

Рис. 3.7. Литосферные плиты, направление и скорость их перемещения (см/год).

## 3.2. Тектоника литосферных плит

Литосфера разделена на **блоки**, или **плиты**. Площадь плит бывает самой разной: от небольших Кокосовой, Анатолийской и еще более мелких плит до гигантских плит Евразии и Тихого океана. Литосферные плиты могут совершать вертикальные колебания, кроме того они перемещаются и в горизонтальной плоскости со скоростью от нескольких сантиметров до 20 сантиметров в год. Несмотря на небольшую скорость дрейфа плит, за миллионы лет они могут переместиться на большие расстояния (рис. 3.7).

### Раздвижение океанических плит

К середине 20 века выяснилось, что через все океаны проходят разломленные многими параллельными трещинами мощные горные системы. Они получили название срединно-океанических хребтов. Именно здесь поднимающаяся из глубины мантии раскаленная магма вызывает разрывы океанической земной коры и, застывая, раздвигает литосферные плиты. Исходящее из срединно-океанического хребта **горизонтальное раздвижение океанических плит** называется **спредингом** (рис. 3.8). Спрединг обусловлен разрастанием океанического дна за счет затвердевания магмы и об-

разования из нее горных пород, постепенно формирующих подводные вулканические горные хребты. Вследствие напряжений, возникающих в результате подвижек океанической коры, отдельные ее участки опускаются или поднимаются, формируя подводные уступы. Эти процессы сопровождаются землетрясениями с очагом на глубине нескольких километров. Наглядным примером спрединга является Исландия, которая представляет собой не что иное, как наиболее возвышенный участок Срединно-Атлантического хребта, поднимающийся над водой (рис. 3.7).

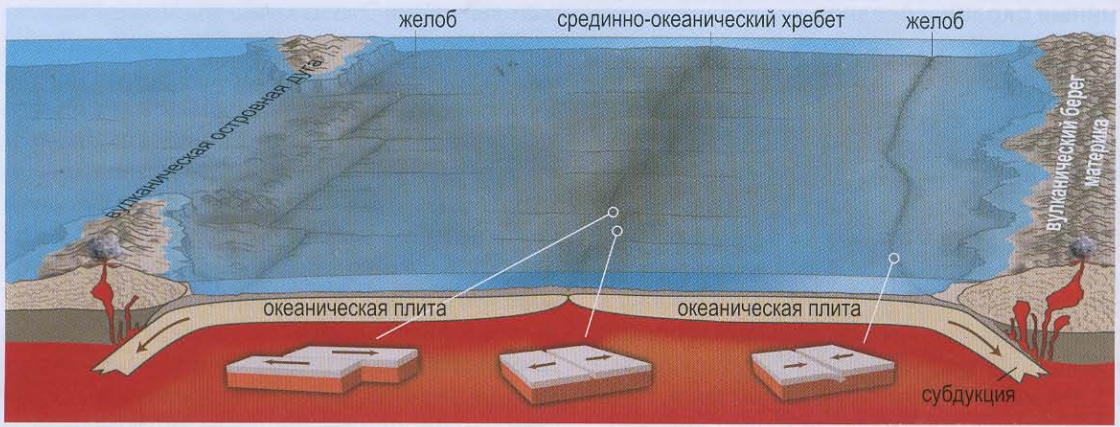


Рис. 3.8. Раздвижение океанической земной коры и сопровождающие его процессы.

Современные океанические впадины в геологическом смысле очень молоды. Если древнейшие горные породы материков имеют возраст 4 миллиарда лет, то возраст наиболее древних пород океанической коры не превышает 180 миллионов лет. Эта разница объясняется тем, что океаническая кора постоянно обновляется. Обновление происходит за счет излияния и застывания магмы в области срединно-океанических хребтов, а также вследствие погружения наиболее древних частей океанических плит в астеносферу и их расплавления.

