

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

Минералы

На сегодняшний день известно более 4 тысяч минералов. Ежегодно открывают новые минеральные виды. Но также некоторые из них исключаются из новых видов при доказательствах, что он не существует как новый вид, а является только модификацией уже существующего минерала.

Существует довольно много определений понятия «минерал»:

Минералы – это природные химические соединения или самородные химические элементы, возникшие в литосфере.

Минерал – однородная по составу и строению часть горных пород, руд, метеоритов, являющаяся естественным продуктом геологических процессов и представляющая собой химическое соединение или химический элемент; минерал может находиться в любом агрегатном состоянии, при этом большинство минералов – твердые тела (Википедия).

Минерал - однородное по составу и строению химическое соединение или самостоятельно существующий химический элемент в твердом агрегатном состоянии, возникшие в земной коре в результате физико-химических процессов (ГОСТ Р 50544-93, Породы горные, термины и определения).

Минерал – это природное тело с определенным химическим составом и кристаллической структурой, образующееся в результате природных физико-химических процессов и обладающее определенными физическими, механическими и химическими свойствами (Академик.ру).

Более научное (академическое) определение данное академиком Н.П. Юшкиным звучит так:

«Минералами называются естественные дискретные органически целостные системы взаимодействующих атомов, упорядоченных с трехмерной неограниченной периодичностью их равновесных положений, являющиеся относительно неделимыми структурными элементами горных пород и дисперсных образований. Вся совокупность минералов составляет минеральный уровень структурной композиции неорганической материи, спецификой которого является кристаллическое состояние, определяющее свойства, законы функционирования и методы исследования минеральных систем» (цит

МИНЕРАЛЫ

Из приведенных определений следует, что с одной стороны минералы – это природные химические соединения и самородные химические элементы, возникшие и, следовательно, существующие в литосфере, независимо от их агрегатного состояния, т.е. твердые, жидкие и газообразные тела, а с другой стороны – это только кристаллические тела.

У геологов принято минералами считать только кристаллические химические соединения и самородные химические элементы, а другие литосферные образования, такие как твердые аморфные (опал, лимонит, обсидиан), жидкие (нефть) и газообразные (природный газ) – минеральными образованиями. Хотя есть и исключения, например, самородная ртуть в обычных условиях является жидкостью, которая переходит в кристаллическое состояние при более низких температурах.

Воду (подземные воды) к минералам не относят. Ее рассматривают как жидкое (расплавленное) состояние минерала лёд.

Классификация минералов

Существуют много вариантов классификаций минералов. Наиболее широко используется классификация по химическому составу и кристаллической структуре. В ней минералы подразделяются на разделы, классы и более дробные таксоны. Из разделов выделены:

- самородные элементы (алмаз, золото, сера и др.);
- сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения (халькопирит, сфалерит, молебденит и др.);
- галоидные соединения (галогениды) (флюорит, галит, бишофит и др.);
- оксиды и гидрооксиды (кварц, касситерит, ильменит и др.);
- кислородные соли (окси соли) (карбонаты, сульфаты, силикаты и др.);
- органические соединения (янтарь, уголь, шунгит и др.) – их по традиции относят к минералам, но условно, поскольку у них отсутствует кристаллическая структура.

Термин «недра» в науке имеет широкое и узкое толкование:

- широкое – недра простираются от поверхности Земли до ее центра, т.е. включают земную кору, мантию и ядро Земли,
- узкое – под недрами понимается верхняя часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

В Федеральном законе «О недрах» – «Недра являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии - ниже земной поверхности и дна водоемов, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения».

Земная кора сложена горными породами. Термин «горная порода» впервые в современном смысле употребил в 1798 г. русский минералог и химик В.М. Севергин. Традиционно под горной породой подразумевают только твердые тела, но в широком понимании к горным породам относят также нефть, природные газы и воду. По современным представлениям горные породы слагают верхние оболочки планет земной группы, а также Луну и астероиды.

Горная порода – это естественное твердое тело в литосфере, состоящее из определенного сочетания минералов и имеющее свойственное только ему строение.

Существуют другие, более академические определения:

Горная порода – это природные агрегаты минералов более или менее постоянного состава и строения, образующие самостоятельные геологические тела.

Горная порода – это природные минеральные агрегаты, слагающие литосферу Земли в виде самостоятельного геологического тела.

Горная порода – устойчивая по составу и строению природная ассоциация одного или нескольких минералов или минеральных агрегатов (ГОСТ Р 50544-93, Породы горные, термины и определения).

