давая атому натрия положительный заряд (Na^+) и превращая его в положительный ион (катион). Атом хлора, в свою очередь, нуждается в одном электроны для большей стабильности и потому улавливает электрон, отдаваемый натрием, превращаясь в отрицательный ион.

Другим способом соединения атомов является ковалентная связь, при которой атомы делят друг с другом пару электронов. В этом случае атомы соединяются не вследствие притяжения различных зарядов, а в результате взаимопроникновения внешних электронных орбиталей, то есть пары внешних электронов «работают» на оба атома. Атом с «лишними» электронами делит их с атомом, которому электронов не хватает, так создается прочная связь. Совместное использование электронов придает атомам стабильность, поэтому образуются стабильные вещества.

§ 4. Форма кристаллов

Форма кристалла минерала зависит не только от химического состава и структуры данного вещества. Множество других факторов влияют на окончательную форму кристалла, такие, как размер и форма доступного пространства, доминирующее направление минерализующего потока, присутствие других минералов.

Выросшие в природе кристаллы сформированы определенным количеством граней. Если кристалл образуется в благоприятных условиях, геометрическое развитие граней соответствует особенностям кристаллической структуры минерала. Но так происходит далеко не всегда. Чаще всего природа предоставляет минералам неидеальные условия для роста. Поэтому формы большинства кристаллов далеки от теоретически возможных. Каждый минерал характеризуется сингонией, выражающей особенности его внутренней кристаллической структуры, и габитусом – внешней формой отдельного кристалла.

Форма кристалла – одна из самых ярких характеристик минерала. Описывать габитус минералов принято несколькими характерными терминами. Например, *изометрическими* кристаллами считаются те, размеры которых по трем осям пространства приблизительно одинаковы. Вытянутые и сравнительно тонкие кристаллы называются *игольчатыми*. Вытянутые и более толстые экземпляры с четко проявленными гранями имеют *призматический габитус*.

Не вытянутые, а уплощенные кристаллы называются *пластинчатыми*, если они очень тонкие, или *таблитчатыми*, если толщина их более существенна. Тончайшие, достаточно жесткие кристаллы называются *волокнистыми*.



Рис. 33. Игольчатые, бипирамидальные, цилиндрические, волокнистые, призматические, кубические, и октаэдрические кристаллы минералов

Классификация кристаллов по симметрии на элементарном уровне привели К

выделению семи сингоний. При описании минерала непременно указывается его сингония.

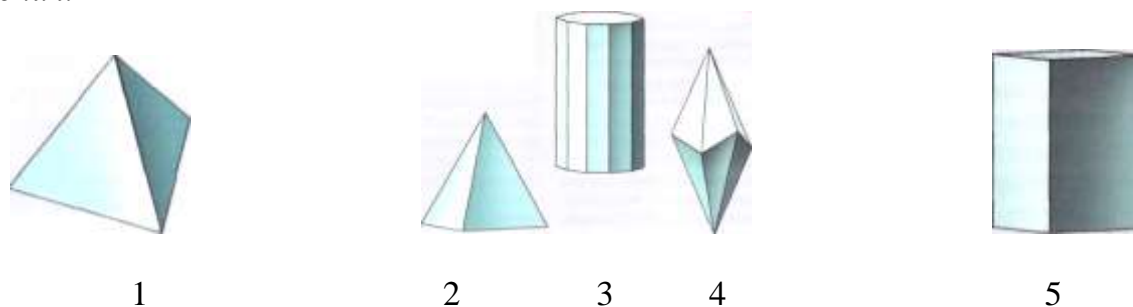


Рис. 34. Формы кристаллографических сингоний: тетраэдр (1), тетрагональная пирамида (2), дигексогональная призма (3), дитригональный скаленоэдр (4), ромбическая призма (5)

Кубическая сингония

Элементарная ячейка представляет собой куб: три вектора имеют равную длину и пересекаются под прямыми углами. Простые формы: куб, октаэдр, тетраэдр и др. В кубической сингонии кристаллизуются флюорит, медь, золото, серебро, алмаз, пирит, галит.

Тетрагональная сингония

Элементарная ячейка в форме тетрагональной призмы: два вектора равны по длине друг другу, а третий имеет другую длину; все векторы пересекаются под прямыми углами. Простыми формами являются тетрагональные призмы, пирамиды и бипирамиды. В этой сингонии кристаллизуются циркон и рутил.

Гексагональная сингония

В элементарной ячейке два базовых вектора лежат в одной плоскости и пересекаются под углом 120 градусов, а третий вектор перпендикулярен этой плоскости и имеет другую длину. Типичные формы: 6 – или 12 - гранные призмы, пирамиды и бипирамиды. В этой сингонии выделяются берилл, ванадинит.

Тригональная сингония

Расположение три вектора аналогично гексагональной сингонии. Простыми формами являются тригональные призмы, пирамиды, бипирамиды, а также ромбоэдры и скаленоэдры. Примеров минералов тригональной сингонии служат кальцит, кварц и турмалин.

Ромбическая сингония

В элементарной ячейке три вектора имеют разную длину и пересекаются под прямыми углами. Характерными формами являются ромбическая призма, пирамида и бипирамида. Среди типичных минералов этой сингонии топаз, оливин.

Моноклинная сингония

В элементарной ячейке два вектора разной длины лежат в одной плоскости и пересекаются друг с другом под косым углом, а третий имеет другую длину и перпендикулярен этой плоскости. Образуются призмы с параллелограммом в основании. К моноклинной сингонии относятся многие минералы, включая жадеит, ортоклаз.

Триклинная сингония

В элементарной ячейке вектора имеют разную длину и пересекаются друг с

другом под косыми углами. Характерной формой триклинной сингонии является косоугольная призма. Такую сингонию имеют родонит и аксинит.

Группа совместно растущих кристаллов или минеральных зерен называется агрегатом. Срастаться могут как кристаллы одного вещества, так и нескольких разных минералов. Агрегаты кристаллизуются из расплавов или растворов. По числу минералов-компонентов выделяют мономинеральные и полиминеральные агрегаты.

§ 5. Породообразующие минералы

Только два-три десятка из более четырех тысяч минеральных видов являются главными компонентами горных пород. Эти минералы называются породообразующими. В верхних 16 километрах земной коры 60 % от массы составляют полевые шпаты, 16% авгит и роговая обманка, 12% - кварц.

Магматические, метаморфические и осадочные породы сложены своими характерными ассоциациями минералов, называемых породообразующими. По сравнению с другими минеральными видами, которые можно встретить в этом же типе пород, породообразующие минералы составляют большинство. Более того, виды горных пород выделяются по соотношению породообразующих минералов.

Магматические интрузивные и вулканические породы образуются в результате кристаллизации магматического расплава в недрах Земли или на ее поверхности. Магма в различной степени обогащена кремнеземом и магнием, железом, алюминием и другими металлами. Остывание расплава приводит к зарождению и дальнейшей кристаллизации большого числа зерен породообразующих минералов. Размер зерен и степень совершенства кристаллов зависит от условий остывания магмы. Если интрузивное тело остывает на больших глубинах, то процесс кристаллизации идет медленно и образуются крупнозернистые, полнокристаллические породы. В таких породах можно невооруженным глазом рассмотреть составляющие их минералы. Но если лава затвердевает на поверхности Земли, то остывание происходит быстро, что препятствует зарождению и росту кристаллов. Нередко такие породы, как базальты, содержат вулканическое стекло, представляющее собой нераскристаллизованное вещество. Выделение породообразующих минералов из магматического расплава происходит в определенном порядке. Последовательность кристаллизации, установленная Н.А. Боуэном, имеет следующий вид: оливин и анортит; авгит и лабрадор; роговая обманка и альбит; биотит и ортоклаз, микроклин; мусковит, кварц.

1. Самородные: сера, графит

Сера

Форма	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
S	Самородные элементы	Ромбическая	1-2	Раковистый	Отсутствует	Жирный	Желтый

Сера – один из первых химических элементов, открытых человеком. Для нее

характерен лимонно-желтый цвет, иногда с зеленым или оранжевым оттенком. Образцы издают характерный резкий запах. Сера легко воспламеняется от спички и горит синим пламенем.

Этот самородный элемент образует сплошные и зернистые массы, залегает в непосредственной близости от зон вулканической активности. Жилы и мощные пласты серы, пригодные для промышленной разработки, обычно перемежаются с карбонатными породами, мергелями и глинами.

Сера образует кристаллы ярко-желтого цвета усеченной бипирамидальной формы. Их длина может достигать 10 сантиметров и более. С серой часто ассоциируют кальцит, арагонит. В прикратерных зонах сера кристаллизуется очень быстро, образуя хрупкие скелетные кристаллы.



Сера применяется в бумажной, резиновой, химической и электротехнической промышленности, а также в медицине и сельском хозяйстве для борьбы с сельскохозяйственными вредителями и отчасти, как микроудобрение.

Рис. 35. Кристаллы серы

Графит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
C	Самородные минералы	Гексагональная	1	Неровный	Совершенная в одном направлении	Матовый	Стально-серый

Графит имеет магматическое и метаморфическое происхождение.

Лучшие сорта графита используют для изготовления карандашей и красок. Большая часть графита расходуется для изготовления плавильных тиглей, а также в ядерных реакторах в качестве замедлителя быстрых нейтронов. Быстрые нейтроны при столкновении с ядрами атомов углерода, имеющих сравнительно небольшую массу ($M=12,011$), теряют свою энергию, поглощаются ядрами урана -235 в 500 раз эффективнее, чем быстрые, и вызывают их деление.



Рис. 36 . Графит

2.Сульфиды: пирит, халькопирит, галенит

Пирит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
FeS ₂	Сульфиды	Кубическая	6 – 6,5	Раковистый	Несовершенная	Металлический	Зеленоваточерный

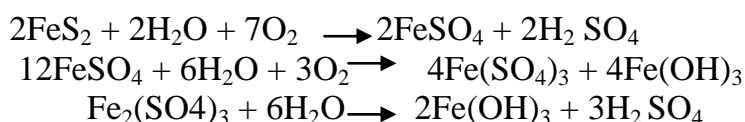
Название «пирит» происходит от греческого «pyrites lithos», что означает «камень, высекающий огонь». Это самый распространенный из всех сульфидов, поскольку образуется в различных средах. Пирит формируется как вторичный минерал в вулканических породах; в регионах, где имели место процессы контактного метаморфизма, в результате процессов магматической дифференциации и даже в осадочных породах.

Пиритовые руды являются одними из основных видов сырья, используемого для получения серной кислоты, а кобальтпирит служит источников кобальта.

Месторождения пирита распространены практически по всей поверхности земного шара, однако разработка их обычно связана с другими металлами, ассоциирующимися с пиритом. В первую очередь к ним относятся имеющие высокое экономическое и стратегическое значение золото, медь и никель. В последнем случае образуется минерал бравоит (сульфид железа и никеля), содержание никеля в котором достигает 20 %.

Несмотря на то, что пирит является железистым минералом и содержит до 46,4% этого металла в своем составе, он не считается стратегической железной рудой, поскольку ряд других минералов, таких, как магнетит и гематит, гораздо удобнее в разработке. Ведущую роль пирит играет в производстве серной кислоты, что обусловлено высоким содержанием серы (53,6%).

В процессе выветривания пирит быстро разрушается под действием воды и кислорода. Реакция протекает следующим образом:



Реакция окисления пирита приводит образованию гидрооксидов железа или бурого железняка.



Рис. 37. Разработка месторождения пирита



Рис. 38. Пирит: агрегаты дисковой формы с радиальными волокнами (пиритовое солнце)



Рис. 39. Кубические формы кристаллов пирита

Халькопирит (медный колчедан)

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
CuFeS_2	Сульфиды	Тетрагональная	3,5	Раковистый	Несовершенная	Металлический	Черный

В названии халькопирита сочетаются два греческих слова: «халькос» (медь) и «пирос» (огонь). На свежем сколе халькопирит окрашен в латунно-желтый цвет, из-за чего его иногда путают с золотом. Но на воздухе минерал быстро окисляется, приобретая бурый цвет. У некоторых образцов на поверхности появляется побежалость – тончайшие яркоокрашенные иризирующие пленки. Цвет побежалости меняется от темно-желтого до зеленого, синего и фиолетового.

Обычно халькопирит встречается в виде сплошных масс или зерен неправильной формы. Известны также его почковидные агрегаты. Этот минерал образует редко кристаллы. Для их роста необходимо свободное пространство в полостях, но благоприятные условия при кристаллизации халькопирита складываются не часто. Грани тетраэдрических кристаллов обычно покрыты штриховкой. Характерной особенностью является образование двойников.

В виде тонких корок халькопирит часто покрывает кристаллы других минералов.

В процессе выветривания окисляется с образованием сульфатов железа и меди. Халькопирит является основной рудой на медь. В халькопирите содержится 34,5% меди, 30,5% железа и 35% серы. Широкое распространение халькопирита привело к тому, что он стал одним из основных источников меди.

Медный купорос (CuSO_4) применяется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями, поражающими плодовые деревья, виноградники и огороды



Рис. 40. Халькопирит с кристаллами горного хрусталя

Галенит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
PbS	Сульфиды	Кубическая	2,5 - 3	Ступенчатый	Совершенная	Металлический	Серовато-черный

В переводе с латинского «галенит» означает «свинцовая руда». Галенит – один из самых распространенных сульфидов. Он образуется в гидротермальных месторождениях. В природе галенит чаще всего встречается в виде плотных зернистых масс свинцово-серого цвета в ассоциации с пиритом и халькопиритом, а также кальцитом и кварцем. У галенита кубическая структура, поэтому его кристаллы имеют форму куба, реже – октаэдра. В некоторых кристаллах сочетаются грани куба и октаэдра.

При контакте с воздухом галенит быстро окисляется, темнеет и теряет свой блеск. В месторождениях при выветривании галенита образуются другие минералы свинца.

Для галенита характерны примеси различных металлов, в первую очередь серебра, меди, цинка, а также золота. Одни элементы входят в кристаллическую структуру галенита, изоморфно замещая свинец, другие содержатся в мельчайших частицах собственных минералов, захваченных кристаллами галенита в процессе роста.

Галенит – минерал очень хрупкий, поскольку его основным компонентом является свинец. У галенита ярко проявлена совершенная спайность, являющаяся одним из его диагностических признаков. Этот минерал очень хрупкий и легко раскалывается при ударе на блестящие куски кубической формы с плоскими гранями.

Галенит известен людям не менее 1000 лет и используется в качестве свинцовой руды. До третьей четверти 20 века свинец присутствовал практически во всех сферах жизни, пока не была доказана его токсичность. В настоящее время свинец используется в производстве аккумуляторов, электрооборудования и кабелей. Свинец является составным элементом боеприпасов, лаков и красок, используется при использовании хрусталя.

До недавнего времени свинец добавляли в бензин в качестве детонирующего элемента. В начале 20 века радиолюбители при изготовлении собственных приемников для принятия сигнала использовали кристаллы галенита.

До сих пор рыболовы используют тяжелые свинцовые грузила для удержания крючка рыболовной снасти на глубине.



Рис. 41. Галенит

3. Галогениды: галит, сильвин

Галит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
NaCl	Галогениды	Кубическая	2 – 2,5	Раковистый	Совершенная	Стекланный	Белый

В переводе с греческого корень слова «галит» означает соль и море, поскольку источником соли раньше служила вода морей и соляных озер.

В кристаллической структуре галита ионы натрия и хлора расположены в вершинах куба – это классический пример плотнейшей кубической упаковки. Именно поэтому удивительные по красоте кристаллы галита имеют форму куба. Пространственная ориентация атомов натрия и хлора, образующих галит, способствует формированию совершенных плоских граней. Но попадание примесей нарушает их совершенство. Часто растущие кристаллы захватывают останки бактерий и минерал приобретает красноватую окраску.

Образование галита связано с процессами испарения, происходящими в соленосных бассейнах планеты. Вода, богатая солями хлора, испаряется под воздействием солнечных лучей. Растворенный в воде хлористый натрий образует твердый осадок – кристаллы соли.

Подземные залежи галита – это соль, образовавшаяся миллионы лет назад в процессе испарения воды древних морей и озер. Огромные залежи ископаемых солей образовались в кембрийский и пермский периоды, когда происходило накопление осадков в высыхающих лагунах морей.

Галит используется в пищевой, химической, текстильной (для отбеливания тканей) промышленности, в металлургии и других отраслях народного хозяйства. В химической промышленности с помощью электролиза из галита получают каустическую (NaCO₃) и пищевую соду (NaHCO₃). Из галита получают соляную кислоту, хлор, металлический натрий.



Рис. 42. Галит

Сильвин

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
KCl	Галогениды	Кубическая	2 – 2,5	Неровный	Совершенная	Стекланный	Белый

Впервые сильвин найден в 1832 году на горе Везувий (Неаполь, Италия) и назван в честь голландского физиолога и химика XVII века Франциска Ла-Бозе, прозванного Сильвиусом, исследовавшего пищеварительные свойства этого минерала. Сильвин представляет собой хлорид калия, т.е. соль, подобную галиту. Это сходство проявляется в том, как кристаллизуются эти минералы. При благоприятных условиях сильвин образует кубические кристаллы. Ребра их обычно сглажены, что объясняется наличием октаэдрических граней.

Хорошо развитые кубические кристаллы сильвина встречаются нечасто. Этот минерал выделяется в виде неправильных масс, различить в которых невооруженным глазом отдельные кристаллы очень непросто. Эти аморфные массы бывают испещрены неправильной формы пустотами, образующимися вследствие частичного растворения минерала под действием воды.

Хотя в обычных условиях сильвин абсолютно бесцветен, образцы этого минерала часто бывают окрашены в различные цвета: красный, желтый, белый и даже синий, что делает их похожими на другие минералы. Изменение цвета может быть обусловлено присутствием в кристаллической структуре минерала примесей, например, гематита, дающего красный цвет, или особенностями структуры, как в случае белых образцов сильвина. Сильвин легко растворяется в воде, имеет горько – соленый вкус. Подобно галиту, образуется как химический осадок в морских и озерных водоемах.



Рис.43. Сильвин

Сильвин обычно залегает в верхних частях соляных залежей, поэтому его скопления размываются подземными водами.

Сильвин – основная калийная агрономическая руда. Также используется в химической промышленности, стекольном и лакокрасочном производстве, в мыловарении и медицине.

Промышленный интерес к сильвину объясняется высоким содержанием калия, используемого в целом ряде отраслей, включая производство удобрений. Благодаря высокому содержанию калия, промышленная разработка сильвина достаточно рентабельна. Приблизительно более половины веса любого образца сильвина (52, 45%) приходится на калий, а оставшиеся 47% - на хлор.

Сильвин – один из наиболее распространенных минералов, содержащих калий, что придает его месторождениям стратегическое значение.

4. Окислы и гидроокислы

Окислы представляют собой природные соединения кислорода с металлами. Практически все минералы этого класса непрозрачны и имеют черту темного цвета – серую, черную или коричневую. Только некоторые из них прозрачны или полупрозрачны.

Гидроокислы имеют в своем составе гидроксильные группы, состоящие из атомов кислорода и атомов водорода. Внешне эти минералы очень похожи на окислы. К самым известным из них относятся гётит (важнейшая железная руда) и манганит (руда марганца).

Гематит – один из самых типичных окислов. Он состоит на 70% из железа и на 30% из кислорода.

Горный хрусталь

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
SiO ₂	Окислы	Тригональная	7	Раковистый	Несовершенная	Стеклянный	Белый

Чистые, прозрачные кристаллы кварца называют горным хрусталем. Красивые кристаллы горного хрусталя нередко достигают внушительных размеров. Шестигранные удлинённые призмы с четкими ребрами увенчиваются острыми вершинами, образованными гранями ромбоэдров. Встречаются как одиночные кристаллы, так и их друзы, щетки или жеоды.

Для кварца очень характерны двойники, поэтому законы двойникования этого минерала хорошо изучены.

Кварц и его разновидности имеют широкое применение. Прозрачные кристаллы горного хрусталя применяются в оптике, где из него делают высококачественные линзы.



Пьезоэлектрические свойства кварца нашли широкое применение в разных областях техники, кристалл горного хрусталя обладает высокой стабильностью частоты генерирующих колебаний. Поэтому он используется при изготовлении высокоточных приборов, в том числе кварцевых часов.

Кварц - основной почвообразующий минерал. От его количества и размера зерен зависит гранулометрический состав и физические свойства почвы: водопроницаемость, связность, влагоемкость.

Рис. 44. Горный хрусталь

Халцедон

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
SiO ₂	Окислы	Тригональная	7	Раковистый	Отсутствует	Стеклянный	Белый

Название «халцедон» происходит от имени древнегреческого города Халкидон, располагавшегося у пролива Босфор. Этим термином обозначаются скрытокристаллические разновидности кварца.

В отличие от обычного кварца, образующего крупные кристаллы или зернистые агрегаты, халцедон состоит из тончайших волокон. Отдельные волокна не видны невооруженным глазом, между ними располагаются субмикроскопические поры. В эти поры легко входят различные примеси, за счет чего у халцедона богатейшая палитра оттенков. Для халцедона характерны сталактитоподобные и почковидные агрегаты, сферолиты, желваки, плотные массы и конкреции различного цвета. Халцедон красно-оранжевого цвета называют сердоликом, зеленоватого – хризопразом, агат и оникс относятся к полосчатым разновидностям халцедона.

