

3.3. Вулканы

Вулкан представляет собой канал, трещину или систему каналов и трещин, возникших в земной коре, по которым массы магмы, обломков горных пород и газов извергаются на поверхность. Вулканы – «извергающие огонь горы» – получили свое название по имени римского бога огня Вулкана.

По состоянию активности вулканы бывают **потухшими** (если извержений не происходило на протяжении истории человечества), **уснувшими** (находящимися длительное время в состоянии покоя) или **действующими** – извергающимися постоянно или с промежутками до нескольких десятков лет. Так, например, вулкан Сент-Хеленс на западном побережье США спал 123 года до возобновления активности в начале 1980 года, кульминацией которой стало катастрофическое взрывное извержение 18 мая (рис. 3.14).

Вулканы встречаются чаще всего на границах литосферных плит – они многочисленны в срединно-океанических хребтах и в поясах поддвигаания океанических плит под материковые. Наиболее яркие примеры – вулканы Исландии и «огненного кольца» Тихого океана. Но вулканы встречаются и далеко от края плит – в районе горячих точек или континентальных рифтов. Таковы, например, вулканы Гавайских островов и Восточной Африки.



Рис. 3.14. Извержение вулкана Сент-Хеленс (США) утром 18 мая 1980 года, вследствие которого высота вулкана уменьшилась на 400 метров (с 2950 до 2550 м). Столб пепла и пыли поднялся в атмосферу на высоту более 25 километров, а возникшее землетрясение повалило деревья в радиусе 10 километров от центрального кратера.



Влияние свойств магмы на форму вулкана и процесс извержения

Извергающаяся из вулканов магма образуется в результате плавления различных горных пород, поэтому и состав ее может быть разным. От состава магмы, в свою очередь, зависят ее свойства и характер извержения. Такое важное свойство, как вязкость магмы, зависит от содержания в ней кремния. Чем больше в магме кремния, тем больше ее вязкость, тем разрушительнее бывают извержения. Геологи традиционно выражают содержание кремния в магме и магматических горных породах

в процентах диоксида кремния (SiO_2) от общей массы горных пород. Содержание кремния в базальтовой (основной) магме, образующейся в астеносфере, колеблется между 35% и 52% SiO_2 . При плавлении океанической коры, содержащей кремниевые отложения, возникает средняя по кислотности андезитовая магма с содержанием SiO_2 52%–65%, а из материковой коры, богатой песчаными и глинистыми породами, образуется кислая гранитная магма, содержащая 65%–75% SiO_2 .

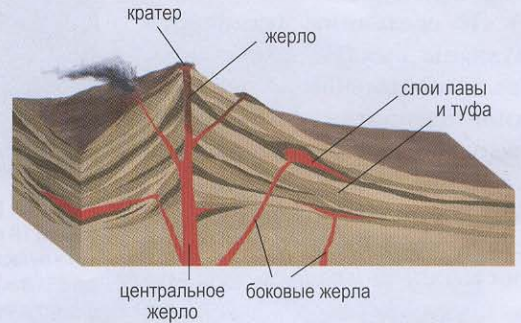
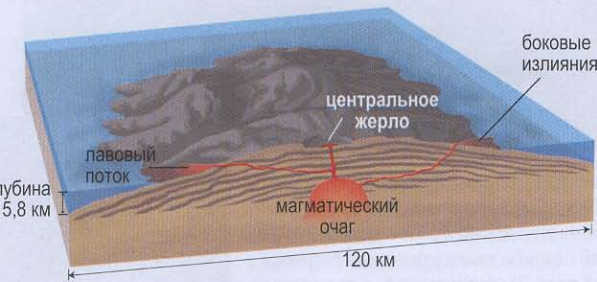


Рис. 3.15. Щитовой вулкан. На фотографии гавайский вулкан Мауна-Лоа.

Рис. 3.16. Стратовулкан. На фотографии извержение вулкана Этна 25 июля 2001 г. Это самый высокий (3295 м) и самый активный вулкан в Европе.

Вулканы, расположенные в океане, питаются, как правило, образовавшейся в астеносфере базальтовой магмой, а на окраинах материков образуется уже преимущественно гранитная магма. Вулканы, расположенные в районах горячих точек и континентальных рифтов, извергают базальтовую магму, обогащенную щелочными металлами нижней мантии (К и Na).

Тип извержения вулкана, его форма и строение тесно связаны со свойствами питающей его магмы. Излившаяся на поверхность магма называется **лавой**. Лава отличается от магмы отсутствием газов.

Щитовые вулканы образуются из бедной кремнием и газами базальтовой магмы с малой вязкостью. Это жидкая магма, которая спокойно изливается на поверхность, растекается длинными лавовыми потоками и образует плоский вулканический конус. Часто магма прорывается на поверхность и по трещинам, отходящим от основного жерла, формируя на склонах вулкана дополнительные конусы. Все океанические вулканы являются щитообраз-

ными. Наиболее известен первый по величине среди современных вулканов – вулкан Мауна-Лоа, начавший формироваться миллион лет назад. Он полого поднимается со дна Тихого океана на высоту более 10 километров, возвышаясь над поверхностью океана на 4 километра (рис. 3.15).