Горные породы могут быть твердыми (гранит, базальт и др.) и рыхлыми (песок, супесь, суглинок, торф).

По происхождению (генезису) горные породы делятся на четыре группы: магматические, осадочные, метаморфические, метасоматические.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Магматические горные породы образуются из магмы. Магма образуется в глубинных зонах Земли в результате тектонических процессов. Магма, излившаяся на земную поверхность или дно океана называется лавой.

Магматические породы по генезису подразделяются на две группы: эффузивные и интрузивные.

- эффузивные горные породы образуются при застывании лавы и образуют лавовые потоки и лавовые поля (покровы). В результате излияний из трещинных вулканов в прошлом образовались лавовые покровы, слагающие, например, плато Декан на п-ве Индостан и плато Путорана на Средне-Сибирском плоскогорье. Известны лавовые покровы в Северной и Южной Америке, на юге Африке и в Австралии.

С вулканизмом связано образование пирокластических (вулканогенно-обломочных) горных пород, представляющие собой скопления вулканического пепла и вулканических бомб, которые в свою очередь могут быть рыхлыми и сцементированными. Скопления сцементированного вулканического пепла называется вулканическим туфом, а сцементированных вулканических бомб – вулканической брекчией. Промежуточная горная порода – туфобрекчия.

Пирокластические породы подразделяются на грубообломочные (>10мм), крупнообломочные (2-10 мм), среднеобломочные (0,1-2мм), мелкообломочные (0,01-0,1 мм) и тонкообломочные (< 0,01 мм).

Эффузивные горные породы обладают скрытокристаллической структурой.

Эффузивная порода, имеющая аморфную структуру, называется

- **Интрузивные горные породы** образуются на глубине при застывании магмы, внедрившейся под высоким давлением в толщу земной коры. Они формируются в условиях медленного охлаждения и высокого давления, благодаря чему происходит полная кристаллизация минералов. Поэтому для интрузивных горных пород характерна полнокристаллическая структура и минералы можно различить невооруженным глазом.

Следует различать интрузия и интрузив. Интрузия – это процесс внедрения магмы, а интрузивы – магматические тела.

Интрузивы могут иметь разнообразные формы:

Дайка (жила) – заполненная интрузивной породой трещина, секущая пласты горных пород. от которых могут образовываться ответвления в виде силлов.

Силлы, когда магма внедряется вдоль поверхности напластования, приподнимая вышележащие слои пород.

Лакколиты образуют грибообразное тело, приподнимая вышележащие пласты.

Батолиты образуются в случае внедрения в земную кору больших магматических масс. Имеют большую вертикальную мощность и круто наклонные бока. Самые крупные батолиты могут иметь размеры свыше 100 км.