Халцедон используется в основном в ювелирном деле. Наиболее ценится голубой халцедон. В структуре халцедона присутствуют микропоры, поэтому минерал может легко впитывать красители и менять свой естественный цвет. Природная окраска халцедона также обусловлена вхождением в его структуру различных примесей – хромофоров.



Рис. 45. Халцедон

В настоящее время голубой халцедон получают из серого путем его окрашивания.

Опал

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$	Окислы	-	5,5-6,5	Раковистый, занозистый	Отсутствует	Стеклообразный, матовый	Белый

Происхождение названия «опал» достоверно не установлено. Предполагается, что оно происходит от латинского «опалус» или греческого «опалиос», которые, в свою очередь, образованы от слова «упала», что в переводе с санскрита означает «драгоценный камень». Опал выделяется в виде почковидных или гроздевидных агрегатов. Иногда находят опаловые сталактиты. Большинство опалов аморфны, то есть у них отсутствует кристаллическая структура. Некоторые образцы содержат кристаллические частицы кремнезема, заключенные в аморфную массу. Опал не образует кристаллов, но известны опаловые псевдоморфозы по кристаллам других минералов. Опал является затвердевшим гидрогелем, состоящим из кремнезема и 6-10% воды.

Окраска опала очень разнообразна и обусловлена присутствием в их составе различных примесей, а также особенностями внутреннего строения конкретных образцов. Среди непрозрачных опалов известны зеленые, красные, синие и желтые разновидности.

Опал – вторичный минерал. Образуется при выветривании различных силикатов и алюмосиликатов, а также биогенным и гидротермальным путем.

В почвах опал возникает при действии гуминовых кислот на силикаты и алюмосиликаты.



Опал может переходить в халцедон и далее в кварц.

Опал является драгоценным минералом, его разновидности диатомит и трепел – строительным и абразивным материалом.

Рис. 46. Опал

Магнетит

Формула	Клас с	Синго- ния	Твер- дость	Излом	Спай- ность	Блеск	Цвет черты
$\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+})_2\text{O}_4$	Окис лы	Кубиче- ская	5,5 -6	Ракови- стый	Отсут- ствует	Полуме- талличе- ский	Черный

Происхождение слова «магнетит» до конца не установлено. Возможно, оно образовано от названия местечка Магнезия в Македонии. Если верить Плинию, этот минерал был впервые замечен греческим пастухом, который пас стадо на горе Ида. Он обнаружил, что гвозди, которыми были подбиты его сандалии, притягиваются к камням. Звали его Магнес, и это имя сохранилось в названии магнитного минерала.

Самым надежным диагностическим признаком магнетита служит его магнитность: он способен притягивать железные предметы (булавки, железные стружки). Если поднести кусочек магнетита к компасу, стрелка отклонится от направления «север – юг» и повернется к образцу. Сильная магнитность этого минерала связана с присутствием в его структуре атомов двух – и трехвалентного железа, которые способны обмениваться друг с другом электронами, создавая магнитное поле.

Чаще всего магнетит выделяется в виде сплошных черных масс. Такие образцы отличаются сильной магнитностью. На их поверхности можно обнаружить железные опилки или мелкие частицы магнетита, прилипшие к камню. Кроме того, встречаются зернистые агрегаты магнетита в сростании с другими минералами в магматических и метаморфических породах. При выветривании магнетит накапливается в россыпях.

Магнетит входит в группу шпинели, объединяющую сложные окислы двух – и трехвалентных металлов с широкими возможностями изоморфизма в катионной части. Трехвалентное железо может замещаться алюминием, хромом, ванадием, а двухвалентное – магнием, марганцем и др. Нередко в магнетите присутствует титан.

Магнетит служит одной из основных руд железа, добываемой во многих уголках планеты. В магнетите содержится 72% железа – самого востребованного современной индустрией металла. Первые упоминания о магнетите, сделанные древними греками, относятся к 800 году до н. э. Из магнетита был изготовлен первый компас. Черный песок некоторых океанских и морских пляжей состоит из магнетита.

Известно, что определенная часть магнетита, содержащегося в земной коре, имеет биологическое происхождение. Наночастицы этого минерала синтезируются бактериями *Magnetospirillum*, помогая им ориентироваться в воде как внутренний компас.

Подобные кристаллы магнетита были обнаружены в метеорите Аллан Хиллз, упавшем в Антарктиде около 13 тысяч лет назад. Возраст горной породы этого метеорита, образовавшейся на Марсе, составляет около четырех миллиардов лет. По

мнению ученых, присутствие в нем крохотных кристаллов магнетита позволяет предположить, что в определенный период геологической истории на красной планете существовала жизнь.

Магнетит широко распространен в земной коре. В России крупные месторождения известны на Урале, в Забайкалье, на Кольском полуострове, под Курском, в Казахстане – в Костанайской области (Соколовское, Сарбайское), на Украине – в Кривом Роге.



Рис. 47. Магнетит

Гематит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
Fe_2O_3	Окислы	Тригональная	5,5 - 6,5	Раковистый	Отсутствует	Металлический, полуметаллический	Вишнево-красный

Гематит широко распространен в земной коре. В переводе с греческого слово «гематит» означает «кроваво-красный» и указывает на цвет черты этого минерала. На протяжении всей истории человечества многие культуры использовали порошок гематита в качестве красителя.

Чаще всего гематит образует порошковатые массы вишнево-красного цвета. Насыщенность окраски меняется в зависимости от присутствия примесей лимонита. Помимо этого, для гематита характерны чешуйчатые агрегаты, состоящие из отдельных пластинчатых кристаллов и напоминающие слюду. Слюдоподобную разновидность гематита называют железной слюдкой.

Иногда встречаются почковидные агрегаты гематита, сложенные отдельными сферолитами, состоящими из тончайших кристаллов. Поверхность агрегатов блестит, словно отполированная. Такие выделения называют «стеклянной головой». К одной из самых необычных форм выделения гематита, безусловно, принадлежат так называемые железные розы. Эти сростки пластинчатых кристаллов получили свое название за сходство с лепестками розы.

При окислении магнетита ($Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$) в коре выветривания двухвалентное железо переходит в трехвалентное, то есть образуется гематит ($Fe^{3+}_2O_3$). В отличие от магнетита у гематита отсутствует магнитность. Гематит образуется в условиях повышенной температуры и давления при дегидратации бурых железняков [$Fe(OH)_3$].

Является ценной железной рудой с содержанием железа до 70%.

Черная металлургия – не единственная сфера применения гематита, этот минерал используется также в искусстве и ювелирном деле, отдельные образцы этого минерала используются на изготовление недорогих украшений.



Красная землистая разновидность гематита служит мягким абразивом для полировки камня и других минералов.

Землистые, рассыпчатые разновидности гематита используются как красный пигмент для красок.

Рис. 48. Гематит

Пирролюзит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
MnO_2	Окислы и гидро-окислы	Тетрагональная	5 – 6; у рыхлых агрегатов до 2	Неровный	Совершенная	Металлический, полуметаллический	Черный

Название «пиролюзит» образовано от греческих слов «пирос» (огонь) и «люзиос» (уничтожать). В свое время этот минерал использовался в стекловаренном деле для устранения зеленого оттенка стекла, появлявшегося из-за примеси железа.

Наиболее характерной для пиролюзита формой выделения являются черные порошковатые массы, сплошные и скрытокристаллические агрегаты. Такой пиролюзит не слишком привлекателен, но очень важен как руда марганца. Намного красивее дендриты пиролюзита, представляющие собой скелетные кристаллы черного цвета, эффектно выделяющиеся на фоне светлых вмещающих пород, например, известняков или песчаников. Дендриты образуют причудливый узор, напоминая веточки мха или каких-то других растений.

Кристаллы пиролюзита встречаются редко и имеют игольчатую форму. Твердость 5 -6 по шкале Мооса характерна для кристаллов, тогда как у рыхлых, землистых агрегатов она может быть существенно ниже, вплоть до 2. Пиролюзит представляет собой окисел марганца и широко распространен в зоне окисления. Развивается пиролюзит за счет других минералов марганца под воздействием выветривания. В ассоциации с ним нередко встречается манганит ($MnO(OH)$). Массивные агрегаты окислов и гидроокислов марганца называют псиломеланом ($BaMn^{+2}Mn_9^{+7}O_{20} \times 3H_2O$).

Пиролюзит также может иметь биогенное происхождение. В месторождениях марганца обитают бактерии, окисляющие этот металл и способствующие образованию пиролюзита. Биогенное происхождение имеют железо-марганцевые конкреции, широко распространенные на дне океана.

Пиролюзит и псиломелан – руды для добычи марганца, содержание Mn в пиролюзите составляет 63,2%. Другие соединения марганца применяются в качестве микроудобрений в сельском хозяйстве. Марганец необходим всем растениям. Среднее содержание Mn в растении составляет 10 мг/кг массы. Основное количество его локализовано в листьях и хлоропластах. Особенно требовательны к достаточному содержанию Mn в почве злаки, свёкла, кормовые корнеплоды, картофель.

С урожаем различных культур с одного гектара пашни выносятся 1-4,5 кг Mn.

Растения используют только двухвалентные соединения Mn, которые не полностью обеспечивают потребности растений.

Корневой системе растений приходится усваивать более устойчивые, менее растворимые формы марганца.



Рис. 49. Дендриты окислов марганца

Корунд

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
Al_2O_3	Окислы	Тригональная	9	Неровный	Отсутствует	Стекланный	Белый

Название корунда по одной из версий образовано от индийского слова «каурунтака», которым на хинди обозначали этот минерал. Согласно другим источникам в основе названия лежит санскритское слово «курувинда» (рубин).

Корунд имеет магматическое и контактово-мета-соматическое происхождение. Образует кристаллы бочонкообразной и веретенообразной формы в пегматитовых жилах, гнейсах, кристаллических сланцах и других породах. Кроме того, корунд может встречаться в виде зернистых масс, называемых наждаком. Корунд имеет твердость, равную 9, уступая лишь алмазу. В зависимости от условий образования один и тот же минерал имеет разный цвет. Цвет зависит от присутствия примеси в его кристаллической структуре. Чаще всего Al^{3+} изомерно замещается Cr^{3+} , Fe^{3+} , V^{3+} , Ti^{3+} . Корунду разного цвета даны собственные названия. Красный корунд назван «рубином», синий – «сапфиром», бесцветный – «лейкосапфиром», желтый – «восточным топазом», зеленый – «восточным изумрудом».

Корунд широко используется в разных отраслях промышленности. Из за высокой твердости успешно применяется в качестве абразивного материала. Мелкие кристаллы корунда используются в качестве подшипников для высокоточного оборудования, а также абразивного материала.



Рис. 50. Корунд

В настоящее время корунд получают искусственным путем при плавлении боксита в электрической печи. Искусственные рубины и сапфиры получают плавлением и раскристаллизацией глинозема в кислородно-водородном пламени.

5. Карбонаты: кальцит, доломит, магнетит, сидерит

Кальцит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$CaCO_3$	Карбонаты	Тригональная	3 - 4	Ступенчатый	Совершенная	Стеклянный	Белый

Кальцит является образующим минералом осадочных пород и продуктом отложений и рекристаллизации в кавернах.

В пещерах кальцит принимает форму сталактитов и сталагмитов, а также пизолитов – необычных шаровидных наростов кальцита и арагонита, получивших за свой внешний вид название «жемчуг каверны». Кальцит хорошо кристаллизуется в трещинах и пустотах известняковых пород, образуя жеоды и друзы. Кристаллы кальцита широко распространены и часто достигают внушительных размеров. Форма их может быть различной, но чаще встречаются простые ромбоэдры, нередко плоской формы, с изогнутыми гранями, придающими кристаллу чечевицеобразные очертания. Не менее часто попадаются ромбоэдрические кристаллы и призмы. Бумажным шпатом называют плоские и чрезвычайно тонкие кристаллы, нарастающие друг на друга и напоминающие мятый лист бумаги.

Нередко кристаллы кальцита образуют двойники, похожие на крылья бабочек, за что они и получили название «бабочки». Сам по себе кальцит – минерал бесцветный и прозрачный, однако он легко приобретает различные цвета из-за примесей. Самые распространенные тона – желтый, белый и коричневый. Встречаются образцы зеленого, синего, розового, красного и даже оранжевого цвета.

В России известны залежи мрамора на Урале и в Забайкалье. Кальцит в виде мела добывают в Донбассе. Кальцит является составной частью многих осадочных и метаморфических горных пород. Известняки применяются в строительстве для получения извести и портландцемента, в химической промышленности – для получения соды, едкого натрия.

В сельском хозяйстве кальцит применяется для известкования болотных и подзолистых почв, поэтому CaCO_3 получил название «известь».

CaCO_3 практически не растворим в воде, но в воде, содержащей угольную кислоту, растворимость его значительно увеличивается. При внесении в почву CaCO_3 под влиянием CO_2 , находящегося в почвенном растворе, постепенно превращается в растворимый бикарбонат Ca . Бикарбонат кальция диссоциирует на ионы Ca^{2+} и 2HCO_3^- и частично подвергается гидролизу. В почвенном растворе повышается концентрация ионов Ca^{2+} и OH^- . Катионы кальция Ca^{2+} вытесняют ионы водорода из почвенно-поглощающего комплекса, а кислотность почвы – нейтрализуется.



Рис. 51. Кальцит

Большинство культурных растений и почвенных микроорганизмов лучше развиваются при слабокислой или нейтральной реакции (рН 6-7), щелочная и сильно кислая реакции оказывает на них отрицательное действие.

Доломит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Карбонаты	Тригональная	3,5 - 4	Раковистый	Совершенная	Стеклообразный, перламутровый	Белый

Доломит – один из самых часто встречающихся минералов из класса карбонатов. Он типичен для морских и континентальных осадочных пород. Для его образования нужны кальций и магний – химические элементы, широко распространенные в земной коре. Нередко мощность доломитовых слоев достигает несколько сотен метров.

Самые крупные залежи доломита образованы осадочным путем. Иногда он формируется в результате гидротермальных процессов, а также при метасоматическом замещении кальция магнием. Большая часть доломита сформировалась на Земле многие миллионы лет назад в докембрии и пермском периоде. Доломитовые породы этого возраста известны на пяти континентах. При этом современный процесс образования доломита отмечен лишь на озере Балхаш (Казахстан). Чаще всего доломит слагает компактные массы или ромбоэдрические кристаллы белого, розоватого, желтоватого цвета.

Отличить доломит от других карбонатов непросто. Он часто ассоциирует с кальцитом, обладающим сходными диагностическими признаками, прежде всего ромбоэдрическим обликом кристаллов. В полевых условиях для определения этих минералов обычно используют соляную кислоту. Кусочек минерала размером со спичечную головку кладут на стекло и капают на него HCl. Кальцит бурно «вскипает» в холодной кислоте с выделением углекислого газа, тогда как доломит реагирует очень медленно, а растворяется только при нагревании. Доломитом называют как минерал, так и состоящую из него осадочную породу. Применяется для получения гидравлической извести и производства огнеупорных материалов. Используется в металлургии и химической промышленности для получения металлического магния и его солей.

В сельском хозяйстве используется как удобрение для известкования кислых почв. Доломитовая мука представляет собой сыпучую массу тонкого механического состава, на 98% состоит из частиц менее 0,25 мм. Иногда в ней попадаются куски твердой породы, которые перед внесением в почву отсеивают. Доломитовая мука – очень ценное известковое удобрение, которое, кроме кальция, содержит и магний.



Доломитовая пыль является отходом, которая получается при обжиге доломита. Доломитовая пыль не требует размола, но при высеве сеялкой отсеивают предварительно крупные и твердые частицы. Действие его на урожай бобовых культур, корнеплодов, льна, картофеля, выше, чем известковых удобрений, благодаря содержанию магния.

Рис. 52. Доломит

Магнезит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
MgCO ₃	Карбонаты	Тригональная	4,5	Раковистый	Весьма совершен-	Стекло-лянный	Белый

Магнезит является карбонатом магния. Назван в честь области Магнесия (Фессалия, Греция), где был впервые обнаружен. Чаще всего скопления магнезита встречаются в осадочных соленосных породах, а также при изменении магматических ультраосновных горных пород. Кристаллический магнезит часто содержит черные прожилки, вкрапления и похож на мрамор.

Основной формой выделения магнезита являются компактные и непрозрачные беловато-серые или желтоватые массы микрокристаллов, похожие внешне на фарфор.

Кристаллы магнезита могут быть бесцветными и прозрачными (в чистом минерале) или желтоватыми, желтовато-бурыми и полупрозрачными – при наличии в нем примесей, например, железа, марганца и кальция, частично заменяющих магний. В ультрафиолетовом свете кристаллы магнезита испускают яркое зеленовато-белое или синевато-белое свечение.

Прозрачные ромбоэдрические кристаллы магнезита легко спутать с кристаллами кальцита. Самым простым и надежным методом их идентификации является проверка соляной кислотой: если при попадании разведенной кислоты на образец начинается вскипание, то это кальцит. Магнезит вскипает при действии горячей соляной кислоты.



Рис. 53. Магнезит

Применяется для изготовления огнеупорных кирпичей, точильных кругов. Из магнезита получают металлический магний и соли магния. Первый используется в металлургической промышленности и идет на изготовление легких сплавов, востребуемых в аэрокосмической отрасли, кроме того, магний используется в фармацевтической, резиновой и бумажной промышленности.

Сидерит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
FeCO ₃	Карбонаты	Тригональная	3,5-4,5	Зернистый	Совершенная по ромбоэдру	От стеклянного до перламутрового	Белый, у измененных разновидностей - бурый

Название «сидерит», данное этому минералу в 1845 году, происходит от греческого *sideros* – «железо» и указывает на высокое содержание этого металла в составе сидерита. Для кристаллов сидерита характерны коричневые, зеленоватые, красноватые и желтоватые цвета. В некоторых случаях грани призмы дают красивые отблески, называемые иризацией, обусловленные присутствием микрокристалликов оксида железа (гётита), образованного под действием окружающей среды. В большинстве своем кристаллы сидерита прозрачны, реже встречаются непрозрачные образцы.

Образование сидерита связано с осадочными, средне- и низкотемпературными гидротермальными процессами. Этот минерал часто залегает в осадочных слоях, изобилующих илами и углем, что указывает на его происхождение в условиях нехватки кислорода и низкой кислотности. Сидерит гидротермального происхождения заполняет гидротермальные жилы в магматических, метаморфических и осадочных породах.

Различные формы выделения и присутствие в химическом составе сидерита элементов, относящихся к примесям, позволили установить несколько его разновидностей.

Говоря о разновидностях сидерита, отображающих изменения в химическом составе минерала, нельзя не упомянуть кальциевый сидерит (его иногда называют сидеродот, 20% состава которого приходится на карбонат кальция). Кроме того, сидерит образуется в ассоциации с другими минералами, ошибочно называемыми сидеритами: халькосидеритом (водным фосфатом меди и железа) и цинковым сидеритом (смитсонитом — карбонатом цинка). Среди разновидностей, установленных по внешним признакам, выделяется сферосидерит (сидеритовые конкреции более или менее округлой формы, обычно со значительной примесью глинистого или алевроитового вещества) и коллоидный сидерит (натечные образования, формирующиеся в осадочном процессе из коллоидных растворов). В почвах сидерит образуется при длительном и постоянном избыточном увлажнении или в анаэробных условиях. При отсутствии кислорода окисные формы железа переходят в закисные. ($Fe^{3+} \leftrightarrow Fe^{2+}$). Первое вещество, которое образуется при восстановлении железа, является двууглекислым железом, $Fe(HCO_3)_2$, которое способно переходить в сидерит. В отличие от



Рис. 54. Сидерит

минералов, содержащих окисное железо, сидерит имеет сизоватую, грязно-зеленоватую окраску. Часто встречается в болотных почвах.

6. Сульфаты: гипс, ангидрит

Гипс

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	Сульфаты	Моноклинная	2	Раковистый	Весьма совершенная	Стеклообразный и шелковистый	Белый

Старое греческое название «гипсос» относилось как к гипсу, так и к мелу, а потом закрепилось именно за минералом гипсом. Значительное содержание воды в кристаллической структуре делает гипс настолько мягким, что его можно поцарапать ногтем. Твердость гипса равна двум по относительной шкале Мооса, где этот минерал используется как один из эталонов.

Гипс выделяется в форме призматических кристаллов, достигающих значительных размеров, до нескольких метров. Часто он образует двойники в форме «ласточкиного хвоста». Кристаллы могут быть прозрачными, бесцветными или окрашенными в разные цвета. Широко известны так называемые «розы пустыни», представляющие собой агрегаты линзовидных кристаллов, содержащие мельчайшие частицы песка. Встречается гипс в форме зернистых, компактных, пластинчатых и волокнистых масс.

Образование гипса связано с испарением морской или пресной воды, богатой солями кальция. Часто встречающиеся обширные слои гипса указывают на места, где когда-то были соленые водоёмы.

Кроме того, встретить гипс можно в отложениях морских осадочных впадин, где он формируется в результате гидратации ангидрита или воздействия на мергели и известковые глины серной кислоты, образующейся при разложении пирита.

Сернистые воды, связанные с вулканическими фумаролами, также способствуют образованию этого минерала, воздействуя на известковые породы и вулканические туфы. Основные месторождения гипса находятся в прибрежных зонах внутренних морей и в глубоких эвапоритовых впадинах.

В России гипс добывают в разных регионах, в том числе в Приуралье, Дагестане, Архангельской и Нижегородской областях. Гипс используется в бумажной, химической промышленности для производства красок, в медицине.



