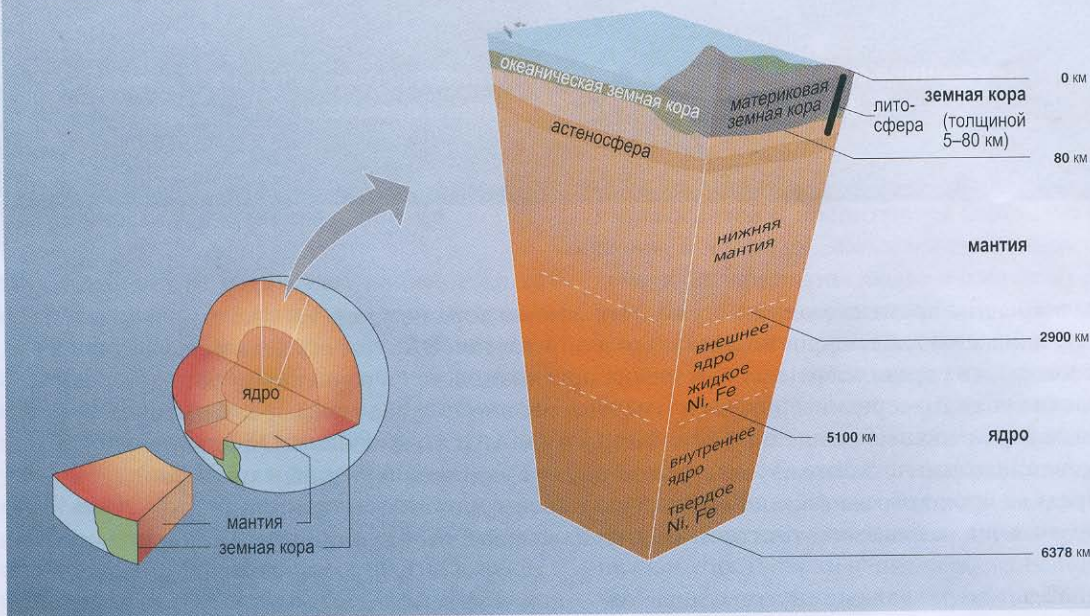


Рис. 3.2. Внутреннее строение Земли.



3.1. Внутреннее строение Земли

Земля вместе с Меркурием, Венерой и Марсом входит в число «каменных» планет Солнечной системы, которые построены в основном на базе соединений кислорода (O), кремния (Si) и железа (Fe). Более удаленные от Солнца планеты-гиганты (начиная с Юпитера) состоят в основном из водорода (H), гелия (He) и других легких элементов, находящихся преимущественно в газообразном состоянии. Все твердые планеты имеют силикатную оболочку, силикатно-оксидную мантию и состоящее из железа ядро (рис. 3.2).

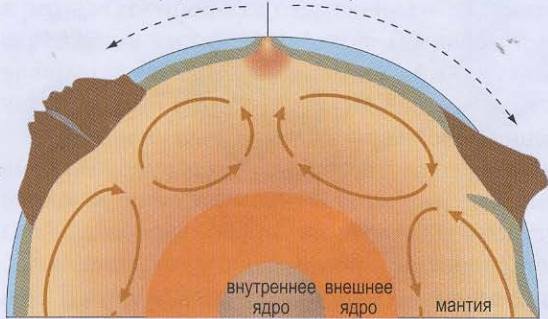
Каменистая земная кора – результат уникального геологического развития нашей планеты. Сейчас она имеет толщину от 5 до 80 километров и разделяется на две части, различающиеся по возрасту и способу образования – океаническую и континентальную земную кору.

Океаническая кора образует дно мирового океана и состоит из горных пород, возникших при застывании базальтовой магмы – жидкости, образовавшейся при плавлении горных пород астеносферы. Горные породы океанической земной коры покрыты океаническими

отложениями. **Континентальная кора** образует материки и состоит из различных магматических, осадочных и метаморфических горных пород.

Под земной корой до глубины 2900 метров простирается **мантия**, состоящая из горных пород, сходных по составу с каменными метеоритами. В верхней части мантии расположена пластичная **астеносфера**. В этом слое, имеющем толщину несколько сот километров, происходит частичное плавление горных пород мантии, в результате чего образуется магма. Этим объясняется вязкость астеносферы.

срединно-океанический хребет



← конвективный ток
 ← -- направление движения литосферы

Рис. 3.3. Тепловые конвективные токи в мантии.

Земную кору вместе с частью мантии, расположенной над астеносферой, называют **литосферой**.

Ядро Земли, состоящее из никеля и железа, расположено на глубине 2900–6378 км и разделяется на жидкое внешнее и твердое внутреннее ядро. Вращательные потоки жидкого металла во внешнем ядре создают динамическое магнитное поле Земли.

Земля по своей сути является природной «тепловой машиной», в гравитационном поле которой массы вещества с большей плотностью движутся в глубь планеты, а массы с меньшей плотностью – к поверхности. Вследствие этого в мантии возникают тепловые конвективные токи вещества (рис. 3.3). Это движение можно сравнить с движением воды в стоящем на плите чайнике.

Под действием давления пластичные горячие массы горных пород медленно поднимаются из глубины мантии в верхние ее слои, где, вследствие уменьшения давления, они частично плавятся. Массы горных пород астеносферы, содержащие до двадцати процентов жидкости (магмы), могут быть приведены вращением Земли в движение по горизонтالي. Это движение увлекает за собой литосферные плиты, плавающие, как плоты, на поверхности астеносферы.

Элементы литосферы, минералы и горные породы

Под литосферой понимается внешняя каменная оболочка планеты, охватывающая земную кору и часть мантии над астеносферой. Литосфера состоит в основном из следующих элементов: O, Si, Fe, Mg, Ca, Al, K и Na (рис. 3.4).