С магматическими породами связаны месторождения таких

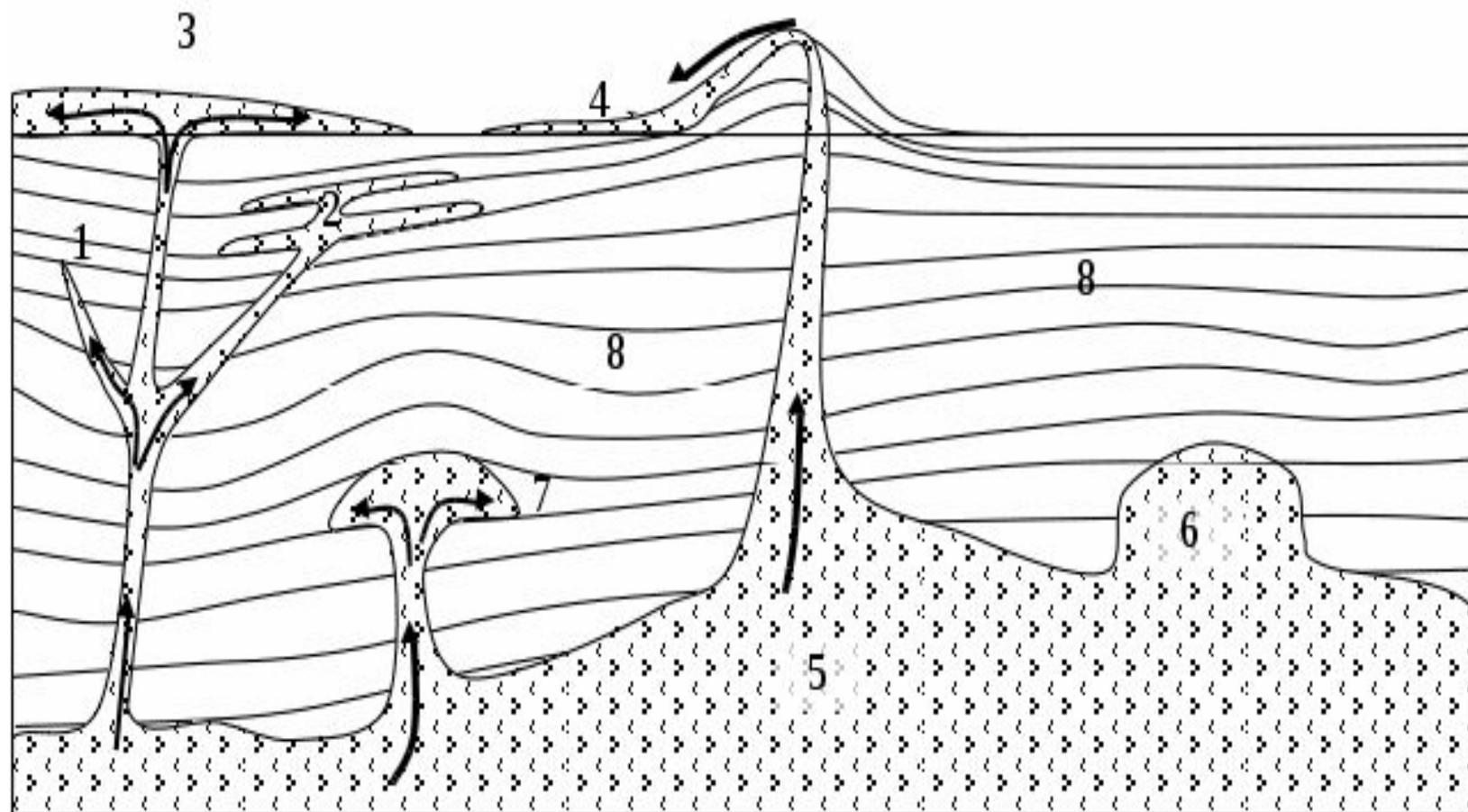


Рис. 6. Основные формы залегания магматических пород:
 1 – дайка (жила), 2 – силл, 3 – покров, 4 – поток, 5 – батолит, 6 – шток,
 7 – лакколит, 8 – толща осадочных пород

Классификация магматических горных пород

Магма, из которой образуются магматические горные породы (г.п.) может быть разного состава. Магматические породы классифицируются по разным основаниям: по минеральному составу, по химическому составу, по условиям образования, по глубине образования, по происхождению, по содержанию кремнезема (SiO_2).

В зависимости от содержания кремнезема (SiO_2) различают:

кислые (более 65% SiO_2). Гранит (интрузивная г.п.), липарит (эффузивная г.п.).

средние (55 – 65% SiO_2). Диорит (интрузивная г.п.), андезит (эффузивная г.п.)

основные (45 – 55% SiO_2). Габбро (интрузивная г.п.), базальт (эффузивная г.п.).

ультраосновные (менее 45% SiO_2). Перидотит, дунит, (интрузивные г.п.), эффузивных аналогов нет.

ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Слагают верхнюю часть литосферы, занимая на континентах 75% их площади.

Осадочные породы образуются чаще всего в результате осаждения вещества в водной среде, реже - на суше в результате деятельности ледников и ветра. Различают рыхлые и сцементированные осадочные породы.

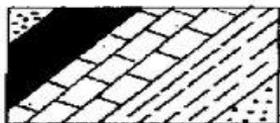
Рыхлые породы переходят в сцементированные под действием давления верхних слоёв. Этот процесс называется диагенезом. В результате в порах происходит увеличение концентрация солей и выпадение их в осадок, которые, цементируя мелкие песчаные и пелитовые частицы, превращают рыхлый осадок в твердую горную породу.

В зависимости от происхождения (генезиса) осадочные породы делятся на *обломочные (кластогенные), химические (хемогенные) и органические (органогенные) породы.*

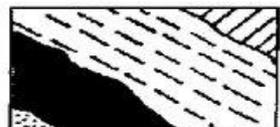
- **Обломочные (кластогенные).** Образуются в результате накопления обломков, разрушенных физическим выветриванием уже образовавшихся горных пород. Они переносятся водой, ветром, льдом и откладываются под водой или на поверхности.
- **Химические (хемогенные).** Хемогенные породы образуются в континентальных и мелководных морских бассейнах в результате химического осаждения вещества из растворов.
- **Органические (органогенные).** формируются в результате накопления остатков организмов. В зависимости от слагающего их вещества выделяют карбонатные, кремнистые, фосфатные органические породы и угли.