В сельском хозяйстве используется для мелиорации солонцов и солонцеватых почв. В настоящее время гипсование является наиболее рациональным средством повышения плодородия солонцов и солонцеватых почв, имеющих высокое содержание поглощенного натрия и щелочность почвенного раствора. Гипсование позволяет резко улучшить водно-физические, химические свойства таких почв. Норму гипса устанавливают по содержанию обменного натрия, которое составляет 5-15 т/га.

Рис. 55. Гипс

Ангидрит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
CaSO ₄	Сульфаты	Ромбическая	3-3,5	Раковистый	Совершенная, средняя	Стеклянный	Белый

Свое название ангидрит получил от греческого слова «ангидрос», что значит «безводный», «лишенный воды». Именно отсутствие воды в кристаллической структуре ангидрита отличает этот минерал от содержащего воду гипса (CaSO₄ x 2H₂O).

Ангидрит выделяется в виде зернистых агрегатов, залегающих в осадочных толщах, в верхних слоях разреза ангидрит легко переходит в гипс.

В редких случаях ангидрит выделяется в виде совершенных призматических кристаллов длиной до 30 сантиметров. Такие кристаллы, в частности, находили при строительстве тоннеля Симплон в Швейцарских Альпах. У ангидрита совершенная спайность в одном направлении и средняя — в двух других. При ударе кристаллы этого сульфата разбиваются на правильные кубические выколки.

Обычно ангидрит бывает белого цвета, но в целом окраска этого минерала очень разнообразна: от голубой и сероватой до желтой, оранжеватой и фиолетовой. Попадаются бесцветные кристаллы ангидрита.

Мощные залежи ангидрита встречаются в осадочных породах различного возраста. Вместе с ангидритом залегает гипс. Обнаружить ангидрит в приповерхностных условиях можно лишь в местах с засушливым климатом, тогда как при избытке влаги он переходит в гипс. Иногда ангидрит находят в минерализованных трещинах и полостях высокогорных массивов, например, в Альпах.

Образуется ангидрит и в эвапоритовых бассейнах. В соляных месторождениях он встречается в ассоциации с галитом, сильвином, карналлитом и другими солями.

Ангидрит используется в тех же целях, что и гипс. В ангидрите более половины веса приходится на оксид серы, что позволяет использовать его для приготовления серной кислоты. Ангидрит является одним из компонентов особых видов цемента.



Рис. 56. Ангидрит

7. Фосфаты: апатит, вивианит

Апатит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	
Ca ₅ (PO ₄) ₃ x(F,Cl,OH)	Фосфаты	Гексагональная	5	Неровный, раковистый	Несовершенная	Стеклянный, жирный	

Внешне апатит похож на разные минералы, например, на оливин. За обманчивый облик получил название, происходящее от греческого слова «апате», что значит «заблуждение».

Название «апатит» применяется к нескольким минеральным видам, которые внешне очень похожи друг на друга и долгое время считались одним минералом. Среди них различают фторапатит, хлорапатит и гидроксилapatит. Разница между ними заключается в преобладании фтора, хлора или гидроксильных групп в химическом составе. Установить различия можно лишь с помощью лабораторных исследований. Между перечисленными минералами наблюдаются изоморфные ряды. Кроме того, известны карбонат-фторапатит и карбонат-гидроксилapatит, у которых часть фосфатных групп замещена карбонатными группами. Рассмотренные замещения называются изоморфизмом в анионной части.

В зависимости от условий образования апатит выделяется в различных формах. Чаще всего он входит в состав фосфоритов — осадочных пород, слагающих крупные месторождения. В фосфоритах апатит образует желваки, конкреции или мелкозернистые агрегаты. Крупные кристаллы апатита в форме шестигранных призм с вершинами в виде пирамиды встречаются в пегматитах. В нефелиновых сиенитах, например, в Хибинском щелочном массиве (Кольский полуостров) апатит слагает зернистые, сахаровидные массы.

Окраска апатита может быть очень разнообразной. Наиболее характерным для этого минерала цветом является светло-зеленый или голубовато-зеленый. Также известен бесцветный прозрачный апатит, белый, желтый, голубой, фиолетовый, розовый. Цвет зависит от химического состава образца, который может сильно варьировать.

Апатит служит сырьем для производства фосфорных удобрений, фосфора и фосфорной кислоты. Кристалл апатита отличается высокой прочностью, но удаление фтора химическим или термохимическим путем разрушает строение кристаллической решетки апатита.

При действии на тонко измельченное сырье, содержащее фторапатит, серной кислотой, получают смесь монофосфата кальция и безводного сульфата кальция, фтористый водород улетучивается и улавливается. Из апатитового концентрата производят суперфосфат с содержанием не менее 19% доступного фосфора.



Рис. 57. Апатит

Вивианит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Фосфаты	Моноклинная	1,5-2	Весьма совершенная в одном направлении	Стекланный, перламутровый	Бесцветный, голубой, синий, бурый

Водный фосфат железа встречается по всему миру, в том числе в России и на Украине. Как вторичный минерал, вивианит наиболее типичен для осадочных месторождений железа, богатых фосфором. В болотных железных рудах, залегающих в торфяниках, он образует землистые массы.

Для вивианита очень характерны шестоватые и призматические кристаллы. Зачастую они образуют лучистые или почковидные агрегаты.

Если расколоть или поцарапать вивианит, скол или царапина будут бесцветными или чуть беловатыми. Затем они быстро приобретут сначала голубой, а потом темно-синий или зелено-голубой цвет, и, в конце концов, станут практически черными. Эта особенность вивианита объясняется тем, что минерал образуется в отсутствие кислорода. При контакте с воздухом, содержащееся в вивианите, двухвалентное железо начинает окисляться до трехвалентного, что влечет за собой изменение цвета.

Еще одна интересная особенность этого минерала состоит в том, что он участвует в процессе окаменения костей и зубов крупных доисторических животных. Вивианит постепенно замещает органическую материю, пока весь скелет не станет вивианитовым, сохраняя первоначальную форму и структуру, но меняя цвет на голубой. Палеонтологи называют такие окаменелости одонтолитом или «зубным камнем». В 1877 году в Штутгарте обнаружили окаменелого птерозавра — летающую рептилию эпохи динозавров. Его скелет был абсолютно голубым: он полностью состоял из вивианита. Вивианит используется для производства синей краски.



Рис. 58. Вивианит

В сельском хозяйстве используется как ценное удобрение, содержащее два элемента питания, железо и фосфор, в чистом виде, без какой – либо химической переработки. Поэтому использование вивианита в качестве удобрения имеет большое практическое значение.

8. Силикаты: топаз, оливин, роговая обманка, мусковит, тальк, альбит, ортоклаз, микроклин, лабрадор, анальцим

Топаз

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$Al_2SiO_4F_2$	Силикаты	Ромбическая	8	Раковистый	Совершенная в одном направлении	Стеклообразный или алмазный	Белый

Одно из основных свойств топаза — его высокая твердость (8 по шкале Мооса). Топаз окрашен в светлые тона желтого, оранжевого, розового, красного, зеленого, фиолетового или голубого цвета. В форме аморфных масс и зернистых агрегатов топаз похож на кварц, от которого отличается большей твердостью и наличием спайности.

Для образования топаза необходим фтор. Повышенные концентрации этого химического элемента наблюдаются в пегматитах и кислых вулканических породах (риолитах). Самые крупные кристаллы вырастают в пегматитовых полостях, где ничто не мешает их росту. В топазах из гидротермальных жил часть фтора замещается гидроксильными группами.

Кристаллическая структура топаза интересна тем, что является переходной между кубической плотнейшей упаковкой атомов и гексагональной. Этим объясняется твердость и высокая плотность топаза. В старые времена уральские мастера называли топаз «тяжеловесом», подчеркивая тем самым, что он тяжелее похожего на него кварца.

Топаз используется в основном в ювелирном деле. Кристаллы топаза прозрачны и полупрозрачны. В зависимости от степени прозрачности получают разную огранку.

Одна из наиболее ценных — является топаз синего цвета. Такие минералы в природе встречаются крайне редко. В 1964 году на Украине было найдено несколько образцов голубого цвета, весом более 100 кг каждый.



Рис. 59. Топаз

Оливин

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
(Mg, Fe) ₂ SiO ₄	Силикаты (островной силикат)	Ромбическая	6,5	Раковистый	Совершенная	Стекланный	Белый

Группа оливина объединяет четыре минеральных вида с общей формулой A₂SiO₄, где A=Fe, Mg, Mn, Ni. В природе наиболее широко распространены магнезиально-железистые представители группы: форстерит (Mg₂SiO₄) и фаялит (Fe₂SiO₄). Между ними существует непрерывный изоморфный ряд. К менее распространенным минеральным видам этой группы относятся тефроит (Mn₂SiO₄) и либенбергит (Ni₂SiO₄).

Минералы группы оливина образуются в ультраосновных и основных магматических породах, отличающихся высоким содержанием магния и пониженным содержанием кремнезема. Оливин входит в состав таких горных пород, как оливиниты, перидотиты, дуниты, слагающие крупные интрузивные массивы. Магнезиальный оливин (форстерит) никогда не встречается совместно с кварцем, поскольку в этом случае вместо оливина кристаллизуется пироксен (энстатит). Кроме того, оливин образуется при контактовом метаморфизме доломитов и известняков. Оливин при выветривании разрушается до карбоната и опала. Светло – зеленая разновидность оливина используется в ювелирном деле не менее 4-х тысяч лет.



Рис. 60. Оливин

В сельском хозяйстве иногда используется в качестве магнезиального удобрения, так как в его состав входит магний.

Роговая обманка

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
Ca ₂ (Mg, Fe, Al) ₅ x(Al, Si) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Силикаты (цепочечные силикаты)	Моноклинная	5-6	Неровный	Совершенная	От стекланный до воскового	От коричневого до серого

Термин «роговая обманка» представляет собой дословный перевод слова *hornblende*, которым этот минерал называли немецкие горняки.

Роговая обманка часто встречается в метаморфических и магматических породах. В большинстве случаев она выделяется в виде рассыпанных по матрице зерен, волокнистых масс и аморфных кристаллов. Хорошо развитые кристаллы роговой обманки встречаются редко и невелики, но некоторые из них могут достигать длины более метра и почти тридцати сантиметровой ширины. Для них характерна призматическая, относительно плоская гексагонального вида форма с вершиной из двух граней.

Под «роговой обманкой» подразумевается не один, а два минералогических вида: железистая и магнезиальная роговые обманки, стоящие на двух концах изо-

морфной серии и способные обмениваться между собой атомами железа и магния, давая промежуточные составы. Различить эти два вида невооруженным глазом и с использованием простейших техник довольно сложно, поэтому их объединяют под общим названием.

Роговая обманка входит в обширнейшую группу амфиболов, которую образуют 86 сходных между собой минералов. Различить их без использования сложного оборудования, например, электронного микроскопа, невозможно. Роговая обманка – один из основных породообразующих минералов, указывающих на определенные процессы формирования горных пород. Роговая обманка является породообразующим минералом магматических горных пород: гранитов, диоритов, сионитов, габбро и метаморфических: гнейсов и сланцев.



При выветривании роговая обманка разрушается, образуя карбонаты, лимонит, опал. Используется в ювелирном деле.

Рис. 61. Роговая обманка

Мусковит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$KAl_2(AlSi_3O_{10})x(OH)_2$	Силикаты (слоистый силикат)	Моноклинная	2,5-3	Минерал эластичен	Весьма совершенная	Стекланный, перламутровый	Белый

В старину в окна домов вставляли большие пластины слюды, пока не получило распространение оконное стекло. Под наименованием «московского стекла» слюду вывозили из Москвы в Европу. Отсюда и происходит название «мусковит», данное этому минералу американским минералогом Джеймсом Дана в 1850 году.

Для мусковита характерны таблитчатые кристаллы с псевдогексагональным или ромбовидным сечением. Этот минерал также часто встречается в виде листоватых и чешуйчатых масс. У мусковита запоминающийся облик, его сложно спутать с другими минералами. Сложности в диагностике могут возникнуть лишь в отношении других распространенных слюд. В отличие от черного биотита, мусковит в тончайших пластинах бесцветен, а его кристаллы и агрегаты окрашены в сероватый, желтоватый или зеленоватый цвет. Хромсодержащая разновидность мусковита, фуксит, имеет ярко-зеленую окраску.

Мусковит относится к слоистым силикатам. В его структуре присутствуют пакеты из двух слоев кремнекислородных тетраэдров, между которыми располагаются атомы калия, алюминия и гидроксильные группы. Между соседними пакетами связи слабые, поэтому мусковит легко разделяется на отдельные пластины, проявляя весьма совершенную спайность.

Мусковит служит источником калийного питания растений. По мере перехода мусковита в гидрослюды, подвижность и доступность калия увеличивается.

Мусковит, подвергаясь химическому выветриванию, превращается в гидрослю-

ду, иллит. По химическому составу иллит является промежуточным минералом между мусковитом и каолинитом. По сравнению с мусковитом содержание в нем калия уменьшается, но содержание воды увеличивается, снижается твердость до 1-2. Иллит имеет светло – коричневый или зеленоватый цвет. Образует землистые массы, входит в состав глинистых минералов. Часто встречается в почвах.



Используется как сырье для огнеупоров. В сельском хозяйстве используется как калийное удобрение.

Рис. 62. Мусковит

Тальк

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	Силикаты (слоистый силикат)	Моноклинная, триклинная	1	Неровный	Весьма совершенная	Жирный, восковой, перламутровый	Белый

Этот слоистый силикат обычно выделяется в виде листоватых, чешуйчатых и плотных масс. Крайне редко встречаются таблитчатые кристаллы талька, что объясняется низкой твердостью этого минерала. Они нарастают на вмещающую породу в полостях и трещинах, где достаточно места для кристаллизации тонких небольших табличек. Цвет талька может быть белым, зеленым, желтым и даже почти черным. Тальк всегда мягкий и жирный на ощупь. Отдельные листочки этого минерала гибкие, но не упругие.

Тальк – очень распространенный минерал. В некоторых месторождениях он образует псевдоморфозы по другим минералам, в частности по магнезиальным пироксенам, оливину, амфиболам и др. Внешний вид псевдоморфоз полностью соответствует облику кристаллов исходных минералов, но по химическому составу и кристаллической структуре они являются тальком – мягким минералом, легко царапающимся ногтем.

Кристаллизация талька происходит в различных геологических обстановках. Тальк формируется при контактово-метасоматическом изменении доломитов – карбонатных пород, богатых магнием. Именно из них сегодня добывается большая часть талька для промышленных нужд.

Из серпентинитов, развившихся по ультраосновным магматическим породам, добывается около 20% поступающего в продажу талька. Этот тальк отличается сероватым, зеленым или желтым цветом, обусловленным наличием примесей.

В кремниевых породах тальк кристаллизуется в результате циркуляции гидротермальных вод, богатых магнием. Сегодня из них добывается около 10 % талька.

Осадочные породы, богатые магнием и подвергшиеся гидротермальным изменениям, содержат очень крупные залежи талька со множеством примесей. Тальк широко используется в различных отраслях промышленности.

В сельском хозяйстве применяются ядовитые порошки и препараты против вредителей сельскохозяйственных культур, в состав которых входит тальк. Тальк не растворяется в кислотах, является химически нейтральным и служит термо- и электроизолятором. Благодаря этим свойствам используется для изготовления электрокомпонентов, оплетки кабелей и изолирующих элементов реле. Входит в состав лабораторной посуды. Используется в косметической промышленности.



Рис.63. Тальк



Рис. 64. Кристаллы пирита на тальке

Альбит

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Силикаты (каркасный алюмосиликат)	Триклинная	6-6,5	Раковистый	Совершенная	Стеклообразный	Белый

В магматических породах широко распространены друзы, мелкозернистые агрегаты альбита и его сростки с кварцем, мусковитом и ортоклазом. Название альбита происходит от латинского слова «альбус», что означает «белый», указывает на типичный цвет этого минерала. Альбит может быть окрашен в разные тона от серого и зеленоватого до желтоватого, оранжеватого и даже коричневого. Нередко попадаются прозрачные бесцветные кристаллы.

В природе альбит чаще всего встречается в виде зернистых агрегатов и сростков с другими минералами кислых и щелочных магматических пород.

Для альбита очень характерно образование полисинтетических двойников. Внешне агрегат таких двойников выглядит как единый кристалл со штриховкой на гранях. На самом деле эта штриховка является плоскостями двойникования, по которым сростаются отдельные индивиды, ориентированные в разных направлениях.



Альбит относится к плагиоклазам. Встретить плагиоклазы можно в самых разных горных породах – от магматических и метаморфических до осадочных. Эти минералы распространены очень широко.



Рис. 65. Альбит

По химическому составу все плагиоклазы образуют непрерывный изоморфный ряд. Крайними членами этого ряда являются альбит (натриевый плагиоклаз) и, с другой стороны, анортит (кальциевый плагиоклаз, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). По сравнению с анортитом в альбите выше содержание кремнезёма, поэтому его называют кислым плагиоклазом, тогда как анортит является основным плагиоклазом. К другим представителям изоморфного ряда плагиоклазов относятся олигоклаз, андезин, лабрадор и битовнит.

Их химический состав принято обозначать номерами, соответствующими процентному содержанию анортитовой молекулы. Альбит содержит 0-10% анортитовой молекулы, лабрадор -50-70%.

Альбит применяется в стекольной и керамической промышленности. Применение альбита в промышленности связано в основном с изготовлением тонкой ке-

рамики и термостойких материалов. Спрос на сырье из полевых шпатов в последние годы значительно вырос. Химически стабильный, достаточно чистый и нейтральный альбит идеально подходит для промышленного использования. В отличие от других полевых шпатов альбит мало подвержен выветриванию. Его особые свойства помогают улучшить качество бетона при замешивании и схватывании массы.



Рис. 66. Анортит

Ортоклаз

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$KAlSi_3O_8$	Силикаты (тектосиликаты)	Моноклинная	6	Неровный	Совершенная	Стеклообразный	Белый

Название «ортоклаз» происходит от греческих слов «ortho» и «klasis», означающих соответственно «ровный» и «спайность», и указывает на совершенную спайность минерала.

Минерал часто встречается в различных гранитных и жильных породах, где представлен в форме округлых зерен или агрегатов хорошо сформировавшихся кристаллов. При кристаллизации ортоклаз образует форму столбчатых призм, нередко достигающих большого размера и веса в несколько тонн. Также встречаются двойники (геометрические агрегаты), из которых наиболее распространены призматические кристаллы.



Характерный цвет ортоклаза — розово-красный, однако встречаются белые, серые, розовые, желтые и синие экземпляры. Ортоклаз чаще всего встречается в гранитах, гнейсах и пегматитах, в которых его кристаллы могут достигать длины более 1 метра. В гранитах минерал присутствует в виде белых зерен.

При выветривании ортоклаз переходит в глинные минералы (каолинит и др.)

В настоящее время ортоклаз наряду с каолином и кварцем используется в производстве фарфора, начиная от домашней посуды и заканчивая электрической изоляцией, стоматологическими смесями, специальными стеклами и керамическими эмалями

Рис. 67. Ортоклаз

Микроклин

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$KAlSi_3O_8$	Силикаты (каркасный алюмосиликат)	Триклинная	6-6,5	Раковистый	Совершенная	Стеклообразный, перламутровый	Белый

Название «микроклин» было дано этому минералу И. А. Брейтгауптом в 1830 году, а его детальное описание сделал А. Деклуазо в 1876-м.

Термин «микроклин» образован от греческих слов: «микрос» (маленький) и «клино» (наклонять) — и означает «малое отклонение», поскольку угол между плоскостями спайности микроклина близок к прямому, отклоняясь от него лишь на 20'.

Микроклин является одним из главных породообразующих минералов. Он широко распространен в большинстве кислых и щелочных интрузивных, а также в производных от них метаморфических породах. Выделяется микроклин в виде отдельных кристаллов и их сростков.

Отдельные кристаллы микроклина представляют собой призмы с прямоугольным сечением. Образцы из пегматитов могут быть очень крупными. Обычно большие кристаллы непрозрачны, тогда как мелкие могут быть полупрозрачными.

Свежие образцы микроклина обладают стекляннм блеском, но при выветривании он меняется на матовый. Цвет микроклина зависит от его химического состава. Примеси, часто присутствующие в кристаллах, придают микроклину огромное разнообразие оттенков: от белого, сероватого, желтого и розового до зеленого, красного и коричневого. В некоторых образцах микроклина заметно зональное распределение окраски: светлые полосы чередуются с более темными. Микроклин – используется в стеклянной, фарфоровой и керамической промышленности, особенно в производстве эмалей.



Рис. 68. Микроклин

В фарфоровой промышленности микроклин необходим для производства фарфоровой массы и пигментов, добавляемых в эмаль. При изготовлении фарфора микроклин плавят при температуре, равной 1100-1200 °С.

В полученный расплав добавляют кварц и глинистые материалы, температура плавления которых выше 1600-1800 °С.

Микроклин и ортоклаз служат источниками калийного питания растений. Однако калий в них находится в труднодоступной форме и усваивается растениями лишь в случае измельчения до размера менее 0,001 мм.