Направления и скорости раздвижения океанического дна «записаны» природой в донных породах в виде параллельного срединному хребту магнитного поля, полосы которого имеют разную интенсивность. Магнитное поле застывшего в океаническом хребте базальта сохраняет ориентацию магнитного поля Земли, существовавшую во время образования данной горной породы. Однако с течением времени магнитные (северный и южный) полюса Земли меняют свое положение. Причиной этого является перестройка системы потоков вещества в жидком внешнем ядре Земли (где возникает динамическое магнитное поле нашей планеты). В сумме с современным магнитным полем Земли базальты с одинаковой с ним и противоположной ориентацией магнитного вектора дают магнитное поле различной интенсивности. Чередование магнитного поля дна океана в виде параллельных срединному хребту полос и увеличение возраста горных пород по мере удаления от срединных хребтов однозначно указывают на спрединговое происхождение океанической литосферы (рис. 3.9).

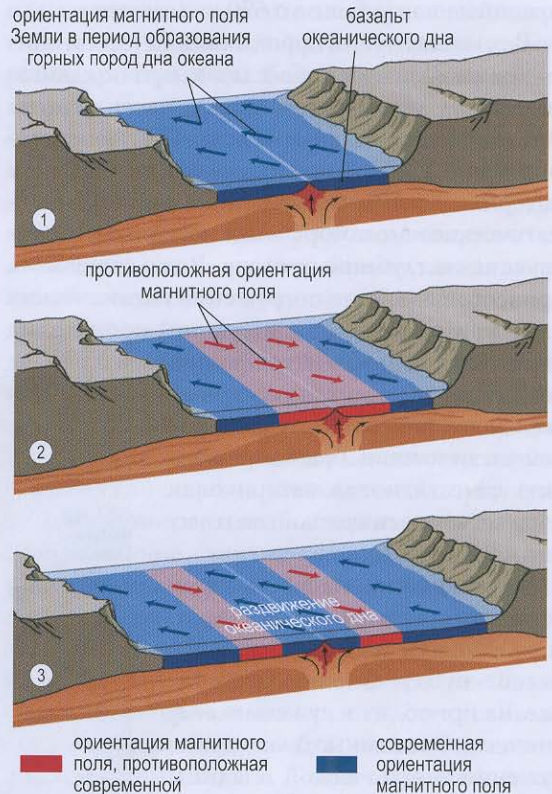


Рис. 3.9. Образование магнитных поясов на дне океана.

## Активные окраины океанов

Погружение океанической плиты в глубь мантии вследствие поддвигания ее под материковую плиту называется **субдукцией**. При погружении происходит сгибание края океанической плиты, что приводит к образованию глубоководного желоба вдоль побережья материка. Горные породы погружающейся плиты частично расплавляются, а образовавшаяся магма изливается вследствие землетрясений наружу, образуя вдоль желоба цепочку вулканов – **вулканическую островную дугу**. Если же погружение океанической плиты происходит непосредственно у побережья материка, то на окраине материка образуется **вулканическая горная система**. Проявление этих процессов можно наблюдать на примере «огненного кольца» вулканов, окружающего Тихий океан. Вдоль зоны поддвигания океанической плиты возникают очаги землетрясений, расположенные на глубине до 670 километров.

Вся масса горной породы океанической плиты все же не исчезает бесследно при поддвигании ее под материковую плиту. Часть породы в процессе погружения «соскребается» с океанической коры и присоединяется к окраине материка. К этому материалу добавляются магматические и метаморфические породы, поступающие из глубинных слоев. Вследствие этих процессов в районе погружения океанических плит в глубь мантии (субдукции) происходит наращивание новой материковой коры. Она образуется из горных пород океанической коры и верхней части мантии. Благодаря обилию гранита, новая материковая кора легче океанической, поэтому она не погружается в мантию.

Затихание магматической активности срединно-океанического хребта при продолжении процессов субдукции на окраинах океана приводит к сужению океанической впадины. Длительное сужение океанической впадины может привести к ее полному смыканию и столкновению мате-

риковых плит. Это явление мы можем наблюдать в Альпийско-Гималайском горном поясе, где Средиземное и Черное море представляют собой остатки существовавшего 200 миллионов лет назад океана Тетис, а вершины Гималаев – район начавшегося 40 миллионов лет назад столкновения материковых плит Индии и Евразии. Вдоль активных океанических окраин и в районах столкновения материковых плит образуются складчатые горы (рис. 3.10).