Залегают в форме пластов или слоёв. Залегание может быть горизонтальным (субгоризонтальным), моноклиналильным или складчатым. Изменение залегания пластов происходит в результате тектонических дви

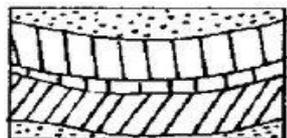
Строение земли. Земная кора. Горные породы



Моноклинал – пласты горных пород, направленных в одну сторону под одинаковым углом



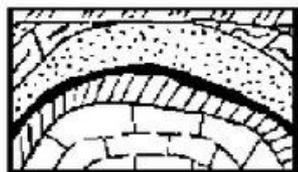
Флексура – коленообразный изгиб горизонтальных или наклонных слоистых толщ



Складка – волнообразный изгиб слоистых толщ
Угол складки – угол, образованный плоскостями крыльев



Синклинальная складка – складка, обращенная выпуклостью вниз.



Антиклинальная складка – складка, обращенная выпуклостью вверх.

Хемогенные породы (синонимы – эвапориты, галогенные породы (от греч. Hals – соль). образуются в континентальных и морских бассейнах в результате химического осаждения вещества из растворов. Большинство карбонатных пород (известняк, доломит) являются хемогенными осадочными породами. В нормальной морской воде содержание солей составляет 3,5%. В жарком засушливом климате в отчлененных мелководных заливах путем испарения соленость повышается. Увеличение солености морской воды до 15% приводит к осаждению из нее кальцита (CaCO_3) и доломита ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), при более высоком осолонении выпадают ангидрит (CaSO_4) и гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), при солености воды около 25% - каменная соль (минерал галит - NaCl), более 27% - глауберова соль (минерал мирабилит - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, применяется в стекольном и содовом производстве, а также в медицине), более 30% - калийные хлориды и сульфаты и другие соли. В качестве примера можно привести современное химическое осаждение солей в заливе Кара-Богаз-Гол на восточном берегу Каспийского моря, в Туркмении. В советское время там добывали глауберову соль

Органогенные породы формируются в результате накопления остатков организмов. В зависимости от слагающего их вещества выделяют карбонатные, кремнистые, фосфатные органические породы и угли. Угли, как известно, образуются в результате захоронения больших растительных масс.

Карбонатные породы представлены известняками-ракушечниками, почти нацело сложенными известковистыми образованиями морских животных: кораллов, мшанок, брахиопод, моллюсков и др. Известный всем писчий мел тоже является карбонатной органогенной породой. Под микроскопом видно, что он состоит из мельчайших ракушек. К современным органогенным образованиям относятся,

Кремнистые органогенные породы представлены диатомитом и радиоляритом, состоящими наполовину и более из кремнистых скелетов соответственно диатомовых водорослей и радиолярий (простейшие микроскопические животные, ведущие планктонный образ жизни). Сегодня на океаническом дне происходит накопление рыхлого радиолярита, который представлен глубоководным красноцветным радиоляриевым илом.

Фосфатные органогенные породы встречаются редко и представлены, в основном, ракушечником, состоящим из фосфатных раковин вымерших брахиопод, обитавших 400 млн. лет назад. Эти породы являются ценным минеральным сырьем для изготовления фосфорных удобрений. К современным фосфатным образованиям относится гуано (птичий помет), накопившийся на островах в условиях сухого климата.

С осадочными породами связано образование всех горючих полезных ископаемых (уголь, нефть, газ, торф, горючие сланцы), месторождений калийной и поваренной соли, фосфоритов, месторождений строительных материалов (известняк, доломит, мергель, гравий, песок, глины).

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Метаморфические породы возникают в результате преобразования ранее сформировавшихся магматических, осадочных и метаморфических пород. Эти породы уже после своего образования оказывались в обстановке, отличавшейся от той, при которой изначально происходило их формирование. Изменения в ранее возникших породах происходят под воздействием трех основных факторов: температуры, давления, растворов и газов. Последние химическим путем воздействуют на преобразуемые породы. В зависимости от преобладания воздействующих факторов выделяют 3 типа метаморфизма: *контактовый, динамический и региональный*.

Контактовый метаморфизм возникает при внедрении магмы в верхние слои земной коры и охватывает область окружающих пород, контактирующих с магмой. Окружающие породы подвергаются прямому тепловому воздействию. Иногда в преобразовании исходной породы играют роль также растворы и газы, проникающие в окружающие породы. Роль давления в этом случае незначительна. Типичными породами, возникающими при контактовом метаморфизме, являются *роговики*, которым присущи высокотемпературные минералы. Известняки в этом случае превращаются в мрамор.