Лабрадор

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$(Ca, Na)_x (Si, Al)_4O_8$	Силикаты (каркасный алюмосиликат)	Триклинная	6-6,5	Раковистый	Совершенная	Стекланный, перламутровый	Белый

Красота лабрадора связана с иризацией – радужной игрой света на плоскостях его спайности. На первый взгляд, образец выглядит серым, но стоит его немного повернуть, как изнутри появляются яркие синие, желтовато-зеленые или красноватые отблески.

Этот минерал был открыт в 1770 году на полуострове Лабрадор (Канада) и получил название по месту находки. Лабрадор относится к группе плагиоклазов – широко распространенных алюмосиликатов, слагающих многие магматические и некоторые метаморфические горные породы.

По химическому составу плагиоклазы представляют собой непрерывный изоморфный ряд между альбитом ($NaAlSi_3O_8$) и анортитом ($CaAl_2Si_2O_8$). Отдельным минеральным видам в этом ряду присваивается номер, соответствующий процентному содержанию в нем анортитовой молекулы. Лабрадором называют плагиоклазы, на 50-70% состоящие из анортитового компонента и, соответственно, на 30-50% – из альбитового.

Цвет лабрадора обычно от темно-серого до черного. Но стоит лишь слегка повернуть образец, как на нем появляются радужные блики, называемые иризацией

или лабрадоресценцией. Лабрадор вдруг вспыхивает отблесками синего, желтого и красного цветов. Преобладают синие и голубые оттенки. Богатство цветового спектра связано со структурой конкретного образца. Помимо плоскостей совершенной спайности, располагающихся в плагиоклазах в двух направлениях под углом $86^{\circ}50'$, в лабрадоре встречаются двойники. Свет преломляется на всех внутренних плоскостях, поэтому возникает радужное сияние на поверхности минерала.

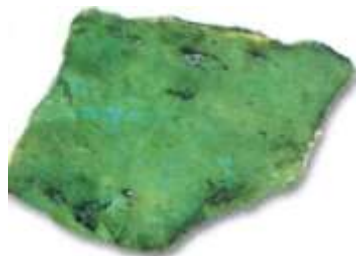


Рис. 69. Лабрадор

Хрупкость лабрадора, обусловленная совершенной спайностью и присутствием различных примесей, ограничивает его применение. В строительстве используются горные породы, состоящие из лабрадора, называемые лабрадоритом. Как облицовочный камень лабрадорит используется в масштабных архитектурных проектах. Этим породой облицован Мавзолей В.И. Ленина, возведенный на Красной площади в 1930 году.

Анальцим

Формула	Класс	Сингония	Твердость	Излом	Спайность	Блеск	Цвет черты
$\text{Na Al Si}_2\text{O}_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Силикаты (каркасный алюмосиликат)	Кубическая	5-5,5	Неровный	Отсутствует	Стеклообразный	Белый

Название «анальцим» образовано от греческого слова «анальцис», что значит «бессильный» и указывает на слабую способность этого минерала электризоваться при трении.

У анальцима кристаллы хорошо выражены и имеют форму тетрагонтриоктаэдра. Этот минерал бесцветен или окрашен в белый цвет. Иногда в окраске заметен сероватый, розоватый или зеленоватый оттенок. Окиси железа могут окрашивать анальцим в мясо-красный цвет.

В кристаллическую структуру анальцима легко входят не только молекулы воды, но и различные катионы: калий, кальций, магний и др. Свойство анальцима свободно адсорбировать катионы приводит к тому, что химический состав конкретных образцов может значительно отличаться от идеальной формулы этого минерала.

Внешне анальцим очень похож на лейцит (KAlSi_2O_6). Изометричные кристаллы лейцита и анальцима имеют аналогичную форму и зачастую одинаково окрашены. Нередко различить эти минералы удается только с помощью комплексного лабораторного анализа.

Образование анальцима связано с низкотемпературными гидротермальными процессами, завершающими образование магматических или вулканических пород. Красивые кристаллы анальцима растут в пустотах и трещинах горных пород в ассоциации с кальцитом и другими цеолитами.

Анальцим принадлежит к группе цеолитов, объединяющей разнообразные водные алюмосиликаты кальция, натрия, бария, стронция, калия и ряда других катионов. Помимо анальцима, среди самых известных цеолитов – стильбит, гейлондит, натролит и др. Каркасы их кристаллических структур состоят из алюмокремнекислородных тетраэдров, между которыми остаются каналы, способные вмещать молекулы воды и

другие компоненты. За счет этой структурной особенности цеолиты используют в качестве сорбентов и ионообменников. Анальцит получил широкое применение в промышленности лишь в последнее десятилетие. Наличие каналов в кристаллической структуре анальцита позволяет применять его в ряде химических процессов в качестве молекулярного фильтра.

Молекулы некоторых веществ способны проникать внутрь минерала, адсорбируясь из раствора, в которых они содержатся в виде примесей.

Анальцит используется в процессах отделения молекул воды из смеси углеводов, полученных из нефти.

В сельском хозяйстве используется для снижения поступления радионуклидов в культуры, выращиваемых на загрязненных почвах.

В животноводстве используется в качестве кормовой добавки в корм скота. Этот минерал уменьшает количество аммиачной воды в пищеварительном тракте животных.

В аквакультуре используется для борьбы с грибок и бактериями.



Рис. 70. Анальцит

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ИХ ПОЧВООБРАЗУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

1. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К КЛАССУ ГАЛОИДОВ

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Нефелин | 3. Галит |
| 2. Лабрадор | 4. Сильвин |

2. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОКСИДАМ МАРГАНЦА

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. Карналлит | 3. Пирролюзит |
| 2. Альбит | 4. Лимонит |

3. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К КЛАССУ СОЛИ КИСЛОРОДНЫХ КИСЛОТ

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. Магнетит | 3. Гипс |
| 2. Флюорит | 4. Апатит |

4. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЦВЕТНЫМ СИЛИКАТАМ

- | | |
|-----------|--------------------|
| 1. Корунд | 3. Авгит |
| 2. Кварц | 4. Роговые обломки |

5. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ГЛИНИСТЫМ МИНЕРАЛАМ

- | | |
|------------|-------------------|
| 1. Гематит | 3. Каолинит |
| 2. Сидерит | 4. Монтмориллонит |

6. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К АЛЮМОСИЛИКАТАМ

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Ортоклаз | 3. Халцедон |
| 2. Микроклин | 4. Оливин |

7. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 1

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Сера | 3. Магнетит |
| 2. Каинит | 4. Тальк |

8. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 2

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Пирит | 3. Кальцит |
| 2. Халцедон | 4. Гипс |

9. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 3

- | | |
|----------|------------|
| 1. Галит | 3. Лимонит |
| 2. Кварц | 4. Кальцит |

10. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 4

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Сильвин | 3. Доломит |
| 2. Халцедон | 4. Флюорит |

11. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 5

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Нефелин | 3. Вивианит |
| 2. Биотит | 4. Апатит |

12. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 6

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Опал | 3. Сидерит |
| 2. Лимонит | 4. Ортоклаз |

13. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 7.

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. Магнетит | 3. Оливин |
| 2. Доломит | 4. Кварц |

14. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 8.

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Фосфорит | 3. Мусковит |
| 2. Авгит | 4. Топаз |

15. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 9.

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Пирит | 3. Сидерит |
| 2. Магнетит | 4. Корунд |

16. МИНЕРАЛЫ С ТВЕРДОСТЬЮ, РАВНОЙ 10.

- | | |
|----------|-----------|
| 1. Кварц | 3. Корунд |
| 2. Топаз | 4. Алмаз |

17. МИНЕРАЛЫ С АЛМАЗНЫМ БЛЕСКОМ.

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Нефелин | 3. Галенит |
| 2. Фосфорит | 4. Сфалерит |

18. МИНЕРАЛЫ С СТЕКЛЯННЫМ БЛЕСКОМ.

- | | |
|------------|---------------|
| 1. Кварц | 3. Пирролюзит |
| 2. Гематит | 4. Галит |

19. МИНЕРАЛЫ С ШЕЛКОВИСТЫМ БЛЕСКОМ.

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. Каолинит | 3. Тальк |
| 2. Гипс | 4. Асбест |

20. МИНЕРАЛЫ С ПЕРЛАМУТРОВЫМ БЛЕСКОМ.

- | | |
|------------|-------------------|
| 1. Кальцит | 3. Слюда |
| 2. Сильвин | 4. Монтмориллонит |

21. МИНЕРАЛЫ С ЖИРНЫМ БЛЕСКОМ.

- | | |
|----------|------------|
| 1. Пирит | 3. Галит |
| 2. Сера | 4. Нефелин |

22. МИНЕРАЛЫ С МАТОВЫМ БЛЕСКОМ

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Оливин | 3. Доломит |
| 2. Каолинит | 4. Боксит |

23. ПРОЗРАЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Каолинит | 3. Гематит |
| 2. Мусковит | 4. Галит |

24. ПОЛУПРОЗРАЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ

- | | |
|----------|-------------|
| 1. Опал | 3. Халцедон |
| 2. Галит | 4. Биотит |

25. ПРОСВЕЧИВАЮЩИЕСЯ МИНЕРАЛЫ

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. Сидерит | 3. Микроклин |
| 2. Ортоклаз | 4. Доломит |

26. НЕПРОЗРАЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ

- | | |
|-------------|----------|
| 1. Магнетит | 3. Галит |
| 2. Мусковит | 4. Пирит |

27. МИНЕРАЛЫ С РОВНЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|------------|-----------|
| 1. Опал | 3. Оливин |
| 2. Кальцит | 4. Галит |

28. МИНЕРАЛЫ С НЕРОВНЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|----------|-------------|
| 1. Тальк | 3. Каолинит |
| 2. Кварц | 4. Нефелин |

29. МИНЕРАЛЫ С ЗАНОЗИСТЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|------------|--------------------|
| 1. Сильвин | 3. Фосфорит |
| 2. Гипс | 4. Роговая обманка |

30. МИНЕРАЛЫ С ЗЕРНИСТЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Апатит | 3. Гематит |
| 2. Сера | 4. Магнетит |

31. МИНЕРАЛЫ С РАКОВИСТЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|----------|-------------|
| 1. Галит | 3. Нефелин |
| 2. Опал | 4. Халцедон |

32. МИНЕРАЛЫ С ЗЕМЛИСТЫМ ИЗЛОМОМ

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Сильвин | 3. Каолин |
| 2. Лабрадор | 4. Лимонит |

33. МИНЕРАЛЫ С ВЕСЬМА СОВЕРШЕННОЙ СПАЙНОСТЬЮ

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Флюорит | 3. Альбит |
| 2. Биотит | 4. Мусковит |

34. МИНЕРАЛЫ С СОВЕРШЕННОЙ СПАЙНОСТЬЮ

- | | |
|--------------|----------|
| 1. Кальцит | 3. Галит |
| 2. Микроклин | 4. Кварц |

35. МИНЕРАЛЫ С СРЕДНЕЙ СПАЙНОСТЬЮ

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Халцедон | 3. Каолинит |
| 2. Авгит | 4. Ортоклаз |

36. МИНЕРАЛЫ С НЕСОВЕРШЕННОЙ СПАЙНОСТЬЮ

- | | |
|-----------|------------|
| 1. Опал | 3. Биотит |
| 2. Апатит | 4. Гематит |

37. МИНЕРАЛЫ С ПЛОТНОСТЬЮ, МЕНЬШЕЙ 2,5

- | | |
|------------------|------------|
| 1. Полевые шпаты | 3. Кальцит |
| 2. Гипс | 4. Галит |

38. МИНЕРАЛЫ С ПЛОТНОСТЬЮ, РАВНОЙ 2,5 - 4

- | | |
|------------------|------------|
| 1. Гипс | 3. Галит |
| 2. Полевые шпаты | 4. Кальцит |

39. МИНЕРАЛЫ С ПЛОТНОСТЬЮ, БОЛЬШЕЙ 4,0?

- | | |
|------------|------------------|
| 1. Кальцит | 3. Полевые шпаты |
| 2. Гематит | 4. Пирит |

40. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОКСИДАМ КРЕМНИЯ

- | | |
|------------|------------|
| 1. Лимонит | 3. Сидерит |
| 2. Кварц | 4. Опал |

41. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОКСИДАМ ЖЕЛЕЗА

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Флюорит | 3. Авгит |
| 2. Магнетит | 4. Гематит |

42. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПЕРВИЧНЫМ

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Каолинит | 3. Авгит |
| 2. Кварц | 4. Лимонит |

43. МИНЕРАЛЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ВТОРИЧНЫМ

- | | |
|-------------|------------------|
| 1. Кварц | 3. Полевые шпаты |
| 2. Каолинит | 4. Лимонит |

44. МИНЕРАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В ЧИСТОМ ВИДЕ

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Доломит | 3. Вивианит |
| 2. Галит | 4. Апатит |

45. МИНЕРАЛЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВАХ

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Биотит | 3. Вивианит |
| 2. Сидерит | 4. Фосфорит |

46. МИНЕРАЛЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ВЫПАДЕНИИ В ОСАДОК ИЗ ВОДОЕМОВ

- | | |
|--------------------|----------|
| 1. Оливин | 3. Галит |
| 2. Роговая обманка | 4. Гипс |

47. МИНЕРАЛ, ИМЕЮЩИЙ ГОРЬКО-СОЛЕННЫЙ ВКУС

- | | |
|----------|----------|
| 1. Пирит | 3. Галит |
| 2. Кварц | 4. Авгит |

48. МИНЕРАЛЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ

- | | |
|-------------|-------------------|
| 1. Гипс | 3. Монтмориллонит |
| 2. Каолинит | 4. Галит |

49. ЛЕГКО РАЗРУШАЮЩИЕСЯ МИНЕРАЛЫ

- | | |
|----------|--------------------|
| 1. Кварц | 3. Роговая обманка |
| 2. Авгит | 4. Полевые шпаты |

50. МИНЕРАЛЫ, НАИБОЛЕЕ УСТОЙЧИВЫЕ К ВЫВЕТРИВАНИЮ

- | | |
|----------|------------------|
| 1. Кварц | 3. Полевые шпаты |
| 2. Авгит | 4. Оливин |

51. Основные физические свойства минералов.

52. Группы минералов по их происхождению

53. использование графита в народном хозяйстве.

54. Основная причина использования пирита для производства серной кислоты

55. Использование медного купороса, получаемого из халькопирита, в сельском хозяйстве.

56. Металлы, получаемые из галенита.
57. Использование галита в животноводстве.
58. Использование сильвина в сельском хозяйстве
59. Почвообразующее значение кварца.
60. Основные разновидности кварца, их использование в народном хозяйстве
61. Механизм возникновения магнитности у магнетита.
62. Причина отсутствия магнитности у гематита.
63. Основные руды для получения железа.
64. Агроруда, содержания в качестве микроэлемента марганец.
65. Основное отличие кальцита от доломита.
66. Использование кальцита и доломита в сельском хозяйстве
67. Процесс образования сидерита в болотных почвах и торфяниках.
68. Использование гипса в сельском хозяйстве.
69. Условия перехода гипса в ангидрит и ангидрита в гипс.
70. Изоморфные замещения анионов в апатите.
71. Основной технологический прием при получении суперфосфата из апатита.
72. Механизм образования вивианита в болотных почвах и торфяниках.
73. Использование вивианита в сельском хозяйстве.
74. Причина высокой твердости и плотности топаза.
75. Элемент питания, образующийся при выветривании оливина.
76. Минералы, легко разрушаемые в зоне выветривания.
77. Использование роговой обманки в народном хозяйстве.
78. Элемент питания растений, образующийся в почвах при выветривании мусковита.
79. Использование талька в сельском хозяйстве.
80. Использование альбита в народном хозяйстве.
81. Минералы, образующиеся при трансформации полевых шпатов.
82. Элемент питания растений, поступающий в почву при трансформации ортоклаза и микроклина.
83. Причина широкого использования лабрадора в строительстве и архитектуре.
84. Характерная особенность цеолитов.
85. Использование цеолитов в животноводстве районов, загрязненных радионуклидами.

III. Основы учения о горных породах

Необходимо научиться отличать горные породы от минералов.

Понятия «минерал» и «горная порода» сложились в процессе становления таких наук, как минералогия и петрология, и совершенствуются по мере развития методов исследования и накопления аналитических данных. Минералом называют природное твердое тело с определенными химическим составом и кристаллической структурой. Систематикой минералов занимается Комиссия по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации (КНМНК ММА).

Горная порода представляет собой агрегат из одного или нескольких минералов, имеет более или менее постоянный химический и минеральный состав, слагает обособленные тела, сформировавшиеся в ходе определенного геологического процесса и достаточно распространенные в природе.

Современные методы позволяют исследовать химический состав и особенности кристаллической структуры минерала с очень высокой точностью. В классификации минералов учитываются особенности изоморфизма. У некоторых минералов

изоморфизм проявлен в одной структурной позиции, у других – сразу в нескольких. Если два вещества имеют одинаковую структуру, в которой идентичные позиции возглавляются разными химическими элементами, изоморфно замещающими друг друга, то их рассматривают как два самостоятельных минеральных вида. Исходя из этого принципа, нет минерала «апатит», а есть фторапатит, хлорапатит и гидроксил-апатит, поскольку среди дополнительных анионов у них преобладают фтор, хлор и гидроксильные группы соответственно.

С другой стороны, природные вещества с одинаковым составом, но имеющие отличия в структуре, следует считать разными минералами. За последние десятилетия было открыто множество новых минеральных видов только потому, что были уточнены кристаллические структуры многих ранее известных минералов.

§ 1. Генетические группы горных пород. Классификация. Минеральный состав, структура и текстура

Магматические породы

Кристаллизация магматических пород создает материал для дальнейшего формирования осадочных и метаморфических пород. Таким образом, соотношение породообразующих минералов в магматических породах определяет химический состав той основы, из которой будут образованы другие типы пород.

Химический состав магматических пород очень различен, поскольку они образуются в разных участках земной и океанической коры, для которых типичен свой состав магматических расплавов. Так, в гранитах преобладают светлые минералы, а в базальтах – темноцветные. Из различных магматических пород образуются метаморфические породы определенных типов.

Метаморфические породы

Метаморфические породы формируются из уже существующих горных пород под воздействием повышенных температур и давлений, существующих на определенных глубинах. Региональный метаморфизм затрагивает огромные территории, меняя состав, текстуру и структуру исходных пород. У большинства метаморфических пород новые минералы совпадают с породообразующими минералами исходных пород. Так, гранит (магматическая порода) и гнейс, образующийся из него в результате метаморфизма, имеют один и тот же состав: кварц, ортоклаз и слюда. Но текстуры и структуры этих пород различны.

Осадочные породы

Состав осадочных пород, образовавшихся в результате механического разрушения коренных пород под воздействием температуры, воды и ветра, зависит, прежде всего, от минералов, составлявших эти исходные породы. Песчаник, сложенный частицами гранита, будет иметь примерно такой же состав, что и гранит. Существуют и другие осадочные породы, обладающие собственным минеральным составом. Эти породы образуются в результате химических процессов. Земная кора вновь выступает в роли гигантской лаборатории. На дне моря, как в огромном резервуаре с соляным раствором, оседают различные осадки: известняки, сложенные кальцитом;

поваренная соль (галит); а также слои гипса и других минералов. Это типичные породообразующие минералы осадочных, а не магматических горных пород.

Исследование горных пород

Наука о горных породах – петрология – занимается не только описанием минерального состава пород, но и исследует условия их образования. Для этого необходимы обширные знания в области минералогии, термодинамики, геохимии, тектоники и общей геологии.

Минеральный состав

Описание горной породы начинается с определения ее минерального состава. Породообразующими называют главные минералы, обязательно входящие в состав горной породы. Например, граниты непременно содержат кварц, полевые шпаты и слюду, а мраморы состоят из одного главного минерала – кальцита. К второстепенным относят минералы, присутствующие в меньших количествах, чем породообразующие. Их наличие может указать на интересные детали в условиях образования данных пород. И, наконец, аксессуарными называют минералы, встречающиеся в малых количествах, но характерные для рассматриваемого типа пород.

Структура и текстура

В зависимости от происхождения горные породы подразделяются на три большие группы: магматические, осадочные и метаморфические. Для них характерны свои структуры и текстуры, позволяющие уверенно распределять по этим группам даже незнакомые горные породы. Например, магматические породы обычно массивные и сложены агрегатами зерен минералов, кристаллизовавшимися совместно из расплава. Для осадочных пород характерны слои. В метаморфических – всегда присутствуют признаки воздействия повышенных или высоких давлений и температур.

Химический состав

Описание горных пород не ограничивается изучением минерального состава и других внешних признаков. Для строгой классификации горной породы обязательно нужно знать ее химический состав, который, в отличие от состава минерала, может варьировать в достаточно широких пределах. Состав породы выражают не химической формулой, а процентным соотношением главных компонентов. Магматические породы делят на ультраосновные, основные, средние и кислые в зависимости от доли кремнезема (SiO_2) в их составе.

Минеральный состав горных пород изучают под микроскопом, исследуя шлифы – тончайшие срезы горных пород, приклеенные смолой к стеклу. На рисунке представлена фотография шлифа габбро, сделанная под микроскопом в скрещенных николях. На удлинённых зернах плагиоклаза хорошо видны двойники (светлые и темные полосы). Яркие изометричные зерна – это оливин.



Рис. 71. Фотография шлифа габбро

§ 2. Магматические горные породы

1. Ультракислые (жильные): пегматиты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Жильные породы	Гигантозернистая	Континентальное	Белый, розовато-кремовый

Жильные породы с гигантозернистой структурой называются пегматитами. Именно в них можно встретить огромные кристаллы: например, берилл вырастает до шести метров в длину, а кварц - до десяти метров.