Минерал – это природное твердое тело однородного состава, образованное кристаллами характерной формы и определенной структуры. Так, состоящие из углерода графит и алмаз оба минералы, но разных видов. В графите атомы углерода располагаются слоями, а в восьмигранном кристалле алмаза они заполняют пространство равномерно – этим отчасти обусловлены различия в твердости этих минералов.

На Земле на сегодняшний день найдено около 3600 различных минералов. Это преимущественно силикаты, то есть образованы они прежде всего на базе кремния и кислорода – наиболее распространенных в земной коре элементов.

Минералы образуются в природе в ходе затвердевания (кристаллизации) жидких и газообразных веществ. Кроме того, новые минералы возникают в результате изменения кристаллической структуры уже существующих



Рис. 3.4. Соотношение основных элементов в составе Земли (в процентах от массы).



Рис. 3.5. Структура горной породы (на примере песчаника).

минералов. Этот процесс происходит в недрах Земли в условиях высокой температуры и давления. Например, графит при давлении более 50 тысяч атмосфер и температуре выше 1000 °С превращается в алмаз.

Горная порода – это совокупность прочно сцементированных минералов, встречающаяся в природе в виде пласта, застывшего лавового потока или иного твердого тела (рис. 3.6).

Горные породы разделяются по способу образования на три большие группы: магматические (изверженные), осадочные и метаморфические породы.

Магматические горные породы формируются вследствие кристаллизации магмы – горячей жидкости, образующейся в результате плавления горных пород мантии и глубинной части земной коры. Часть магматических по-

род образуется из затвердевшей магмы внутри земной коры в виде жил или других структур различной формы и величины. Такие породы называют **интрузивными горными породами**. Из излившейся на поверхность земли магмы образуются **эффузивные (излившиеся) горные породы**. Примером эффузивной горной породы может служить базальт. Это порода черного цвета, состоящая из мелких, не видимых невооруженным глазом кристаллов. Базальт обычен на дне океанов, а на поверхности материков широко распространена крупнокристаллическая интрузивная порода красного цвета – гранит.

Образование **осадочных пород** начинается с накопления сыпучих продуктов выветривания (разрушения) горных пород – гравия, песка, глины, а также других **осадков** (нано-



Рис. 3.6. «Круговорот» горных пород.

сов). Горной породой осадки становятся лишь в результате процесса окаменения – плотного скрепления частиц минералов. Так песок превращается в песчаник, известковый ил океанического дна – в известняк и т.д.

В глубоких слоях земной коры под влиянием повышенного давления и температуры выше 100 °С происходит изменение кристаллической структуры минералов, входящих в состав осадочных и многих магматических горных пород. В результате этого процесса, называемого метаморфизмом, образуются **метаморфические горные породы**. Так, например, изменение кристаллической структуры глинистых минералов приводит к образованию сланца – метаморфической породы, состоящей из тонких слюдяных пластинок. Из-за давления земных недр пластинки слюды обычно располагаются слоями. Поэтому сланец легко расщепляется на тонкие пласты.

При температуре выше 500 °С сланцы в свою очередь перекристаллизуются в гнейс – метаморфическую горную породу, в которой темные слои чередуются со светлыми, отчего она выглядит полосатой. Сланцы и гнейсы часто бывают свернуты в складки. Это результат деформации горной породы в земной коре силами сжатия (например, на границах столкновения литосферных плит).

В более глубоких частях земной коры, где температура поднимается выше 650 °С, гнейсы частично плавятся. Вследствие плавления гнейсов образуется богатая кремнием магма, которая, застывая, превращается в гранит. Такие прошедшие через частичное плавление метаморфические породы называют мигматитами. Мигматиты можно встретить среди валунов Эстонии. Их можно узнать по гранитным жилам, застывшим внутри полосатого гнейса.

Горные породы и минералы, содержащие практически значимое количество металлов, называются **рудами**. Развитие человеческого общества тесно связано с использованием руд и других горных пород. Не случайно важнейшие этапы развития человечества носят названия каменный, бронзовый и железный век.

Хотя Земля – планета минералов, экономически значимые запасы многих элементов в земной коре не безграничны. Возникающая время от времени нехватка того или иного минерального ресурса разрешалась до сих пор усовершенствованием технологии добычи минерального вещества или заменой его другим веществом. Так, современная инфотехнология вместо классических медных проводов все больше использует изготовленное из кварца (минерала) стекловолокно. Та же тенденция прослеживается и в энергетике, где происходит замена одного вида топлива другим.

Традиционные способы добычи многих видов минерального сырья (например, Ag, Cu, Zn, Pb и др.) значительно ухудшают состояние окружающей среды. Это и нарушение ландшафта, и загрязнение подземных вод кислотными сточными водами рудников, содержащими ядовитые соединения, и выброс в атмосферу диоксида серы при выплавке из руды металла. С целью изменения ситуации на уровне ООН проводится пропаганда устойчивого развития, которое обеспечит сохранность как природы, так и самого человека.

Вопросы и задания

1. Сравните океаническую и континентальную земную кору.
2. Как добываются сведения о внутреннем строении Земли?
3. В каких сферах Земли вещество горной породы находится в пластичном или расплавленном состоянии? Почему?
4. Почему и как вещество горной породы перемещается в мантии?
5. Объясните различия свойств углерода и алмаза, обусловленные их структурой.
6. Приведите примеры кристаллизации в природе.
7. На какие группы делятся горные породы по способу их образования?
8. Где находится ближайшее к вашей школе место, где можно увидеть коренные горные породы? Какие?