Стратовулканы возникают из значительно более вязкой, андезитовой и особенно гранитной магмы, обогащенной кремнием и газами. Лавовые потоки короткие и редкие или вообще отсутствуют. Лава часто затвердевает в виде пемзы – стекловидной, богатой пустотами (из-за обильного выделения газовых пузырьков) горной породы. Вязкая магма часто затвердевает уже в жерле вулкана, образуя там лавовые пробки, под которыми скапливаются горячие газы. Это приводит к повышению давления. При превышении критической границы давления происходит взрывное извержение вулкана, в ходе которого вулканический конус разрушается, и в воздух поднимаются большие облака

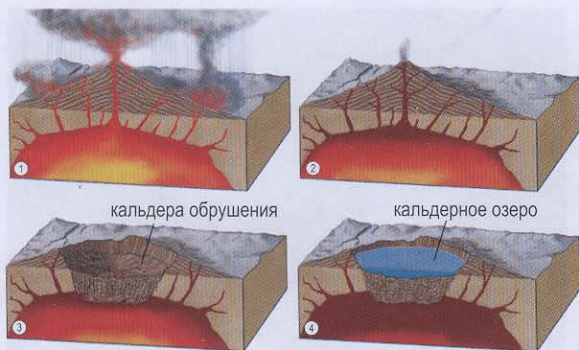


Рис. 3.17. Возникновение кальдеры обрушения. На фотографии кальдера Рано-Кау в Чили.

газа, а также смесь обломков породы, пепла и капель лавы. При осаднении такого материала образуются слоистая горная порода – вулканический туф. Стратовулканы встречаются на материках и в районах погружения литосферных плит в глубь мантии (рис. 3.16).

В ходе сильных извержений кровля магматического очага может обрушиться, вследствие чего возникает гигантский кратер диаметром до нескольких десятков километров – **кальдера** (рис. 3.17). Кальдера может возникнуть и при взрывном извержении вследствие разрушения вершины вулкана (например, вулкан Сент-Хеленс). Такую кальдеру называют взрывной.

Явления, сопутствующие извержению

Исследование «дыма» действующих вулканов

Палящая туча.



Рис. 3.18. Грязевой поток, лахар, затопил в 1985 году городок Армеро в Колумбии.

показывает, что среди вулканических газов значительно преобладает водяной пар. Кроме того, в большом количестве выделяются соединения ядовитых диоксидов углерода и серы, а также соединения N, Cl, F и других элементов. Именно облака из смеси газов и раскаленного вулканического пепла («палящие тучи») погребли под собой итальянские города Помпеи, Геркуланум и Стабии во время извержения вулкана Везувий в 79 году. Такая же палящая туча, скатившаяся в 1902 году со скоростью поезда со склонов вулкана Мон-Пеле на острове Мартинике (Малые Антильские острова), уничтожила за несколько минут город Сент-Пьер с 26 тысячами жителей.

Извержение вулканов со снеговыми и ледовыми вершинами приводит к образованию разрушительных **грязевых потоков**, лахаров, состоящих из смеси талых вод с вулканиче-

ским материалом. Грязевой поток, возникший при извержении вулкана Невадо дель Руис в Колумбии в 1985 году, похоронил под трёхметровым слоем грязи городок Армеро вместе с 25 тысячами жителей (рис. 3.18). Поток возник на высоте 5 километров и двигался со скоростью 30 километров в час.

Движущаяся в недрах действующего вулкана магма вызывает землетрясения, которые могут быть причиной оползней и разрушений.

С окончанием извержения активность вулкана полностью не заканчивается. Десятилетиями и даже столетиями после извержения из земли могут подниматься горячие, осаждающие желтую серу струи газа – фумаролы, либо извергающиеся в определенном ритме столбы горячей воды и пара – гейзеры.

Предсказание вулканических извержений

Извержения вулканов можно предсказать, но точность предсказания колеблется от нескольких часов до нескольких недель. Все-таки, благодаря проведенной за несколько дней эвакуации, удалось в значительной мере избежать человеческих жертв при катастрофическом извержении вулкана Сент-Хеленс в Северной Америке 18 мая 1980 года и вулкана Пинатубо на Филиппинах 17 мая 1991 года.

С целью прогнозирования извержений проводятся различные наблюдения за действующими или просыпающимися вулканами. Сенсорами инфракрасного излучения измеряют температуру поверхности конуса со спутников, а на земле следят за изменением состояния подземных вод. Регистрируется также частота и интенсивность землетрясений, обусловленных движением вулканической магмы. В воз-



Рис. 3.19. Извергающийся гейзер. Пещера Блэк Рок, Невада, США.

духе над кратером вулкана измеряют содержание SO_2 и CO_2 . Кроме того, с точностью до нескольких миллиметров измеряют изменения высоты вершины вулкана, а также угол наклона его склонов.

Несмотря на разрушительность извержений, вулканизм имеет и положительные стороны для окружающей среды и человека. Почва вулканического происхождения очень плодородна, так как содержит большое количество минеральных веществ. Самородное серебро, золото, медь, а также сульфиды многих металлов представляют собой осадки вулканических газов или горячих водных растворов. В Исландии, Новой Зеландии и других странах горячие подземные воды используются как источник энергии. Исследование геологического прошлого Земли показывает, что вся земная атмосфера и вода океанов имеет вулканическое происхождение, являясь продуктом извержений, происходивших по меньшей мере 3,5 миллиарда лет назад.

Вопросы и задания

1. Объясните, почему и как извергаются вулканы.
2. Как подразделяются вулканы по частоте извержения?
3. Объясните, где встречаются вулканы, и приведите конкретные примеры.
4. Как состав магмы влияет на форму вулкана и тип извержения?
5. Назовите сопутствующие извержению явления, могущие вызвать большие разрушения и человеческие жертвы.
6. Можно ли предсказать извержения вулканов? Если да, то как?
7. Какие меры принимаются для уменьшения катастрофических последствий извержений?
8. Приведите примеры того, какую пользу приносят людям действующие вулканы.