Пегматиты образуются на заключительных стадиях формирования интрузивных тел, представляя собой конечный продукт кристаллизации магмы. Большинство пегматитов связано с гранитными интрузиями, но также известны щелочные пегматиты, залегающие в нефелиновых сиенитах и других породах.

По морфологии пегматитовые тела подразделяются на шлировые (круглые) и жильные. В этих телах наблюдается зональность. Внешняя зона сложена более мелкими зернами минералов, чем центральная часть, где присутствуют гигантские кристаллы. Размер зерен зависит от скорости кристаллизации: для образования крупных кристаллов температура должна понижаться медленно. Именно такие условия и возникают в центре пегматитового тела.

Классическим примером пегматитовой структуры служат сростания кварцита и калиевого полевого шпата, где каждое зерно хорошо видно невооруженным глазом. Графитовая зона располагается по краям пегматитового тела, сменяясь ближе к центру зоной, состоящей из крупных кристаллов полевого шпата. В центре располагается кварцевое ядро, а также могут находиться полости с гигантскими кристаллами размером до нескольких метров. Крупных размеров достигают кристаллы дымчатого кварца, калиевого полевого шпата, слюды, топаза, флюорита, берилла и многих других минералов.

В России знамениты пегматиты щелочных массивов Кольского полуострова и Урала. Гранитные пегматиты встречаются в Карелии, Сибири и на Волыни (Украина). Пегматиты окрашены в светлые тона, так как содержат в основном кварц и калиевый полевой шпат. Из пегматитовых полостей добывают различные драгоценные и полудрагоценные камни: топаз, турмалин, гранат, дымчатый кварц.



Рис. 72. Пегматит

Пегматиты обогащены радиоактивными элементами и обладают слабой радиоактивностью. В них может присутствовать уранинит (U_3O_8), являющийся рудой урана.

2. Кислые магматические горные породы: граниты, гранит-порфиры, пемза

Граниты

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Интрузивные породы	Кислые породы	Полнокристаллическая, среднезернистая	Континентальное	Серый, розовато-серый

Кислые магматические интрузивные породы, состоящие из кварца, калиевого полевого шпата (ортоклаз, микроклин), плагиоклаза (альбит, лабрадор, анортит) и слюды (биотит, мусковит), называются гранитами. В зависимости от соотношения породообразующих минералов граниты окрашены в серые или розоватые тона.

У гранитов среднезернистая структура. Зерна минералов хорошо раскристаллизованы, поскольку остывание расплава происходило медленно, эти породы формировались в больших магматических очагах на значительной глубине.

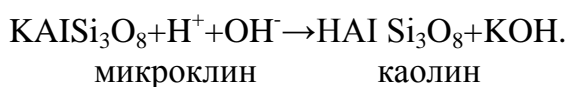
На земной поверхности граниты обнажаются в результате горообразовательных процессов и эрозии.

По трещинам в эти массивные породы легко проникает вода. При низких температурах она замерзает и расклинивает трещину, порода растрескивается. Этот процесс называется морозным выветриванием и приводит к откалыванию крупных блоков и более мелких фрагментов горных пород. Структура гранитов нарушается, в ней появляются трещины. Постепенно плотная порода становится рыхлой, из нее легко вымываются отдельные зерна кварца, образующие пески.

Входящие в состав гранитов полевые шпаты, кварц и слюда сопротивляются воздействию выветривания по-разному. Минералы, обнажающиеся на поверхности Земли, подвергаются перепадам температур и разрушающему влиянию воды и ветра. Наименее устойчивым к эрозии оказывается калиевый полевой шпат, который постепенно замещается глинистым минералом — каолином:



Рис. 73. Гранит



Гранит - порфиры

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Жильные породы	Кислые породы	Порфиоровидная, от средне- до крупнозернистой	Интрузивное	Красновато-серый

В названии гранит-порфиров отражены основные признаки этих горных пород. Во-первых, у них кислый состав, а во-вторых, порфиоровидная структура, представляющая собой сочетание крупных вкрапленников и мелкозернистой основной массы. При этом слово «порфир» происходит от греческого «порфиреос» (пурпурный): у этих пород красновато-серый цвет.

В отличие от гранитов, слагающих крупные интрузивные тела, гранит-порфиры — жильные породы, формирующиеся на небольших глубинах (не более одного километра). Гранит-порфиры заполняют трещины и разломы, сопровождающие гранитные и гранодиоритовые интрузии. Кристаллизация гранит-порфиров протекает в ограниченном пространстве, поскольку жилы со всех сторон окружены твердыми вмещающими породами. Характерная структура гранит-порфиров возникает за счет особенностей кристаллизации магмы, происходящей в два этапа. Продвигаясь к поверхности, магма на какое-то время задерживается в промежу-

точном очаге, где и образуются крупные вкрапленники. Затем стремительный подъём и быстрое охлаждение способствуют формированию мелкозернистой основной массы. Граниты, гранит-порфиры, благодаря близким физическим свойствам, имеют одинаковые сферы применения.



До изобретения бетона граниты и гранит-порфиры были самыми востребованными строительными материалами.

Кроме строительства, граниты и гранит-порфиры используют в качестве жерновов мельниц, мощения городских улиц, изготовлении памятников.

Рис. 74. Гранит – порфир

Пемза

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Вулканические породы	Кислые породы	Пористая, мелкозернистая	Континентальное	Светло-серый, желтоватый

Название пемзы происходит от латинского слова «пумекс» (пена) и указывает на пористость и губчатый вид этой горной породы. Пемза представляет собой вулканическую породу, пронизанную многочисленными порами — отверстиями, оставленными парами и газами при быстром остывании лавы. Диаметр пор варьирует от долей миллиметра до нескольких сантиметров. Подобные структуры встречаются крайне редко, поэтому пемзу сложно перепутать с другим природным веществом.

Высокая пористость не только придает пемзе губчатый вид, но и делает ее очень легкой. Куски пемзы весят так мало, что даже не тонут в воде. Пемза имеет магматическое происхождение и формируется из лавы, вырывающейся из жерла вулкана при извержениях. Внешне пемза не похожа на такие распространенные вулканические породы, как базальт или андезит. Она образуется из кислых лав, насыщенных парами и газами. Если такая лава стремительно поднимается из магматического очага к поверхности Земли, то понижение давления и остывание происходит очень быстро. Это приводит к вспениванию расплава, в результате в застывшей горной породе от пузырьков газа остаются многочисленные поры. Изверженное вещество моментально остывает в воздухе и падает на поверхность Земли уже твердым.



Легкость, прочность, устойчивость к высоким и низким температурам позволяют использовать пемзу в разных сферах и отраслях промышленности. Пемза находит применение в строительстве, архитектуре, производстве косметических средств, товаров для дома и сада, для шлифовки поверхности при реставрации памятников искусства, изготовления зубных паст.

Рис. 75. Пемза

3. Средние магматические горные породы: сиениты, андезиты, трахиты

Сиениты

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Интрузивные породы	Средние	От средне- до крупнозернистой	Континентальное	Серый, розовый, фиолетовый

Образование сиенитов происходит из магматического расплава на глубине, поэтому их относят к интрузивным породам. Кристаллизация сиенитов происходит на больших глубинах. Медленное остывание магмы привело к тому, что все породообразующие минералы в сиенитах хорошо раскристаллизованы. Как и граниты, сиениты содержат много калиевых полевых шпатов (ортоклаз, микроклин), натрий-кальциевых (лабрадор), натриевых (альбит) и таких темноцветных минералов, как роговая обманка, биотит и пироксены (авгит, диопсид). Основным отличием сиенитов от гранитов служит отсутствие кварца. Известны так называемые кварцевые сиениты, но и в них доля кварца не превышает 5%. К второстепенным минералам сиенитов относятся оливин и нефелин.

Сиениты обладают равномернозернистой структурой, но попадаются и порфировидные разновидности. Цвет этих пород варьирует от серого и зеленовато-серого до розоватого и серого с фиолетовым оттенком. Окраска зависит от присутствия тех или иных темноцветных минералов. Сиениты образуются на больших глубинах. Медленное остывание магмы привело к тому, что все породообразующие минералы сиенита хорошо раскристаллизованы. Термин «сиенит» произошел от названия египетского города Сиена (теперь Асуан).



.Рис. 76. Сиениты

Сиенит является очень популярным строительным материалом, используется для отделки стен и кровли. Кроме того, сиениты являются основным видом сырья для добычи полевых шпатов, которые используются для производства стекла, керамики, красок, лака.

Андезиты

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Вулканические породы	Средние породы	Порфировая: от мелко - до среднезернистой	Эффузивное	Темно-серый, бурый, светло-серый

В андезитах содержание кремнезема (SiO_2) составляет 53-64%, поэтому они относятся к средним вулканическим породам. Обычно у андезитов, наиболее обогащенных кремнеземом, цвет светлее.

Андезиты образуются при излиянии лавы из жерла вулкана на поверхность. Если обнаружен древний андезитовый поток, возраст которого насчитывает миллионы лет, следовательно, на определенном этапе геологической истории здесь существовал вулкан, затем потухший. При этом вулканический кратер оказывается стертym эрозионными процессами. Андезиты образуются и сегодня в зонах активной вулканической деятельности.

Для формирования андезитов необходима лава среднего состава. Сложены андезиты преимущественно зернами среднего плагиоклаза (андезин, лабрадор) и пироксенов (авгит). В меньшем количестве присутствуют слюды и роговая обманка.

У андезитов – порфировая структура, то есть минеральные зерна включены в основную массу из вулканического стекла. Раскристаллизованные вкрапленники образовались в магматическом очаге при высоких температуре и давлении. Затем условия кристаллизации резко изменились: лава излилась на поверхность, и оставшийся расплав застыл в виде стекла.



Андезиты широко используются в строительстве, а также в качестве балласта для железнодорожного полотна, при возведении дамб и волнорезов в морских портах, в архитектуре. Эта горная порода отличается многообразием цвета и бывает очень красивой: светлые кристаллы полевых шпатов выделяются на зеленоватом, сероватом или красноватом фоне основной массы.

Рис. 77. Андезиты

Трахиты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Вулканические породы	Порфировая, от мелко - до средне - зернистой	Континентальное и морское	Серый, светло-бурый

Магматические горные породы делят на интрузивные и вулканические, в зависимости от того, где кристаллизовалась магма: под землей или на поверхности в виде потоков лавы. Кроме того, породы подразделяют на кислые, средние, основные и ультраосновные по содержанию в их химическом составе кремнезема (SiO_2). Трахиты – вулканическая средняя горная порода, содержащая 55-65% SiO_2 . У трахитов порфировая структура, то есть на фоне основной мелкозернистой массы выделяются относительно крупные вкрапленники.

Трахиты состоят главным образом из калиевого полевого шпата, а также кислого плагиоклаза, кварца, небольшого количества темноцветных минералов. На фоне светлой пористой массы выделяются крупные светлые кристаллы ортоклаза и плагиоклаза, темные блестящие пластинки биотита, изредка попадаются черные кристаллы роговой обманки и легко узнаваемые кристаллы кварца. Химический и минеральный состав трахитов может варьировать вплоть до постепенного перехода к другим породам – андезитам. Как промежуточная разновидность известны трахиандезиты, сочетающие характеристики обеих пород.

Поскольку в трахитах преобладают полевые шпаты, то цвет горной породы сероватый. Иногда встречаются трахиты розоватого, желтоватого и даже чисто-белого цвета. Кроме того, известны вулканические стекла трахитового состава. Раньше трахитами называли целый ряд горных пород, отличающихся повышенной шероховатостью. Сегодня группа пород, именуемых трахитами, очень ограничена и представлена исключительно вулканическими или эффузивными аналогами сиенита – интрузивной горной породы. Большинство известных трахитов образует слои небольшой толщины в составе древних лавовых потоков, слагающих склоны вулкана. Трахиты очень прочная порода, уступающая по прочности гранитам и сиенитам, поэтому нашла применение в строительстве. Из породы изготавливают специальный кирпич: порода



измельчается, перетирается в однородный порошок, смешивается с различными добавками, затем подвергается нагреву и сушке. Из трахитов делают тротуарную плитку, лестницы, бордюры, брусчатку, отделочные панели.

Некоторые трахиты обогащены апатитом. Такую породу обрабатывают серной кислотой и получают суперфосфаты, которые используются в сельском хозяйстве, как удобрения.

Рис. 78. Трахит

4. Основные магматические горные породы: габбро, базальт

Габбро

Группа	Под-группа	Тип	Текстура	Зерно	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Интрузивные	Основные породы	Полнокристаллическая	От среднего до крупного	Морское или континентальное	Серый

Название «габбро» было дано этой горной породе еще флорентийскими каменщиками. Однако следует отметить, что так обозначалось большое количество пород темного цвета и высокой степени прочности.

Преимущественно зернистая структура габбро позволяет разглядеть невооруженным глазом кристаллы ряда его минералов. В первую очередь кальциевые плагиоклазы и пироксены, представляющие собой основные компоненты габбро. Кристаллизуются они в матрице, образованной соединением других минералов, различить которые можно только в лаборатории при помощи микроскопа.

Габбро характеризуются низким или нулевым содержанием кварца и высоким - кальциевых плагиоклазов, среди которых преобладают лабрадор и битовнит, а также содержанием пироксенов, богатых железом и магнием. Последнее позволяет отнести габбро к мафическим породам (слово «мафический» образовано путем соединения названий железа и магния: Mg+Fe). Пропорциональные изменения базового состава дают разновидности, наподобие оливинового и кварцевого габбро, каждый из которых обладает только ему присущими свойствами.

Минералогический состав габбро зависит от типа исходной магмы и скорости ее застывания. В целом, он идентичен базальту, но текстура и кристалличность габбро сильно отличаются. Причина заключается в том, что габбро является плутонической (глубинной) породой, образование которой происходит очень долго, а базальт – вулканической (излившейся) и образуется очень стремительно.

В России массивы габбро известны на Урале, Кольском полуострове, Кавказе и других местах. Габбро добывают для извлечения из породы разных элементов: Fe, Cr, Ni, Co, Pt, Cu и других. Очистка производится путем измельчения и нагрева породы.



При шлифовке породы образуется гладкая поверхность, которая ценится в архитектуре. Образующиеся гладкие поверхности имеют следующие цвета: черный, темно – зеленый, пятнистый.

Не представляющие интерес с декоративно-подделочной точки зрения разновидности габбро используют в производстве балласта для железнодорожных путей и щебня для дорожных работ

Рис. 79. Габбро

Базальты

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Вулканические породы	Основные породы	Порфировая, тонкозернистая	Эффузивное	Черный, темно-серый

По своему генезису базальты относятся к эффузивным вулканическим породам. Базальтовая магма поднимается по жерлу вулкана и изливается на поверхность в виде лавы, которая охлаждается при контакте с воздухом или водой. При подводных извержениях образуются базальты с так называемой подушечной отдельностью.

При высоких температурах базальтовые расплавы обладают низкой вязкостью и, соответственно, высокой текучестью. Такая лава может растечься на несколько десятков километров и покрыть очень большую площадь, прежде чем она успеет остыть и затвердеть. Огромные территории, покрытые базальтами, встречаются во многих точках планеты. Самые большие базальтовые покровы находятся на Колумбийском плато (США) и Деканском плоскогорье (Индия), где их мощность достигает нескольких сотен метров.

Базальты считаются основными породами, поскольку отличаются невысоким содержанием кремнезема (44-53%). Эти горные породы сложены основными плагиоклазами (анортит), содержат оливин и пироксены (авгит). В качестве аксессуарных минералов встречаются магнетит, апатит и др. Перечисленные минералы образуют относительно крупные кристаллы, которые включены в тонкозернистую или стекловатую основную массу.

Базальты используются в строительстве, архитектуре, искусстве. Базальты отличаются прочностью и одновременно простотой обработки. Из базальта строили здания, мостили улицы брусчаткой, изготавливали скульптуры (исполины острова Пасхи в Тихом океане выполнены из базальта).



Рис. 80. Базальт

В последнее время базальты стали использоваться для изготовления труб, которые отличаются повышенной термоустойчивостью. Эти трубы используют для транспортировки высококоррозионных и горячих жидкостей.

5. Ультраосновные магматические горные породы: дуниты, кимберлит

Ультраосновные породы содержат менее 40% кварца, состоят из оливина, авгита – силикатов, богатых железом, магнием и почти не содержат алюминия, щелочных металлов.

К ультраосновным породам относятся дунит, пироксениты, перидотиты. К эффузивным аналогам относятся кимберлиты. С местами залегания ультраосновных пород связаны месторождения рудных металлов (Cu, Zn, Pb, Sn), редких металлов. Однако интрузии этих пород встречаются редко.

Дуниты

Группа	Подгруппа	Тип	Текстура	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Интрузивные	Ультраосновные	Полнокристаллическая	Средне- и мелкозернистая	Континентальное	Темно-зеленый, черный

Дуниты состоят в основном из оливина с незначительной примесью авгита, магнетита и хромита.

В неизменном состоянии дуниты встречаются на больших глубинах. В условиях земной коры эти породы неустойчивы и в процессе выветривания переходят в серпентиниты (змеевики) – плотные зеленые породы.

Кимберлиты

Группа	Подгруппа	Тип	Текстура	Структура	Происхождение	Цвет
Магматические породы	Жильные	Ультраосновные	Порфировая	Крупно- и среднезернистая	Континентальное	Пепельно-серый, темно-зеленый

Кимберлиты – тяжелые породы, состоящие в основном из серпентина, оливина (более 35%) и слюды. Они заполняют жерло вулканов и трубки взрыва. Наиболее крупные трубки достигают в поперечнике 1 км. В таких кимберлитовых трубках встречаются алмазы. Образование кимберлитов связано с чрезвычайно мощными вулканическими процессами. Массы глубинной магмы поднимаются с большой скоростью (до 400 м/с) по трещинам горных пород, составляющих земную кору. Поднимаясь, магма сдавливается горными породами, создается очень высокое давление, происходит извержение, образуется невысокий конический кратер, который засыпается изверженным материалом. Магма постепенно остывает, образуя кимберлитовые трубки взрыва в форме моркови. В настоящее время в мире разрабатывают около тридцати кимберлитовых трубок, из которых добывают практически все поступающие на рынок алмазы. Несмотря на тесную связь между кимберлитами и алмазами, только один процент этих пород содержит алмазы в достаточных количествах для того, чтобы окупить их разработку.

Присутствие алмазов в массе кимберлита зависит от множества факторов, включая скорость затвердения расплавленной породы. При недостаточной скорости поднятия магмы алмазы превращаются в графит или CO_2 . Вызвано это нехваткой давления для формирования стабильной структуры алмаза. Необходимые условия складываются лишь в отдельных случаях, поэтому



кимберлиты, в которых содержание алмаза превышает 0,1 г на 1 т горной породы, считаются редкостью.

Кимберлитовая трубка «Мир» – самый большой алмазный карьер, расположенный в городе Мирный (Якутия).

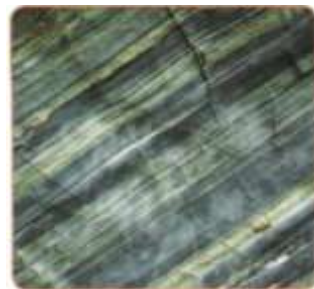


Рис. 81. Кимберлит

Рис. 82. Серпентинит

§ 3. Метаморфические горные породы: гнейсы, слюдистые сланцы, тальковые сланцы, мраморы, кварциты, амфиболиты

Гнейсы

Группа	Степень метаморфизма	Текстура	Структура	Происхождение	Цвет
Метаморфические породы	От средней до высокой	Гнейсовая	От мелко- до грубозернистой	Континентальное, морское	Серый

Характерной особенностью гнейсов служит полосчатая или гнейсовая текстура. В составе этих пород преобладает полевой шпат, сопровождаемый кварцем, биотитом, мусковитом, пироксенами и амфиболами.

По своему происхождению гнейсы подразделяются на две большие группы: парагнейсы и ортогнейсы. Парагнейсы образуются при региональном метаморфизме осадочных толщ. В этом случае сланцеватость гнейсов обусловлена слоистостью исходных пород, осевших на дне озер, рек и морей в далекие геологические эпохи.

Формирование ортогнейсов происходит при метаморфизме магматических пород (гранитов, диоритов, гранодиоритов). Полосчатая текстура возникает за счет послонного внедрения расплава при высоких давлениях.

Гнейсовая текстура свидетельствует об интенсивном метаморфизме горных пород. Исходные породы подвергались высоким давлениям и температурам, превращаясь в мягкий, текучий материал, близкий по своим свойствам к расплаву. При этом входящие в состав горных пород минералы претерпевали различные превращения. Из наиболее легкоплавких веществ образовался подвижный расплав, окружавший со всех сторон зерна тугоплавких минералов. В результате сформировались горные породы с чередованием темных и светлых, практически параллельных полос, типичных для большинства гнейсов.



Рис. 83. Гнейс

Породообразующими минералами гнейсов являются полевые шпаты, кварц и слюды, особенно биотит и мусковит. По своему составу гнейсы близки к гранитам, из которых они образуются.

В основном используются в строительстве, т.к. представляют собой твердый, тяжелый и долговечный материал. Из гнейса возводятся здания, проводят мощение улиц.