## Дрейф материков

Согласно теории тектоники плит, материковые области также не стоят на месте, а перемещаются по поверхности астеносферы на значительные расстояния. Выяснилось, что на протяжении долгой геологической истории Земли дрейфующие материковые плиты объединялись друг с другом в гигантские суперконтиненты. Такие суперконтиненты существовали на протяжении 200-400 миллионов лет, а затем вновь распались на «осколки», между которыми образовывались океаны. Последний гигантский материк, названный А.Вегенером Пангеей, образовался 350 миллионов лет назад и начал распадаться 160 миллионов лет назад. Можно сказать, что мы живем в эпоху распада этого последнего суперконтинента. Согласно геологическим данным, подобные суперконтиненты существовали также примерно 1 миллиард, 1,6 миллиарда и 2,5 миллиарда лет назад (рис. 3.11).

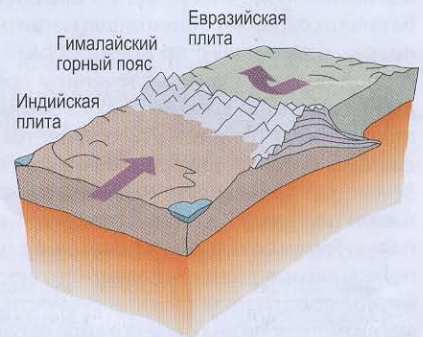
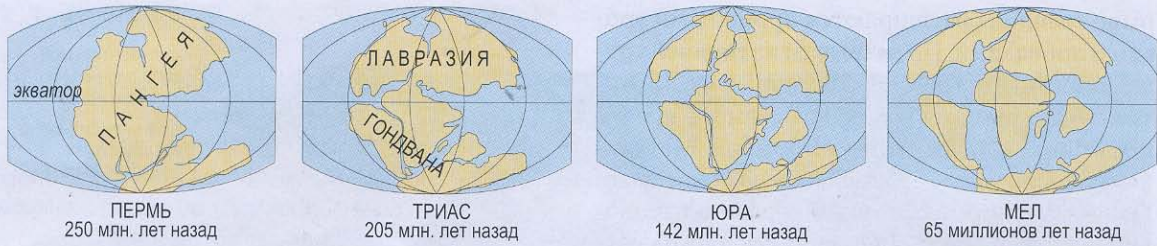


Рис. 3.10. Дрейф Индийской плиты и ее столкновение с Евразийской плитой.



### Как происходит разлом материковых плит?

Ответ на этот вопрос дает наблюдение за процессами в горячей точке. **Горячими точками** называются очаги плавления горных пород в глубинных слоях мантии. На поверхности Земли в таких местах происходят извержения вулканов. Расположение горячих точек в мантии не зависит от границ плит, они не перемещаются с блоками литосферы. Если над горячей точкой движется относительно тонкая океаническая плита, то с течением времени горячая точка порождает вулканическую цепь, при этом возраст образовавшихся вулканов разный. Например, горячей точкой порождена Гавайская вулканическая цепь в Тихом океане. Теперь над этой горячей точкой расположен действующий вулкан Мауна-Лоа, а старейший из известных

Рис. 3.11. Дрейф материков.



вулканов этой цепи, Мейджи, действовавший 75 миллионов лет назад, сейчас сместился вместе с океанической плитой к северо-востоку и находится у Алеутской островной дуги. Это потухший вулкан, скрытый под поверхностью океана (рис. 3.12).

Если же горячая точка расположена под толстой, трудно проницаемой материковой плитой, то она вызывает сводовое поднятие плиты и расплавляет горные породы. В своде создается сильное напряжение растяжения, которое вызывает разрыв земной коры, часто в трех направлениях. Образовавшиеся при раз-



Рис. 3.12. Возникновение цепи вулканов в районе горячей точки.