Динамический метаморфизм происходит вследствие огромных напряжений, возникающих в земной коре, в результате действия одностороннего давления. В этом случае в исходной породе под прямым углом к направлению сжатия происходит расслаивание ее на тонкие плоские пластины с образованием плоскостей сланцеватости. Ясно, что давление здесь играет главную роль. Типичными породами динамического метаморфизма являются *сланцы*.

Региональный метаморфизм возникает при глубоком погружении пород и охватывает значительные площади. Здесь одновременно действуют и температура и давление, поскольку с глубиной эти факторы возрастают. Типичными породами являются *кристаллические сланцы* (не путать с простыми сланцами) и *гнейсы*. При низкой степени регионального метаморфизма песчаники превращаются в кварциты, а известняки в мрамор.

Характерной особенностью метаморфизма является перекристаллизация исходной породы в твердом состоянии. Жидкая фаза (раствор, расплав) может иногда присутствовать при метаморфических преобразованиях, но только в подчиненном качестве. В результате метаморфизма изменяются минеральный состав, структурные и текстурные особенности, а иногда и химический состав исходных пород.

Метаморфизм сопровождается перемещением и перегруппировкой вещества, которые происходят в процессе перекристаллизации первичной породы. Перекристаллизация может осуществляться без изменения валового химического состава исходной породы. Такой метаморфизм, не сопровождающийся привносом и выносом компонентов, называется *изохимическим* или *собственно метаморфизмом*.

С метаморфизмом связано образование месторождений таких полезных ископаемых как: графита, железа (железистые кварциты), меди, свинца и цинка, серебра, золота, урана, редких металлов, асбеста, ртути, мрамора и др.

МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Углубленное изучение метаморфических пород и процессов метаморфизма показало, что в природе широко распространены процессы не только изменения минерального состава, структуры и текстуры первичной горной породы, но и самое главное изменение ее химического состава под воздействием растворов и газов (флюидов), т.е. в преобразовании исходной породы главную роль играют флюиды. Был установлен факт замещения одного минерала другим с сохранением формы исходного минерала. Этот метаморфический процесс получил собственное название – метасоматоз (от слов: мета - после и сома – тело), т.е. замещение по телу, иначе псевдоморфное замещение), а породы, образовавшиеся в результате метасоматического процесса было решено выделить в особую группу, наряду с магматическими, осадочными и метаморфическими породами.

Метасоматоз – это процесс преобразования горных породах под воздействием легкоподвижных растворов и газов (флюидов), циркулирующих в земной коре, путем частичного или полного изменения ее минерального состава в условиях сохранения горной породой твердого состояния и объема. То есть метасоматические процессы не изменяют объем породы, а перекристаллизация исходной породы с изменением химического состава осуществляется в твердом состоянии путем одновременного растворения минералов исходной породы и образования новых в результате привноса-выноса флюидами химических элементов.

Конечно, это тоже своего рода метаморфизм, потому, что при метасоматозе тоже происходит замещение минералов, слагающих породы. Отличие от метаморфизма заключается в том, что метасоматические реакции замещения происходят быстрее из-за более активного привноса химически агрессивных флюидов и быстрого выноса путем растворения химических элементов и что важно, метасоматические реакции протекают между твердой фазой (горной породой) и жидкой и газообразной (флюиды) фазой при твердом состоянии преобразуемой горной породой. В результате образуются новые минералы, а следовательно и новые горные породы. Наиболее типичными из последних – это скарны, грейзены и серпентиниты. Скарны образуются при температурах 700-800 градусов на глубинах от 0,5 до 2 км. Они содержат рудные минералы, такие как халькопирит, галенит, сфалерит, шеелит, молибденит. С грейзенами связаны месторождения вольфрамит, берилла, турмалина. С метасоматозом связаны редкометальные месторождения.

Типы метасоматоза

- **Инфильтрационный метасоматоз.** Совершается в процессе свободного течения флюидной фазы по трещинам, зонам дробления и тектонических нарушений
- **Диффузионный метасоматоз.** Осуществляется путём миграции компонентов за счёт диффузии в поровых растворах.
- **Биметасоматоз.** Процесс, протекающий в зоне контакта двух пород резко различного химического состава. Здесь факторами процесса являются химизм флюидной фазы и химизм контактирующих пород