Сланцы

В сланцах отдельные удлиненные и пластинчатые зерна минералов расположены параллельно друг другу. Именно поэтому у этих горных пород проявляется такое интересное свойство, как сланцеватость - способность раскалываться на тонкие плитки параллельно одной плоскости. В зависимости от степени метаморфизма в составе сланцев преобладают разные минералы. По минеральному составу выделяют различные типы этих горных пород.

Глинистые сланцы образовались при слабом метаморфизме осадочных толщ.

Глубокометаморфизованные сланцеватые породы называют кристаллическими сланцами.

Образование кристаллических сланцев происходит при региональном метаморфизме высоких ступеней. В отличие от глинистых сланцев эти породы могут образовываться как из осадочных, так и из изверженных горных пород. Глинистые сланцы состоят из глинистых минералов (хлориты, гидрослюды), отличаются высокой твердостью и темным цветом. Образуются на низких ступенях метаморфизма.

Тальковые сланцы являются одной из разновидностей кристаллических сланцев. Эти рассыпчатые горные породы содержат много талька - самого мягкого минерала.

Слюдистые сланцы содержат значительное количество слюд (биотит, мусковит) и обогащены кварцем. Метаморфизованы при высоких температуре и давлении. Сланцы характеризуются сланцеватостью или способностью разделяться на пластины различной толщины с ровной поверхностью, кроме того, сланцы устойчивы к трению и воздействию кислот. Благодаря высокой влагостойкости, сланцы используются для кровельных работ и мощения улиц.

Глинистые сланцы

Группа	Степень метаморфизма	Структура	Происхождение	Цвет
Метаморфические породы	От низкой до высокой	Сланцеватая, криптокристаллическая	Континентальное, морское	Черный, серый



У глинистых сланцев тонкозернистая структура, отдельные зерна практически неразличимы невооруженным глазом. Слои ила и глин, превратившиеся в сланцы, накапливались на дне древних морей и озер. Со временем осадочные породы подверглись слабому метаморфизму и превратились в плотные сланцы. В составе сланцев преобладают глинистые минералы, а также в значительном количестве присутствуют кварц, мусковит, биотит и гематит. Среди акцессорных минералов, встречающихся в незначительных количествах, встречаются апатит, графит, магнетит.

Рис. 84. Глинистые сланцы

Слюдистые сланцы

Группа	Степень метаморфизма	Тип	Текстура	Происхождение	Цвет
Метаморфические	Низкая, средняя	Сланцы	Зернистая	Различное	Серый

Название «слюдистые сланцы» указывает на два основных свойства этой породы: сланцеватость и содержание слюды.

В отличие от других метаморфических горных пород со сланцеватой структурой, пластины слюдистых сланцев не слишком велики. Обусловлено это особым расположением составляющих их минералов и, в первую очередь, слюд, придающих породе особую чешуйчатую текстуру, в которой пластинки слюды под силами

сжатия образуют спрессованные складки. При пристальном рассмотрении слюдистых сланцев отчетливо виден волнистый рисунок, образованный последовательно залегающими слоями параллельных пластин слюдистых минералов.

В составе слюдистых сланцев присутствуют различные минералы. Одни из них считаются основными и содержатся во всех образцах в большом количестве, другие относятся к второстепенным, представлены слабо и присутствуют только в некоторых образцах породы.

К основным минералам относятся биотит и мусковит, которые могут залегать отдельно или совместно. К второстепенным минералам относятся гранаты, ставролит и андалузит. При значительном присутствии второстепенных минералов сланцы получают собственные названия: гранатовые, ставролитовые или андалузитовые.

Слюдистые сланцы представляют собой горную породу, образованную в результате метаморфических процессов, происходящих в осадочных горных породах (глины, песчаники). В структуре этих пород даже невооруженным глазом можно разглядеть некоторые минералы, например слюды.

Слюдистые сланцы широко распространены и давно используются человеком. Характерной особенностью этих пород является тонкая листовая структура, что позволяет разделять их на пластины. Используются до настоящего времени в качестве плит.



Рис. 85. Слюдистый сланец

Тальковые сланцы

Группа	Степень метаморфизма	Структура	Происхождение	Цвет
Метаморфические породы	От средней до высокой	Сланцевая, мелкозернистая	Континентальное	Белый, зеленый

Название «тальковый сланец» указывает на два основных свойства этой горной породы: высокое содержание талька, являющего ее главным породообразующим минералом, и сланцеватую структуру.

Тальковые сланцы можно разделять на тончайшие слои. Тальк и слюда, входящие в состав тальковых сланцев, относятся к слоистым силикатам и легко расщепляются на самые тонкие пластины. Образуются тальковые сланцы в ходе метаморфических процессов, поэтому отдельные чешуйки слюды и слои талька в них расположены параллельно друг другу. Благодаря слоистой структуре и низкой твердости (не более 2 по шкале Мооса) тальковые сланцы можно резать ножом.

Помимо талька, являющегося главным компонентом этих пород, в них содержатся и другие минералы. Соотношение второстепенных и аксессуарных минералов влияет на цвет горной породы. К таким минералам относятся магнетит, который встречается наиболее часто. В состав тальковых сланцев входят кварц, слюды, полевые шпаты.



Тальковые сланцы используются в электропромышленности в качестве изолирующих материалов. Из них делают цоколи для галогенных ламп, подставки для охлаждающих и нагревательных элементов цепи.

Мраморы

Группа	Степень метаморфизма	Структура	Происхождение	Цвет
Метаморфические породы	От низкой до высокой	Гранобластовая, микрокристаллическая	Морское	Белый, желтоватый, серый, розовый, красный, зеленый

Состоят мраморы в основном из кальцита или доломита с примесями других минералов. Кальцитовые мраморы распространены шире, чем доломитовые. Происхождение мраморов связано с преобразованием морских известковых пород (известняков или доломитов) в ходе регионального метаморфизма. Кроме того, мраморы образуются при контактовом метаморфизме.

Мраморы чисто-белого цвета встречаются очень редко. Обычно эти горные породы окрашены в сероватый, желтоватый, розовый, красный или зеленоватый цвет за счет присутствия минералов-примесей. К этим минералам относятся глины, слюды, графит и окислы железа, поэтому у мраморов неравномерная окраска — пятнистая или полосчатая. По характеру рисунка в промышленности выделяют различные типы мраморов, имеющие свои области применения.

В некоторых мраморах попадаются окаменелости животных и растений. Останки этих организмов сохранились на дне морских бассейнов в процессе формирования известняков, которые затем подверглись метаморфизму и превратились в мраморы.

Мраморы имеют невысокую твердость и плотную структуру. Эту породу легко обрабатывать. Их используют преимущественно для внутренней и наружной отделки стен, в качестве напольных покрытий. Выбор разновидности мрамора определяется ее эстетическими свойствами, пористостью, износостойкостью. При обработке мрамора готовый продукт составляет от 10 до 20% от исходного сырья, а сланцев — всего 3-4%. Следовательно, большая часть добываемого в карьерах материала уходит в отвалы.

В настоящее время созданы специальные технологии переработки и утилизации отходов от резки и шлифовки мрамора и других пород.



Рис. 87. Мрамор

Кварциты

Группа	Степень метаморфизма	Структура	Происхождение	Цвет
Метаморфические породы	От средней до высокой	Гранобластовая, тонкозернистая	Континентальное, морское	Белый, светло-серый

Название «кварцит» указывает на минеральный состав этих горных пород, содержащих более 90% кварца.

Кварциты представляют собой метаморфические горные породы, образующиеся из богатых кварцем песков или песчаников, которые сформировались при выветривании кислых магматических пород, прежде всего гранитов, содержащих много кварца. Толщи песков постепенно уплотняются и превращаются в песчаники, из которых при метаморфизме формируются кварциты. В промежутки между минеральными зернами проникают обогащенные кремнеземом растворы. Кремнезем отлага-

ется в межзерновом пространстве, цементируя отдельные зерна минералов.

Из слоев песчаника с разным химическим составом получают кварциты различных оттенков. Основным цветом этих пород является серый или белый, но также встречаются желтоватые, красноватые и темно-серые кварциты. Их окраска связана с присутствием незначительных примесей других минералов: окислов железа, полевых шпатов, биотита и даже графита.

Исходным веществом для образования кварцитов могут служить не только песчаники, но и другие горные породы. К ним относятся кремнистые породы и гейзериты, представляющие собой хемогенные отложения, а также биогенные горные породы (диатомиты и опоки).

Железистые кварциты, содержащие магнетитовые и гематитовые руды, залегают в метаморфизованных толщах, изначально сложенных химическими или биохимическими осадками.

Кварциты широко распространены в земной коре, поскольку они образуются в ходе регионального метаморфизма, затрагивающего обширные территории.

Кварциты отличаются высоким содержанием кремнезема и очень плотной структурой, поэтому они противостоят эрозии и выветриванию, конструкции кварцитов очень долговечны. Структура и твердость кварцитов осложняет обработку этого камня. Определенных плоскостей скола у него нет, поэтому трещины от удара могут идти в любом направлении. Кварциты не получили широкого распространения в строительстве.

Кварциты нашли применение в производстве стекла, керамики и огнеупорных материалов, устойчивых к воздействию кислот. Кварциты обладают низкой химической активностью, поэтому служат в качестве фильтра



для очистки пресных водоемов, рек, каналов, запруд, озер. Эти породы измельчают до размера гравия или тонкозернистого песка, который очищает воду от одноклеточных организмов и остатков органических веществ. Кварцитовый гравий используется в качестве аквариумного грунта. Эти горные породы не вступают в химические реакции и легко чистятся, их можно стерилизовать при нагревании.

Рис. 88. Кварцит

§ 4. Осадочные горные породы

1. Обломочные породы: брекчии, конгломераты, песчаники, глины, диатомиты, мергели

Брекчии

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Обломочные породы	Цементированные породы	Крупнозернистая	Континентальное	Различный

Название этих горных пород заимствовано из итальянского языка, в котором термин «брекчия» относится к обломочным породам, состоящим из крупных угловатых обломков, сцементированных тонкозернистым материалом.

В брекчии присутствуют неокатанные обломки разных горных пород. Цементом служит мелкозернистое вещество различного состава. В зависимости от проис-

хождения выделяют вулканогенные, осадочные и тектонические брекчии. В вулканической брекчии обломки эффузивных пород попадают в жидкую лаву, которая, кристаллизуясь, цементирует их. Осадочные брекчии формируются при цементации делювия (обломки горных пород на склонах гор). Тектонические брекчии располагаются в разломах земной коры, их образование связано с дроблением пород при тектонических подвижках.

Другими распространенными сцементированными обломочными породами являются конгломераты. Главным отличием конгломератов от брекчий служит степень окатанности обломочного материала. В конгломератах обломки имеют окатанную форму, а в брекчиях – угловатую. Обломочный материал, накапливающийся рядом с выходами коренных пород, не успевает окататься и из него образуются брекчии. Тогда как у обломков, переносимых на большие расстояния, все острые углы сглаживаются; этот материал входит в конгломераты.



Рис. 89. Брекчия

Конгломераты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Обломочные породы	От средне- до крупно-зернистой	Континентальное	Серый, бурый

Образование конгломератов происходит за счет накопления обломочного материала, окатанного водами рек, озер или морей, и дальнейшей его цементации.

Галька и более мелкие частицы, слагающие конгломераты, представляют собой фрагменты ранее сформированных пород, которые подверглись эрозии и были перенесены водой к месту седиментации.

Конгломераты служат индикатором древних мест интенсивного осадконакопления, таких, как дельты и долины рек, зоны приобья и области перемыва ледниковых морен. Крупные обломки покрывались более мелким осадочным материалом, который затем уплотнялся и цементировал их, превращая осадок в горную породу — конгломерат.

По структуре конгломераты во многом напоминают бетон - смесь цемента и гальки, используемую в большинстве современных строительных работ. Разница состоит в том, что бетон получают искусственным путем, а конгломераты имеют естественное происхождение. В конгломератах хорошо видна галька разного размера, заключенная в мелкозернистое цементирующее вещество, состав которого может варьировать. Различают конгломераты с известковым и кремнеземистым цементом.



Конгломераты отличаются высокой прочностью и применяются в строительстве и архитектуре. В зависимости от состава цемента конгломераты окрашены в различные цвета. Известковый цемент придает этим породам сероватые тона, кремнеземистый – бурые и желтоватые.

Рис. 90. Конгломераты

Песчаники

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Обломочные породы	От мелко до среднезернистой	Континентальное, морское	Желтовато-бурый

Название «песчаники» указывает на состав и структуру этих горных пород, представляющих собой слои сцементированного песка. Песчаники образуются в результате накопления мелких (0,1-2 миллиметра) фрагментов других горных пород, подвергшихся эрозии.

Минеральный состав песчаников очень разнообразен. Олигомиктовыми называют песчаники, состоящие не менее, чем на 60% из зерен кварца. Помимо кварца, в них присутствуют зерна калиевых полевых шпатов, лабрадора и слюды. Кварцевые песчаники сложены практически исключительно кварцем.

Другую группу образуют полимиктовые песчаники, в которых доля кварца по отношению к другим минералам существенно меньше. В них преобладают зерна полевых шпатов, обломки различных горных пород. Среди второстепенных минералов следует отметить магнетит, пирит, авгит, слюду, оливин. Присутствие этих минералов дает геологам ценную информацию о коренных породах, ставших источником осадочного материала, а также о геологических процессах, сопровождавших образование песчаников.

Зерна песчаника связаны между собой цементирующим веществом. От типа цемента зависит насколько плотными и устойчивыми к эрозии будут толщи этих осадочных пород. Цементирующим веществом служит кремнезем, дающий прочные песчаники, с трудом разделяющиеся на отдельные зерна, или карбонат кальция (кальцит), образующий более рыхлые породы.

Разновидности песчаников выделяются по минеральному составу и особенностям генезиса этих пород.

Золотые песчаники образованы из дюнных отложений, содержат кварц, полевые шпаты и небольшое количество слюды. Зерна кварца имеют округлую форму и средний размер, поскольку были хорошо отшлифованы и отсортированы ветром. Бурый цвет песчаникам придают окислы железа.

Лимонитовые песчаники. Угловатые зерна кварца, слюды и полевых шпатов скреплены цементом, содержащим лимонит, придающий породе желтоватый цвет.

Слюдистые песчаники содержат кварц, полевые шпаты и множество блестящих пластинок слюды (мусковит, биотит). Зерна имеют угловатую форму.

Красные песчаники характеризуются присутствием кварца, разного количества слюды и полевых шпатов. Зерна кварца могут быть угловатыми или округлыми. Красный цвет обусловлен присутствием окислов железа, поскольку эти породы образовались в континентальных условиях при контакте с атмосферой.

Глауконитовые песчаники окрашены в зеленый цвет за счет присутствия глауконита, также в них содержится кварц, слюда и полевые шпаты. Зерна кварца имеют угловатую форму. Песчаники широко распространены в земной коре.



Легкая разработка песчаников сделали эти горные породы одним из самых популярных строительных и декоративных материалов. Из песчаников возведены некоторые из величайших памятников архитектуры древности, например, фасад знаменитого монастыря Аль-Дейр в

Петре (Иордания).

Глины

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Обломочные породы	Тонкозернистая	Континентальное, морское	Красноватый, белый, сероватый

Глины являются тонкозернистыми осадочными горными породами. При увлажнении становятся пластичными. Именно это свойство глин всем хорошо известно: из них лепят глиняную посуду, статуэтки, используют глины в строительстве. Особые качества глин обусловлены тем, что эти породы сложены тончайшими частицами глинистых минералов (каолинит, монтмориллонит и др.). Как и другие обломочные породы, глины накапливаются в результате разрушения коренных пород. Для накопления глин необходимо, чтобы размывались высокоглиноземистые породы, а их частицы успевали бы отсортироваться до тонкой фракции, прежде чем осесть на дно осадочного бассейна.

В глинах размер частиц очень мал и между ними всегда остается множество пустот, способных вместить значительное количество воды. За счет этого глины обладают водоупорными свойствами и применяются, в частности, для гидроизоляции почв. Такую же функцию они выполняют в природе: протяженные слои глин выступают в качестве естественных водонепроницаемых барьеров, определяющих глубину залегания водоносных горизонтов.

Большая часть глин образуется в результате разрушения магматических и метаморфических пород. В зависимости от типа исходных пород и условий среды, в которой происходит разрушение, формируются различные глины. При выветривании богатых полевыми шпатами, щелочных горных пород в условиях высокой влажности и большого количества осадков происходит полное выщелачивание породы. Ионы калия, натрия, магния уносятся водой; исходный полевой шпат разрушается, давая белый, очень чистый осадок – каолинит.

Выветривание в других условиях приводит к образованию монтмориллонита. При выветривании кислых пород в сухой среде образуются преимущественно иллит и монтмориллонит. Глины обладают пластичностью или способностью изменять свою форму при давлении. Вода, содержащаяся в тонких порах глин, скрепляет частицы, размер которых менее 0,05 мм, и позволяет придавать глине любую форму.

После потери воды, при обжиге глина становится твердой и прочной, поэтому глина применяется в керамической промышленности. Из нее изготавливают самые разные предметы: сосуды, кирпичи, черепицу и многое другое.



Рис. 92. Глина

Кроме керамической промышленности, глина используется при производстве удобрений, чистящих средств, цемента, адсорбентов, коагулянтов, бумаги, в фармацевтической промышленности.

Мергель

Группа	Подгруппа	Текстура	Зерно	Происхождение	Цвет
Осадочные	Обломочные	Зернистая	Мелкое	Водное	Зависит от мине-

породы	породы				рального состава
--------	--------	--	--	--	------------------

Мергели относятся к осадочным породам. Они образовались путем разрушения под действием атмосферных осадков известняков, доломитов, глин. В составе мергелей кроме карбонатов кальция, магния и глин, присутствуют другие минералы.

Большая часть мергелей представляет собой рыхлые породы. На мергелях формируются дерново-карбонатные почвы (рендзины) с высокой влагоемкостью и водопроницаемостью.

В сельском хозяйстве мергели используются для известкования кислых почв. Для этого мергели измельчают до необходимого размера и распыляют над полями.

Мергели являются сырьем для производства портландцемента, который получают после обжига. Портландцемент является гидравлически вяжущим веществом, которое отвердевает не вследствие дегидратации, а химическим путем. Этот цемент используется с 1824 года. В смеси с песком и щебнем он дает бетон.

В отличие от других используемых материалов для получения цемента, мергели не требуют внесения различных добавок и даже в естественном состоянии являются природным цементом.

Мергели широко используются в сельском хозяйстве в качестве удобрения и мелиоранта кислых почв.



Рис. 93. Мергель



Рис. 94. Дерново-карбонатная типичная почва (рендзина)

2. Хемогенные породы: известняки, доломиты, фосфориты, бокситы

Известняки, доломиты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Карбонатные породы	Средне- или мелко-зернистая	Морское	Белый, серый

Осадочные породы, образующиеся при осаждении веществ из раствора на дне водоемов, называются хемогенными. Эти древние и современные породы можно встретить в самых разных точках планеты.

Многие хемогенные осадочные породы имеют карбонатный состав. Среди них выделяются широко распространенные известняки и доломиты, представляющие значительный промышленный интерес.

При понижении температуры или изменении водородного показателя (рН) среды из водных растворов, насыщенных различными элементами, выпадает твердый осадок. Известняки сформированы карбонатом кальция, осаждающимся из соленой или пресной воды. В морях химическое осаждение ограничивается глубиной в первые сотни метров. В то же время многие толщи известняков, образовавшиеся на морском дне, сложены окаменелыми частями (раковины, панцири и т. д.) морских организмов и имеют не хемогенное, а органическое происхождение.

Горная порода «доломит» состоит из небольших зерен доломита — минерала, представляющего собой карбонат кальция и магния ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Кроме

того, в этой горной породе обычно содержится некоторое количество зерен кальцита (CaCO_3). Цвет породы варьирует от чисто - белого до желтовато-белого, бурого, серого и черного.

Границу между доломитами и известняками проводят по преобладанию в них того или иного порообразующего минерала – доломита или кальцита соответственно. В то же время встречаются доломиты, обогащенные кальцитом, которые называют известковыми доломитами. И наоборот, известняки с высоким содержанием доломита называются доломитовыми известняками.

В природе встречаются доломиты разных генетических типов. Во-первых, доломиты формируются в результате прямого накопления карбоната кальция и магния в ходе отложения осадочных материалов на дне морей. Во-вторых, процессу доломитизации подвергаются известняки, в которых часть кальция замещается магнием. По-видимому, большая часть известных доломитов образовалась именно таким способом. И наконец, в-третьих, доломиты могут отлагаться в богатых солями морских бассейнах в ходе эвапоритового процесса.

Доломиты были названы в честь выдающегося французского геолога Деода Гратэ де Доломьё (1750-1801), впервые отличившего эти породы от известняков. Прежде считалось, что данная горная порода представляет собой разновидность известняка, поскольку обе породы обладают сходными физическими свойствами. Доломьё установил, что доломиты отличаются высоким содержанием магния, тогда как в химическом составе известняков доминирует кальций. Доломиты в природе менее распространены, чем известняки, которым они сопутствуют. Известняки отличаются от доломитов тем, что в их составе преобладает кальцит.

Доломиты используются в строительстве, они более устойчивы, чем известняки, воздействию кислот в зонах с повышенным загрязнением окружающей среды. Доломиты используются для изготовления цементов, абразивных и огнеупорных материалов.