рыве трещины расширяются процессами эрозии и провалами. По разрывам из горячей точки поднимается магма. Так образуется **континентальный рифт** – разрыв земной коры с рельефом глыбовых гор и вулканами. Материковую плиту может разорвать либо очаг плавления мантии, обладающий огромной тепловой энергией, либо совокупность нескольких очагов. В последнем случае континентальный рифт имеет вид разветвленной системы разломов, как это можно наблюдать в Восточной Африке (рис. 3.13).

Если тепловая энергия очагов плавления мантии так велика, что вызывает обширное плавление горных пород в астеносфере, то имеет место массивное излияние базальтовой магмы по трещинам на поверхность. Возникают базальтовые плато, например плато Декан, Колумбийское и Средне-Сибирское. Поднимающиеся к поверхности массы базальтовой магмы могут разорвать материковую литосферу, вследствие чего образуется океанический рифт, подобный срединно-океаническому хребту. Он начинает «производить» океаническую кору, то есть начинается развитие океанической впадины. В наши дни такой океан в зародыше представляет собой Красное море.

Таким образом, через стадии континентального и океанического рифтов происходит разрыв материковых плит и образование новых океанических впадин. Океаническая впадина, в свою очередь, проходит стадии расширения и сужения, вплоть до полного смыкания ее берегов.

В отличие от океанической литосферы, материковые плиты, благодаря малой плотности составляющих их горных пород, не погружаются в глубь мантии. Поэтому в ходе геологиче-

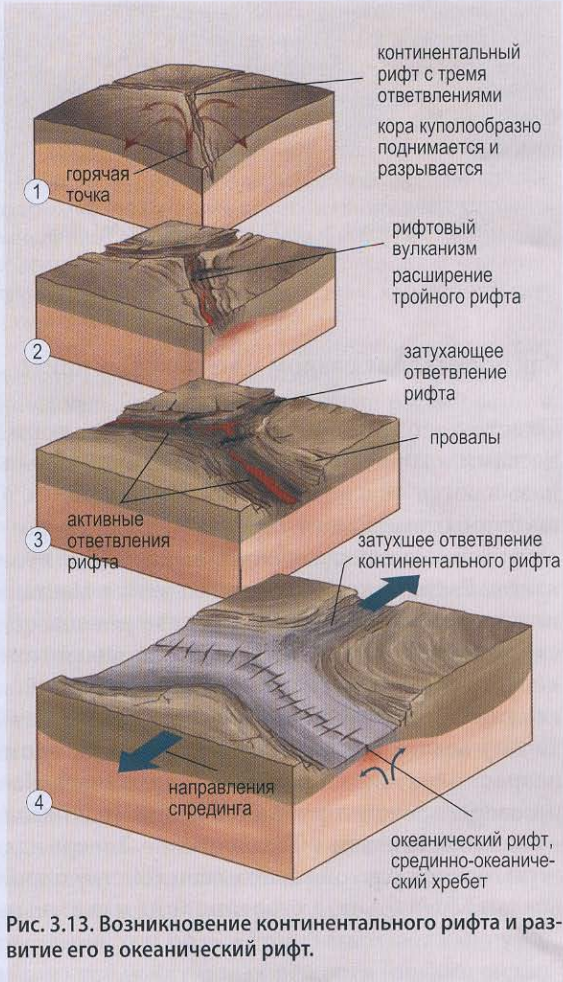


Рис. 3.13. Возникновение континентального рифта и развитие его в океанический рифт.

ского развития Земли масса материковых плит все время возрастала, и долгая геологическая история нашей планеты запечатлена прежде всего в горных породах материковой коры.

## Вопросы и задания

1. Чем вызывается перемещение литосферных плит?
2. Приведите (с помощью карты литосферных плит) примеры мест с быстрым и медленным расхождением плит.
3. Приведите примеры влияния разнонаправленного движения плит на рельеф земной поверхности.
4. Назовите районы, в которых образуется новая земная кора и в которых земная кора уничтожается.
5. Почему океаническая кора значительно моложе материковой?
6. Охарактеризуйте (с помощью карт дрейфа материков) изменения местоположения Эстонии в течение последних 200 миллионов лет.
7. Объясните с помощью рисунка возникновение Гавайской вулканической цепи в Тихом океане.