В сельском хозяйстве используется доломитовая мука и доломитовая пыль для известкования кислых почв. Эффективность этих мелиорантов зависит от степени размола. Оптимальным является размер частиц доломита, равный 0,2-0,3 мм.

Рис. 95. Доломиты

Фосфориты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Фосфоритовые породы	Средне – или мелкозернистая	Морское	Белый, серый

Название «фосфориты» указывает на химический состав этой горной породы, основным элементом которой является фосфор, в переводе с греческого – «несущий свет».

Минеральными составляющими фосфоритов являются соединения фосфора, в первую очередь фосфаты, представленные преимущественно фторапатитами, гидроксилapatитами, карбонат-гидроксилapatитами. Из-за большого содержания апатитов эту горную породу иногда относят к минералам и считают массивной, изобилующей примесями, волокнистой разновидностью апатитов.

При детальном исследовании фосфоритов видно, что помимо, апатитов в них содержится множество других минералов, в основном из группы фосфатов. Иногда совместно с фосфатами залегает большое количество карбонатов осадочного происхождения.

Структура фосфоритов зависит от формы выделения апатитов, основного минерального компонента этой горной породы. Как правило, апатиты выделяются в виде микрокристаллов, но способны принимать и другие формы. Вследствие этого фосфориты могут быть образованы накоплением и осаждением пластинок, шариков, оолитов, желваков и даже скелетов микроорганизмов, раковин моллюсков, фрагментов костей и даже копролитов. Это почти цилиндрические или сферические куски породы, представляющие собой окаменелые экскременты животных, живших на нашей планете в далеком прошлом. Многие из них принадлежали динозаврам. Такое многообразие элементов придает фосфоритам особую структуру, в которой сложно выделить какой-то преобладающий тип.

Во многих странах разрабатываются месторождения фосфоритов, т.к. они содержат в больших количествах апатиты. Фосфор содержится в 200 различных минералах, однако основной рудой для извлечения фосфора является фосфорит. Для получения фосфора фосфориты смешивают с песком и коксом и помещают в печь. Фосфор используется в разных отраслях промышленности: химическая, лакокрасочная, пиротехника, производство спичек.

В сельском хозяйстве фосфориты используют в качестве удобрения. Для этого их измельчают в порошок и распыляют над полями.



Рис. 96. Фосфорит

Бокситы

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Аллитовые породы	Плотная, оолитовая, бобовая, землистая; мелкозернистая	Континентальное	Охряно-желтый, красновато-бурый

Основным компонентом бокситов является глинозем (Al_2O_3), входящий в состав таких минералов, как бёмит ($Al(OH)$), гиббсит ($Al(OH)_3$) и диаспор ($Al(OH)$), слагающих эти горные породы. Кроме того, в химическом составе бокситов обязательно присутствуют окислы и гидроокислы железа (в частности, гётит, магнетит и гематит).

В зависимости от происхождения месторождения бокситов делятся на остаточные и осадочные.

Остаточные месторождения образуются на месте первичного залегания материнских пород. Они представляют собой латеритные коры выветривания, развивающиеся по алюмосиликатным горным породам в условиях жаркого и влажного климата. Латеритные бокситы отличаются красным цветом за счет присутствия в них окислов железа. В мировых запасах бокситов этот тип играет ведущую роль.

Осадочные месторождения бокситов образуются в водных бассейнах, куда сносятся богатые алюминием продукты выветривания горных пород. У этих бокси-

тов светлый, серовато-белый цвет.

При выветривании алюмосиликатных пород в тропическом климате из них выносятся натрий, кальций и даже кремний. В то время как алюминий, железо и титан остаются на месте, постепенно накапливаясь в форме бокситовых руд. Найденные в XIX веке на юге Франции, бокситы стали главной рудой алюминия. Методы добычи и промышленной обработки этого металла с тех пор практически не изменились.

Производство металлического алюминия осуществляется путем электролиза глинозема в расплавленном криолите (Na_3AlF_6) с добавлением флюорита (CaF_2). Сначала измельчают горную породу, затем тонкоизмельченный бокситовый материал растворяют в нагретой едкой щелочи (NaOH), чтобы выделить из него очищенный от примесей гидрат алюминия. Затем гидрат алюминия прокаливают в специальных печах, чтобы удалить связанную воду. В результате образуется тонкозернистый белый порошок – глинозем Al_2O_3 . Глинозем смешивают с криолитом и подвергают электролизу, чтобы получить металлический алюминий.



Рис. 97. Боксит

Бокситы также используют для получения красок и искусственных абразивов. Бокситы служат сорбентами для очистки нефтепродуктов от примесей.

3. Органогенные породы: мел, ракушечник, диатомиты, торф, бурые угли, каменные угли, антрацит

Мел

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Карбонатные породы	Тонкозернистая	Морское	Белый

Основу мела составляют скелетные частицы ископаемых морских животных и растений. Эти осадочные породы образовались в результате накопления кальцитовых панцирей фораминифер и останков кокколитофорид – морских организмов, населявших теплые моря нашей планеты 135-65 миллионов лет назад. Обилие этих планктонных микроорганизмов привело к накоплению мощных толщ осадочного материала в самых разных регионах планеты, что позволило ученым использовать название этой породы для обозначения одного из периодов геологической истории Земли – мелового.

Поскольку фораминиферы, панцири которых являются основой мела, имели микроскопические размеры, у мела тонкозернистая структура. Отдельные зерна соединены между собой природным цементом – микрокристаллическим кальцитом. Количество цемента обычно невелико, поэтому мел – очень мягкая порода и легко истирается о более твердые материалы, оставляя на них белый след.

В химическом составе мела преобладает карбонат кальция – кальцит (CaCO_3). Особенной чистотой отличается мел, сформировавшийся вдалеке от побережья, где накапливались лишь панцири умерших организмов без примеси частиц терригенного материала. Но даже в самом чистом меле встречаются округлые конкреции, сложенные опалом. Единого мнения относительно происхождения этих конкреций нет, но возможно, что это останки древних губок, скелетные иглы которых состояли из кремнезема.

Мел, образовавшийся миллионы лет назад, в настоящее время используется в различных отраслях промышленности. Для промышленного использования мел измельчают, превращая его в тонкозернистый белый порошок, и смешивают с другими компонентами для изготовления цемента. Порошок мела используется для полировки линз, производства карбоната натрия (Na_2CO_3), красок, грифелей.



Рис. 98. Мел

В сельском хозяйстве мел используют для известкования кислых почв.

Ракушечник

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Карбонатные породы	От мелко – до крупнозернистой	Морское	Желтовато-белый, розовый, зеленый, бурый, серый, черный

По составу ракушечник представляет собой известняк, сложенный ископаемыми раковинами брюхоногих и двустворчатых моллюсков и твердыми останками других организмов, скрепленных между собой карбонатом кальция, который выделяется в виде кальцита или арагонита с различными примесями. Иногда вместо термина «ракушечник» используют синонимы «ракушечный известняк» или «известняк-ракушечник»

Образование ракушечника связано с процессами осадконакопления на дне морских бассейнов. В течение длительного времени раковины, скелеты и различные известковые элементы морских организмов откладывались на дне моря. Затем происходило уплотнение и цементирование осадочного материала под воздействием вышележащих слоев новых осадков. С глубиной повышались давление и температура. В кальцитовой мелкозернистой матрице можно наблюдать включения хорошо сохранившихся останков организмов, ранее живших в Мировом океане.

Цементирующее вещество известняков с окаменелостями характеризуется мелкозернистой структурой. Но раковины и скелеты сохраняют свой естественный размер. В результате в ракушечниках встречаются как крупные, так и мелкие окаменелости, непохожие друг на друга. Различные виды ракушечников имеют свои названия, обычно связанные с районами их залегания, например, крымский ракушечник. В природе встречаются ракушечники разных цветов: красный, оранжевый, желтый, серый.

До настоящего времени ракушечник используется в строительстве. Для этого из горной породы изготавливают строительные блоки, но чаще используется для отделки стен и полов зданий. Для этого массивные блоки ракушечника распиливают на плиты, которые затем шлифуют, чтобы придать блеск их поверхности и подчеркнуть наличие окаменелостей.



Диатомиты

Группа	Подгруппа	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Органические породы	Мелкозернистая	Морское	Белый

Название «диатомит» происходит от наименования организмов, послуживших основой для этих пород.

Диатомей представляют собой одноклеточные водоросли, клетки которых защищены панцирем из кремнезема. Представители этих водорослей появились еще в меловом периоде, около 135 миллионов лет назад. С тех пор они стали неотъемлемой частью водных (морских и континентальных) и наземных экосистем. Диатомей способны обитать даже во влажных лесных и заболоченных почвах.

По своему происхождению диатомиты очень близки к мелу, но имеют не карбонатный, а кремнеземистый состав. Диатомиты представляют собой пористые, рыхлые осадочные породы белого цвета, залегающие горизонтальными слоями мощностью до нескольких метров.

Эти породы практически целиком сложены микроскопическими зернами кремнезема — бывшими панцирями диатомовых водорослей, накопившимися на морском дне при отмирании этих организмов. Под давлением вышележащих осадочных слоев панцири уплотнились и образовали рыхлые, непрочные породы.

У разных видов диатомей панцири имели разнообразную форму. Из этих всевозможных частиц сформировалась неоднородная структура с большим количеством пор и пустот. Благодаря этому диатомиты легко измельчаются в порошок и обладают высокой способностью к абсорбции. Толщи диатомитов разрабатывают открытым и закрытым способами. Для дальнейшего использования эти породы измельчают в тонкий порошок.

Диатомитовый порошок используется как в естественном виде, так и после кальцинирования или обжига в специальных печах. При кальцинировании удаляется лишняя влага и улучшается качество продукта. Такой продукт используется в качестве цемента.



Рис. 100. Диатомит

Высокая пористость позволяет использовать диатомиты в качестве фильтров для очистки смесей от нежелательных или токсичных веществ. Они применяются для очистки сточных вод, в производстве удобрения, продуктов питания.



Рис. 101. Диатомовые водоросли

Торф

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Органические породы	Породы ряда углей	Волокнистая, слоистая; сред-	Прибрежное, континентальное	Желтовато-бурый, буро-

			незернистая		вата-черный
--	--	--	-------------	--	-------------

Горючее полезное ископаемое, торф, представляет собой осадочную породу органического происхождения. Торф очень богат углеродом, содержание которого составляет около 45-50 мас. %. Залежи торфа образуются в результате биохимических процессов, протекающих при разложении растений в болотах в условиях ограниченного доступа воздуха.

Для торфа характерна однородная или слоистая структура, окрашен он обычно в темные тона: от бурого до черного. Состоит торф из частично разложившихся растений. Невооруженным глазом в нем можно увидеть остатки корней, стеблей и листьев различных растений. С растительной массой смешан минеральный материал, в первую очередь, зерна кварца и кальцита. За счет особенностей состава торф является мягкой породой и легко распадается на отдельные части.

Большая часть торфяников находится в болотистой местности, где тонули и покрывались илом самые разные доисторические животные. По всей планете в торфяниках встречается множество ископаемых останков.



Рис. 102. Торф

На протяжении длительного периода времени торф использовался в качестве природного топлива. В настоящее время торф используется в основном в сельском хозяйстве. Торф используется на подстилку; как составная часть различных компостов; для изготовления торфо-перегнойных горшочков; мульчирования; совместного применения с минеральными удобрениями. Перед использованием торф измельчается.

Бурые угли

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Органические породы	Ископаемые угли	Сланцеватая; от мелко – до средне зернистой	Континентальное	Коричневый, черный

Бурые угли представляют собой органические горные породы темного цвета, оставляющие бурую черту. В зависимости от глубины формирования выделяют три основных разновидности бурых углей: лигнит, сохранивший древесную структуру растений; землистые угли и плотные блестящие угли. Плотные блестящие были образованы на существенных глубинах и подверглись значительному давлению.

Название «лигнит» образовано от латинского слова «лигнум» (древесина) и указывает на состав и структуру этих горных пород. В бурых углях можно различить растительные останки, входившие в состав торфа, из которого образовались эти породы.

Большинство бурых углей сформировалось в палеогене, 65-23 миллиона лет назад. Встречаются бурые угли и мезозойского возраста.

Разложение растительных остатков под водой без доступа кислорода сначала привело к образованию торфа. Слои торфа перекрывались осадочным материалом (глины, пески) и постепенно уплотнялись под давлением вышележащих толщ, пока не превратились в бурые угли, содержащие больше углерода.



Рис. 103. Бурый уголь

Бурые угли представляют собой промежуточную стадию образования ископаемых углей - между торфом и каменными углями. Содержание углерода в бурых углях составляет 55-75%, а теплотворная способность колеблется в пределах 4-5 тысяч килокалорий на килограмм.

Каменные угли

Группа	Подгруппа	Тип	Структура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Органические породы	Ископаемые угли	Сланцеватая; криптокристаллическая	Континентальное	Черный

Группа осадочных горных пород, известных как ископаемые угли, объединяет бурые угли, каменные угли и антрациты.

Процесс образования каменных углей длится миллионы лет. Начинается он с формирования торфа – горной породы, предшествующей всем известным ископаемым углям. В каменноугольном периоде, около 300 миллионов лет назад, остатки доисторических растений, древовидных папоротников, хвощей, плаунов, в изобилии накапливались на дне болот и озер. Из них образовывался торф. Постепенно торфяники покрывались слоями других осадочных материалов, в первую очередь песка и ила. Это способствовало росту давления и температуры и препятствовало окислению органического вещества, входящего в состав торфа. В результате сформировались залежи каменных углей – новых, более плотных горных пород, отличающихся высоким содержанием углерода.

Каменные угли обладают жирным блеском и насыщенным черным цветом, по которому их легко узнать. Отдельные виды углей пачкают руки, тогда как антрациты отличаются металловидным блеском и более высокой твердостью, не оставляя следа на руках.

В зависимости от стадии разложения органического вещества и содержания углерода выделяется несколько типов углей, обладающих разной поглотительной способностью. В торфе содержится не более 55% углерода, эта горная порода считается начальной стадией образования углей. За ним следуют бурые угли, которые богаче углеродом, но, как и торф, представляют собой низкокачественное топливо. Затем идут каменные угли, содержание углерода в которых доходит до 90%. Как и антрациты, они служат великолепным топливом. Чистый углерод распространен в природе в виде графита и алмаза.

Название «каменный уголь» появилось в эпоху промышленной революции, когда возникла необходимость отличать это топливо от древесного угля. Каменный уголь ценится за высокую теплотворную способность, но содержит серу и загрязняет атмосферу при сгорании. При сжигании каменного угля в отсутствие кислорода образуется пористое вещество, получившее название «кокс». Кокс представляет собой легкий уголь серого или черного цвета. Кокс природный – это ошлакованная горная порода, которая образуется в условиях метаморфизма, а также при подземных пожарах.



Кокс используется, начиная с XIX века в металлургической промышленности. Кокс повысил рентабельность доменных печей, т.к. он обладает высокой теплотой сгорания. Используется также для отопления, так как при сгорании не выделяет дыма.

В XX веке каменный уголь нашел широкое применение в химической промышленности: производство пластмасс, красителей, растворителей, получение аммиака. Каменный уголь, выделяющий при горении летучие вещества, используются в производстве различных газов.

Рис. 104. Каменный уголь

Антрацит

Группа	Подгруппа	Тип	Текстура	Происхождение	Цвет
Осадочные породы	Органические породы	Угли	Скрыто-кристаллическая	Континентальное	Черный

Название антрацит происходит от греческого «антракс» - «уголь, карбункул».

Антрацит является самым плотным и твердым из всех углей, поскольку обладает максимальным для них содержанием углерода – 92-98 %. Поэтому антрацит часто называют твердым углем. Сильная минерализация угля делает антрацит чрезвычайно компактной и плотной породой почти с металлическим блеском, подчеркивающим насыщенный черный цвет.

Образование угля происходит при накоплении растительных останков в условиях отсутствия воздуха, препятствующих разложению органической материи микроорганизмами и способствующих ее минерализации. Происходит это, как правило, в водной среде. Но одних этих условий для образования антрацита недостаточно. Необходимо, чтобы накопленная органическая материя, преимущественно растительного происхождения, прошла через орогенные процессы. При поднятии земной коры и формировании горных цепей массы угля претерпевают сильнейшее сжатие, вследствие чего большая часть летучих элементов исчезает, а концентрация углерода, основного элемента антрацита, резко возрастает. Несмотря на то, что изначально эта горная порода имеет осадочное происхождение, многие ученые относят ее к метаморфической, указывая на произошедшие в ней изменения.

Антрацит является самой ценной и малораспространенной разновидностью угля. Необходимые для его образования условия сложились лишь в небольшом ряде мест нашей планеты. Антрацит при сжигании не дает копоти, так как содержит незначительное количество летучих веществ. Невысокое содержание летучих веществ, которые отличаются высокой горючестью, затрудняет его использование. Его трудно поджечь, горит ровно и долго. В антраците содержится более 90% углерода и при сжигании не остается пепла и копоти.



§ 5. Круговорот горных пород

Слагающие земную кору горные породы непрерывно двигаются и изменяются. Внутренние и внешние силы Земли поднимают их горами, сминают в складки, разрушают, переносят, откладывают, переплавляют в недрах планеты и вновь выплескивают на ее поверхность. В ходе этих процессов образуются три типа горных пород. Магматические - результат застывания вырвавшейся из мантии жидкой магмы, например вулканической лавы. Осадочные породы образуются при отложении последовательными слоями мелких минеральных частиц. Высокие температуры и колоссальное давление в недрах Земли изменяют химический состав и свойства осадочных и магматических пород, не плавя их. Результат - метаморфические горные породы.

На Земле постоянно происходит круговорот горных пород. Выветривание и эрозия разрушают магматические и метаморфические породы. Реки несут их мелкие частицы в океаны, откладывая на дне слоями осадочных пород. В зонах субдукции они погружаются в недра планеты, где вновь переплавляются и метаморфизируются.

Эрозия, унося продукты выветривания с места их образования, буквально разъедает ландшафт. Сейчас этот процесс быстро идет в Гималаях. Горный массив растет по мере того, как Индийская литосферная плита надвигается на Евразийскую, но одновременно и разрушается. Через сотни миллионов лет выветривание и эрозия оставят на месте Гималаев плоскую равнину. Так, например, сформировался ландшафт канадского севера, где небольшие возвышенности - единственное напоминание о некогда высоких горных хребтах. Особый тип эрозии - абразия, т. е. размывание берега волнами, порой украшает его причудливыми «архитектурными излишествами». Им не уступают результаты ветровой эрозии в пустынях, которой способствует солевое выветривание скал, вызванное кристаллизацией солей в их трещинах.

Дожди в пустыне выпадают, но обычно в виде сильных ливней. Они размывают грунт и горные породы с разной скоростью, зависящей от прочности материала. В конечном итоге массивы самых устойчивых пород образуют останцы, порой весьма живописные - в форме столбов, обелисков, замысловатых природных скульптур.

Кислая дождевая вода легко растворяет известняк и некоторые другие породы, оставляя на их месте расселины, воронки, колодцы, разветвленные пещеры. Возникшие таким образом формы рельефа называются карстом.

Сталактиты и сталагмиты растут навстречу друг другу очень медленно - в среднем на 2,5 см за 1000 лет. Однако в конечном итоге они соединяются, образуя столб, называемый сталагнатом, или сталактоном. Такие столбы внутри пещер могут объединяться в решетчатые, а иногда и в сплошные стены.



Рис. 106. Образование карстовой пещеры

Различия в свойствах горных пород сильно влияют на формирование рельефа земной поверхности и ландшафта в целом. Осадочные слои легко размываются реками, приводя к появлению глубоких каньонов. Магматические породы образуют вулканические конусы, а метаморфические - зубчатые горные цепи. Выветривание, полируя гранит, ведет к рождению округлых скал, получивших название «бараньи лбы». Натёки неравномерно остывающей базальтовой лавы растрескиваются столбами, похожими на органные трубы. Базальтовая лава, неравномерно остывая и сжимаясь, может распадаться на красивые шестигранные призмы.



Рис. 107. Выветривание базальтовой лавы

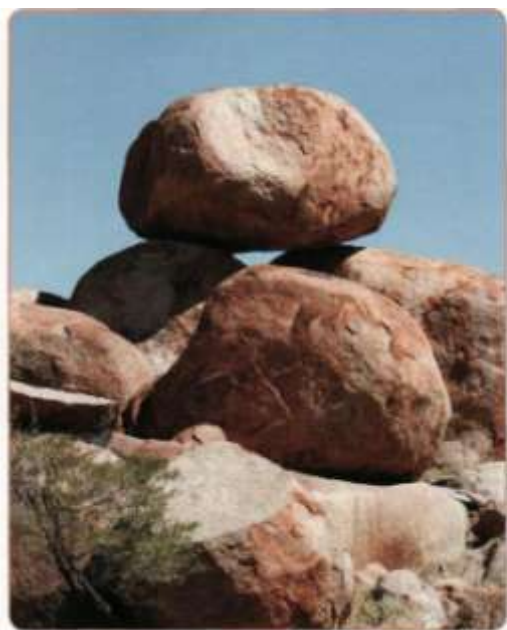


Рис. 108. Выветривание гранита

Выветривание часто превращает гранитные скалы в нагромождения округлых валунов.

Приморские обрывы (клифы) образованы разными по прочности породами и нередко покрыты трещинами. Это приводит к неравномерному размыванию клифа прибоем. В результате более устойчивые породы образуют мыс. Местами волны протачивают в нем гроты, которые могут становиться сквозными проходами. По мере расширения таких абразионных арок их верхние части обваливаются, и возникают поднимающиеся из моря утесы.

Карстовый ландшафт обычно образуется при растворении известняка дождевыми водами. Формы рельефа очень характерные - параллельные борозды (карры) на горизонтальных участках, плоскодонные впадины (поля), колодцы (поноры), купола, башни, пещеры с подземными озерами и реками.

(Планета Земля. Энциклопедия «Ридерз Дайджест», 2008)[5].

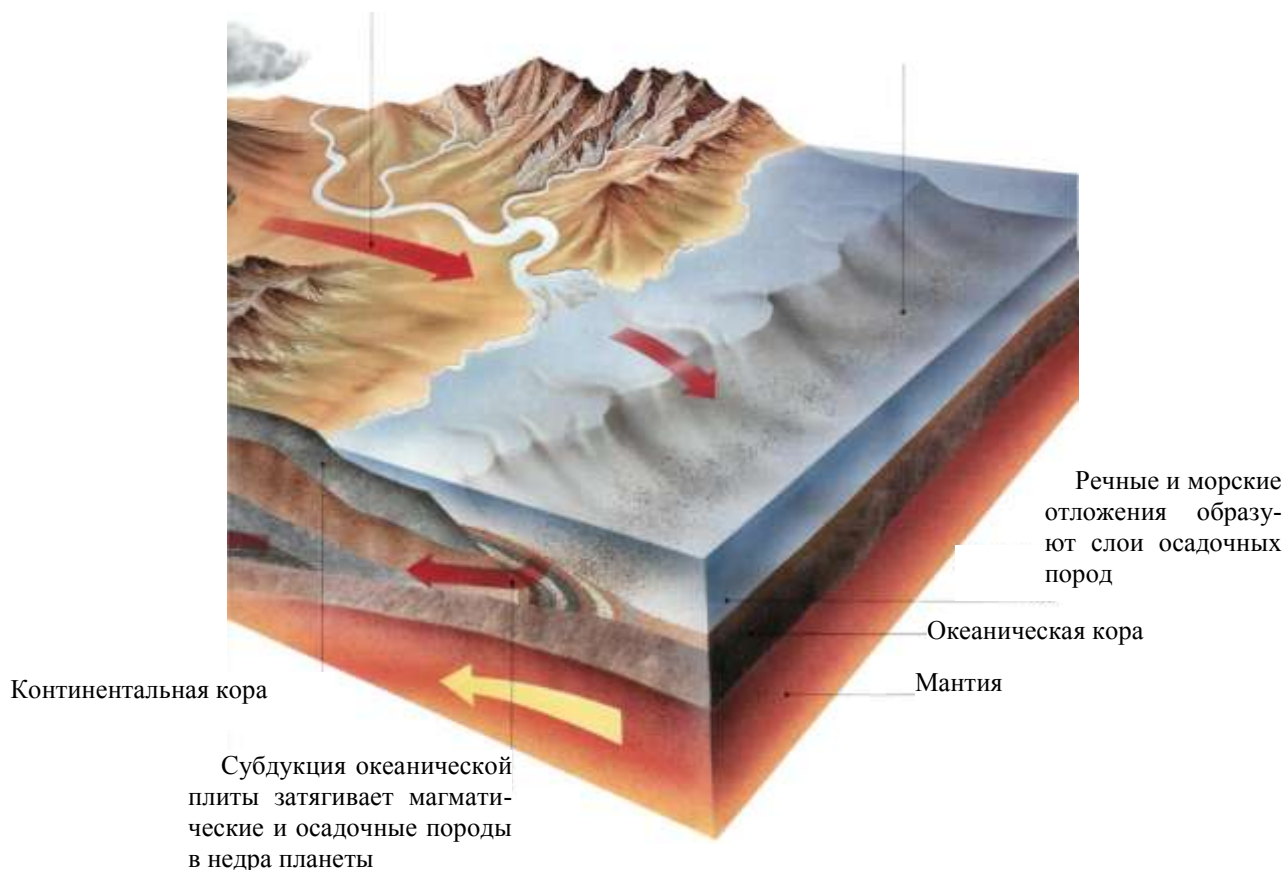


Рис. 109. Разрушение, перенос, и отложение горных пород под действием экзогенных геологических процессов

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

1. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, СОСТАВЛЯЮЩИЕ 95% МАССЫ ЛИТОСФЕРЫ

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Магматические | 3. Метаморфические |
| 2. Осадочные | |

2. ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- | | |
|------------|-----------|
| 1. Гранит | 3. Лесс |
| 2. Базальт | 4. Мрамор |

3. МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- | | |
|------------|--------------|
| 1. Липарит | 3. Известняк |
| 2. Андезит | 4. Мрамор |

4. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. Трепел | 3. Сланцы |
| 2. Габбро | 4. Мрамор |

5. МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ > 75% КРЕМНЕКИСЛОТЫ

- | | |
|-----------------|------------|
| 1. Ультракислые | 3. Средние |
|-----------------|------------|

2. Кислые

4. Основные

6. МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ < 40% КРЕМНЕКИСЛОТЫ

1. Ультраосновные

3. Средние

2. Кислые

4. Ультракислые

7. МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ 65-75% КРЕМНЕКИСЛОТЫ

1. Ультраосновные

3. Средние

2. Кислые

4. Основные

8. МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ 40-52% КРЕМНЕКИСЛОТЫ

1. Кислые

3. Основные

2. Средние

4. Ультраосновные

9. МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ 52-65% КРЕМНЕКИСЛОТЫ

1. Кислые

3. Основные

2. Средние

4. Ультракислые

10. МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ КРУПНЫЕ ЗЕРНА КВАРЦА, ПОЛЕВОЙ ШПАТ И НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЦВЕТНЫХ МИНЕРАЛОВ?

1. Гранит

3. Габбро

2. Сиенит

4. Пегматиты

11. МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ 60-65% ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ, 30-35% КВАРЦА, 5-15% ЦВЕТНЫХ МИНЕРАЛОВ

1. Сиенит

3. Дунит

2. Габбро

4. Гранит

12. МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ И ЦВЕТНЫЕ МИНЕРАЛЫ ПРИ ОТСУТСТВИИ КВАРЦА

1. Пегматит

3. Сиенит

2. Гранит

4. Дунит

13. МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ ПЛАГИОКЛАЗЫ, АВГИТ, ОЛИВИН, МАГNETИТ, ПИРИТ

1. Гранит

3. Габбро

2. Андезит

4. Дунит

14. МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ В БОЛЬШОМ КОЛИЧЕСТВЕ ОЛИВИН С ПРИМЕСЯМИ МАГNETИТА

1. Сиенит

3. Липарит

2. Габбро

4. Дунит

15. ИНТРУЗИВНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, ИМЕЮЩАЯ БЕЛЫЙ ЦВЕТ

1. Дунит

3. Гранит

2. Сиенит

4. Пегматит

16. ИНТРУЗИВНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, ИМЕЮЩАЯ ОКРАСКУ ОТ СВЕТЛОЙ ДО МЯСО-КРАСНОЙ

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Дунит | 3. Гранит |
| 2. Сиенит | 4. Пегматит |

17. ИНТРУЗИВНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, ИМЕЮЩАЯ ЗЕЛЕНОВАТУЮ ОКРАСКУ

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Дунит | 3. Пегматит |
| 2. Габбро | 4. Гранит |

18. ИНТРУЗИВНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА, ИМЕЮЩАЯ ЧЕРНУЮ ОКРАСКУ.

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. Гранит | 3. Дунит |
| 2. Сиенит | 4. Габбро |

19. ЭФФУЗИВНЫЙ АНАЛОГ ГРАНИТА.

- | | |
|------------|------------|
| 1. Липарит | 3. Базальт |
| 2. Андезит | 4. Трахиты |

20. ЭФФУЗИВНЫЙ АНАЛОГ СИЕНИТА.

- | | |
|------------|------------|
| 1. Липарит | 3. Трахиты |
| 2. Андезит | 4. Базальт |

21. ЭФФУЗИВНЫЙ АНАЛОГ ГАББРО.

- | | |
|------------|------------|
| 1. Липарит | 3. Базальт |
| 2. Андезит | 4. Трахиты |

22. МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ПОРОДА, В КОТОРОЙ ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ РАСПОЛОЖЕНЫ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

- | | |
|-----------|------------|
| 1. Сланцы | 3. Кварцит |
| 2. Мрамор | 4. Гнейс |

23. МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ПОРОДА, ОБЛАДАЮЩАЯ СЛАНЦЕВОЙ (ПОЛОСЧАТОЙ) ТЕКСТУРОЙ.

- | | |
|------------|-----------|
| 1. Гнейсы | 3. Сланцы |
| 2. Кварцит | 4. Мрамор |

24. МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ КАЛЬЦИТ И ДОЛОМИТ.

- | | |
|------------|-----------|
| 1. Кварцит | 3. Сланцы |
| 2. Мрамор | 4. Гнейс |

25. МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ПОРОДА, СОДЕРЖАЩАЯ В БОЛЬШОМ КОЛИЧЕСТВЕ КВАРЦ.

- | | |
|----------|------------|
| 1. Гнейс | 3. Кварцит |
|----------|------------|

2. Мрамор

4. Сланцы

26. КЛАСС ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД, ЕСЛИ РАЗМЕР ОБЛОМКОВ СОСТАВЛЯЕТ БОЛЕЕ 2 ММ.

1. Глинистые

3. Пылеватые

2. Песчаные

4. Грубообломочные

27. КЛАСС ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД, ЕСЛИ РАЗМЕР ОБЛОМКОВ СОСТАВЛЯЕТ 0,05 - 2 ММ.

1. Глинистые

3. Пылеватые

2. Песчаные

4. Грубообломочные

28. КЛАСС ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД, ЕСЛИ РАЗМЕР ОБЛОМКОВ СОСТАВЛЯЕТ 0,05 – 0,005 ММ.

1. Грубообломочные

3. Песчаные

2. Пылеватые

4. Глинистые

29. КЛАСС ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД, ЕСЛИ РАЗМЕР ОБЛОМКОВ СОСТАВЛЯЕТ < 0,05 ММ.

1. Грубообломочные

3. Глинистые

2. Песчаные

4. Пылеватые

30. НЕОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА.

1. Гравий

3. Валун

2. Галька

4. Дресва

31. НЕОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА.

1. Гравий

3. Галька

2. Щебень

4. Валун

32. НЕОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА

1. Гравий

3. Галька

2. Глыбы

4. Валун

33. ОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА.

1. Дресва

3. Глыбы

2. Щебень

4. Гравий

34. ОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА.

1. Дресва

3. Щебень

2. Галька

4. Глыбы

35. ОКАТАННАЯ ГРУБООБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА.

1. Щебень

3. Глыбы

2. Валун

4. Дресва

36. ПЕСЧАНАЯ ПОРОДА С ДИАМЕТРОМ ЗЕРЕН 2 – 0,5 ММ.

1. Крупный песок

2. Средний песок

3. Мелкий песок

37. ПЕСЧАНАЯ ПОРОДА С ДИАМЕТРОМ ЗЕРЕН 0,5 – 0,25 ММ.

1. Крупный песок 2. Средний песок 3. Мелкий песок

38. ПЕСЧАНАЯ ПОРОДА С ДИАМЕТРОМ ЗЕРЕН 0,25 – 0,05 ММ.

1. Крупный песок 2. Средний песок 3. Мелкий песок

39. ПЫЛЕВАТАЯ ОБЛОМОЧНАЯ ПОРОДА

1. Песок 3. Каолинистая глина
2. Лесс 4. Бентонитовая глина

40. ХИМИЧЕСКАЯ ГАЛОИДНАЯ ПОРОДА

1. Доломит 3. Каменная соль
2. Мергель 4. Гипс

41. ХИМИЧЕСКАЯ ГАЛОИДНАЯ ПОРОДА

1. Гипс 3. Лимонит
2. Ангидрит 4. Калийная соль

42. ХИМИЧЕСКАЯ СУЛЬФАТНАЯ ПОРОДА

1. Галит 3. Сильвинит
2. Гипс 4. Боксит

43. ХИМИЧЕСКАЯ КРЕМНИСТАЯ ПОРОДА

1. Галит 3. Гейзерит
2. Гипс 4. Ангидрит

44. ХИМИЧЕСКАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ПОРОДА

1. Ангидрит 3. Боксит
2. Лимонит 4. Гипс

45. ХИМИЧЕСКАЯ АЛЛИТОВАЯ ПОРОДА

1. Доломит 3. Бокситы
2. Мергель 4. Лимонит

46. ОРГАНОГЕННАЯ КАРБОНАТНАЯ ПОРОДА

1. Опока 3. Мел
2. Трепел 4. Боксит

47. ОРГАНОГЕННАЯ КРЕМНИСТАЯ ПОРОДА

1. Известняк 3. Трепел
2. Мел 4. Фосфорит

48. ОРГАНОГЕННАЯ КРЕМНИСТАЯ ПОРОДА

1. Фосфорит 3. Диатомит
2. Боксит 4. Лимонит

49. ОРГАНОГЕННАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ ПОРОДА

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Боксит | 3. Сапрпель |
| 2. Лимонит | 4. Опока |

50. ОРГАНОГЕННАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ ПОРОДА

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Мергель | 3. Гейзерит |
| 2. Торф | 4. Боксит |

51. Ультракислая магматическая порода, содержащая окись урана
52. Самый распространенный строительный материал до изобретения бетона.
53. Самая легкая и устойчивая к колебаниям температуры кислая эффузивная магматическая порода.
54. Средняя эффузивная магматическая порода, содержащая апатит.
55. Средняя эффузивная порода, которая образуется при изливании лавы из жерла вулкана на поверхность земли в зоне активной вулканической деятельности.
56. Средняя интрузивная порода, используемая как сырьё для добычи полевых шпатов.
57. Основная интрузивная порода, содержащая металлы семейства железа.
58. Основная эффузивная порода, используемая при изготовлении труб для транспортировки горячих и высококоррозионных жидкостей.
59. Ультраосновная эффузивная порода, используемая для добычи алмазов.
60. Метаморфическая порода, используемая для кровельных работ.
61. Метаморфическая порода, используемая для внутренней отделки стен метро.
62. Метаморфическая порода, используемая в качестве фильтра для очистки воды от микроорганизмов и остатков органических веществ.
63. Минералы, являющиеся цементом в конгломератах.
64. Основная область применения песчаников.
65. Основная область применения глины.
66. Обломочная горная порода, являющаяся в естественном состоянии природным цементом.
67. Основной способ использования мергеля в сельском хозяйстве.
68. Мелиорант для известкования кислых почв, содержащий магний и кальций.
69. Агроруда, содержащая фосфор и используемая в сельском хозяйстве в чистом виде.
70. Хемогенная горная порода, используемая для производства металлического алюминия.
71. Органогенная горная порода, используемая в строительстве.
72. Органогенная горная порода в качестве фильтров для очистки смесей от токсичных веществ.
73. Органогенная горная порода, используемая в сельском хозяйстве для известкования кислых почв.
74. Органогенная горная порода, в настоящее время используемая в основном в сельском хозяйстве.
75. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ при работе тепловых электростанций на каменном угле.

Список терминов используемых в учебном пособии

Аккумуляция – отложение (накопление) продуктов разрушения горных пород,

обусловленное геологической деятельностью текучих вод, ветра, морей и океанов, ледников.

Ассимиляция – изменение состава движущейся к поверхности магмы при взаимодействии её с вмещающимися породами, сопровождаемое поглощением и переплавкой встречающихся на пути пород.

Астеносфера – слой менее плотных горных пород, расположенный в верхней части мантии Земли, где образуется магма.

Атоллы – коралловые острова в виде кальциевой гряды, внутри которой располагается лагуна, замкнутая или сообщающаяся с открытым морем проливом.

Вулканизм (магматизм) поверхностный (эффузивный) – излияние магмы на поверхность Земли, быстрое остывание или образование эффузивных магматических горных пород.

Вулканизм (магматизм) глубинный (интрузивный) – медленное остывание магмы в различных горизонтах земной коры и образование интрузивных магматических горных пород.

Выветривание – совокупность процессов механического и физического разрушения, разложения минералов и горных пород.

Галогенез – накопление солей в крупных морских солеродных бассейнах в условиях аридного климата в различные эпохи геологической истории Земли, вызывающее образование мощных толщ солей (эвапориты) на больших глубинах и поверхности.

Гипергенез – изменение осадочных горных пород в поверхностной зоне земной коры под влиянием различных факторов выветривания.

Горные породы – самостоятельные природные тела, которые состоят из одного или нескольких минералов и имеют приблизительно постоянный состав и строение.

Дифференциация магмы – разделение исходной магмы одного и того же вулкана на расплавы (лавы) разного состава.

Жерло вулкана – место выброса магматических продуктов на поверхность Земли. Через жерла кратеры соединяются с промежуточным магматическим очагом, питающим вулкан и расположенным в земной коре. Основной очаг находится в верхней мантии на глубине 60-200 км и более.

Жилы – подводящие каналы к жерлу вулкана, которые отходят от более крупного интрузивного тела, залегающего на глубине, и образуются при заполнении магмой трещин в горных породах.

Земная кора – твердая верхняя оболочка Земли, мощность которой в равнинных областях, горных районах и под водами океанов составляет соответственно 30-45; 50-75; 5-12 км.

Изоморфизм – явление замещения одного иона другим ионом при условии одинаковой валентности и близком размере ионных радиусов и образования смешанного минерала одинаковой кристаллической формы, например $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$ (оливин).

Кимберлит – магматическая брекчия, заполняющая вулканический канал древнего вулкана и содержащая алмазы и гранаты.

Кора выветривания – совокупность различных несмещенных продуктов выветривания горных пород верхней части литосферы.

Кратер – чашеобразное углубление на вершине вулкана.

Лава – жидкое расплавленное вещество, содержащее твердые и газообразные продукты (глыбы, обломки, песок, пепел, газы, пары воды), которое выбрасывается на поверхность земли и в атмосферу при извержении вулканов.

Литосфера – земная кора и граничащий с ней верхний слой мантии, расположенный выше астеносферного слоя.

Магма – силикатный расплав, насыщенный газами, перегретый водой и ее парами.

Магматические горные породы – природные тела, которые образовались при последовательной кристаллизации магмы в недрах Земли (интрузивные породы) и на ее поверхности (вулканические, эффузивные породы).

Метаморфизм – процесс изменения, преобразования горных пород под влиянием глубинных, эндогенных факторов (высокие температура и давление, действие воды, углекислоты, горячих растворов).

Метаморфизм контактный – действие магмы на осадочные породы при внедрении магмы в верхнюю часть земной коры, вызывающее образование массивов интрузивных и контактно-метаморфизованных пород.

Метаморфизм региональный – совместное действие высокой температуры, давления, паров воды и газов, распространяющееся на огромные площади (тысячи–сотни тысяч квадратных километров).

Метаморфические горные породы – природные тела, которые образовались в процессах перекристаллизации магматических, осадочных и ранее образовавшихся метаморфических пород в недрах Земли.

Метасоматоз – конечная стадия изменения осадочных пород под действием процессов растворения, перекристаллизации, взаимодействия горячих минерализованных растворов и газов с минералами, выноса веществ и превращения их в метаморфические горные породы.

Орогенные процессы – процессы горообразования.

Осадочные горные породы – природные тела, которые образовались в процессах выветривания, переноса и отложения продуктов разрушения горных пород, остатков организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Парагенезис – закономерная природная группировка минералов (кварц и золото; сфаленит, галенит, халькопирит и серебряные руды; алмаз и железисто-глиноземистый гранат).

Полиморфизм – способность минералов образовывать при одном химическом составе различные по строению кристаллические решетки и формы кристаллов (графит и алмаз).

Реакционный ряд Н.Л. Боуэна – последовательная кристаллизация породообразующих минералов из магматического расплава.

Седиментация – процесс накопления осадков в морях и океанах разного происхождения и вещественного состава (терригенные, хемогенные, биогенные, вулканогенные, полигенные).

Сталагмит – натечные образования, растущие со дна пещеры в карбонатных породах, возникающие при испарении воды, поступающий на пол пещеры.

Сталактит – натечные образования из карбоната кальция, возникающие при просачивании воды через потолок пещеры, содержащей бикарбонат кальция и перехода его в CaCO_3 при испарении воды.

Литература

1. Борголов, И.Б. Курс геологии/ И.Б. Борголов. - М.: Изд-во Иркутского университета, 1989. - 215 с.
2. Минералы. Сокровища Земли. Еженедельное издание. М.: ООО «Де Агостини», 2009, 2010, 2011. - Вып. №1 – 80.
3. Толстой, М.П. Геология и гидрогеология./ М.П. Толстой, М.А. Малыгин. - М.: «Недра», 1988. - 320 с.
4. Якушова, А. Ф. Общая геология / Якушова А. Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. М.: Изд-во МГУ, 1988. – 448 с.
5. Планета Земля. Энциклопедия «Ридерз Дайджест». 2008. – 256 с.

На обложке «Атласа минералов и горных пород» помещен рисунок Ленских Столбов

Учебное издание

Атлас минералов и горных пород



Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 21.12.2011. Формат 60×80. Бумага печатная.
Усл. п.л. 5,58. Тираж 25. Изд. № 2086.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, п. Кокино, БГСХА