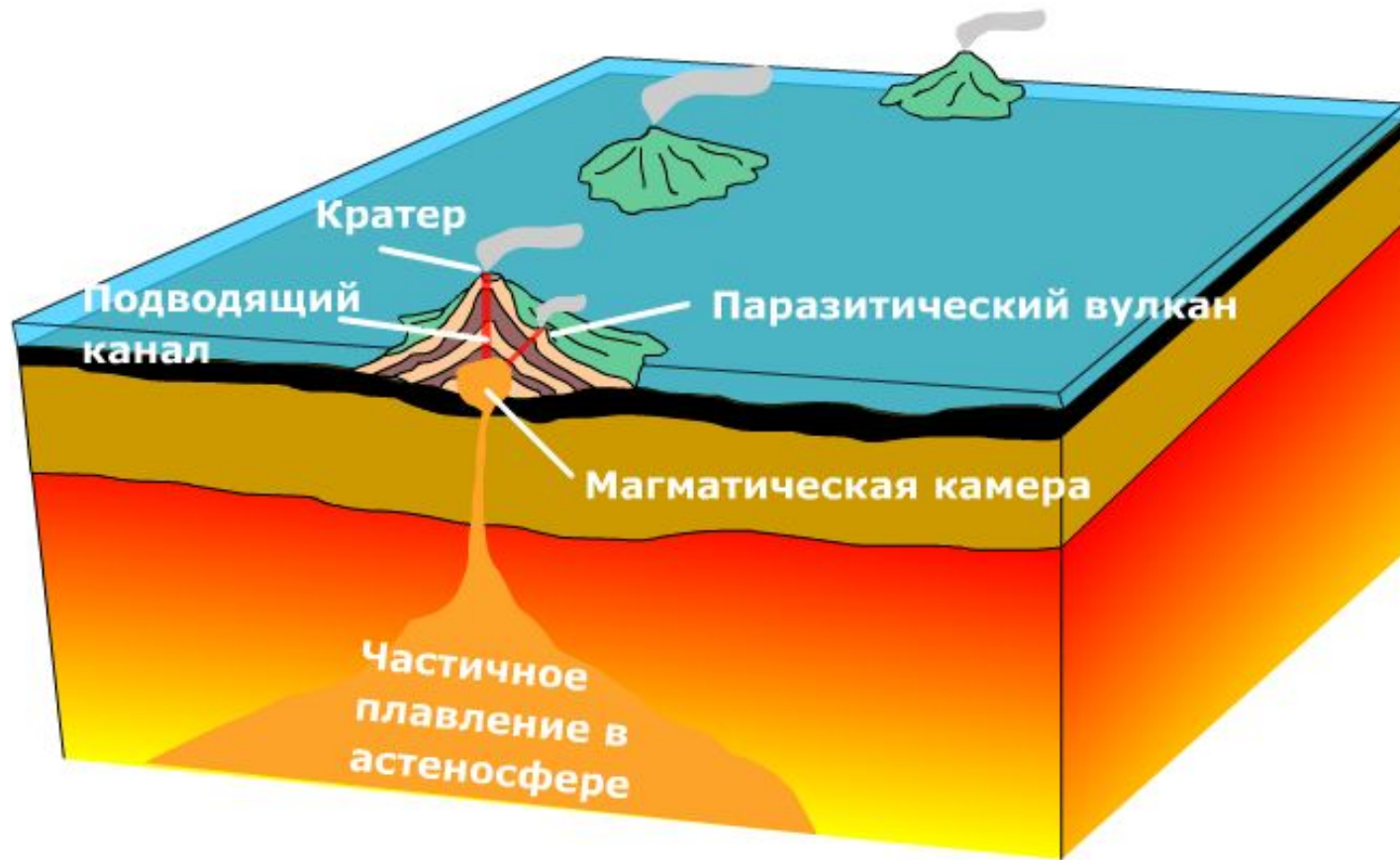


# Вулканизм



Если жидкий магматический расплав достигает земной поверхности, происходит его извержение, характер которого определяется составом расплава, его температурой, давлением, концентрацией летучих компонентов и другими параметрами.

- Одной из самых важных причин извержений магмы является ее *дегазация*. Именно газы, заключенные в расплаве, служат тем "двигателем", который вызывает извержение.
- Способ и скорость отделения летучих определяют три главные формы извержений:
  - **эффузивное**
  - **ЭКСПЛОЗИВНОЕ**
  - **ЭКСТРУЗИВНОЕ.**

- В зависимости от количества газов, их состава и температуры они могут выделяться из магмы относительно спокойно, тогда происходит излияние – *эффузия* лавовых потоков.
- Когда газы отделяются быстро, происходит мгновенное вскипание расплава и магма разрывается расширяющимися газовыми пузырьками, вызывающими мощное взрывное извержение – *эксплозию*.
- Если магма вязкая и температура ее невысока, то расплав медленно выжимается, выдавливается на поверхность, происходит *экструзия* магмы.

- Вулканические продукты при извержениях бывают жидкими, твердыми и газообразными.
- Состав газообразных продуктов сложный.
- По данным прямых измерений, в различных действующих вулканах среди летучих содержатся  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , S-газообразная,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Ar}$  и другие, хотя преобладают  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ .

- Состав газов и их концентрация сильно меняются в пределах одного вулкана – от места к месту и во времени, зависят они и от температуры и от типа земной коры.
- Наиболее высокотемпературные газы являются, скорее всего, **ЮВЕНИЛЬНЫМИ**, т.е. первичными магматическими эманациями, тогда как при более низких температурах они смешиваются с атмосферным воздухом и водой.
- Ниже  $+100^{\circ}\text{C}$  пары воды превращаются в жидкость, которая реагирует с малорастворимыми соединениями типа  $\text{HCl}$ , образуя агрессивные кислоты.

- **Жидкие вулканические продукты представлены лавой.** Термин "лава" произошел от латинского слова «laver» (мыть, стирать).
- химический состав лавы, вязкость, температура, содержание летучих – определяют характер эффузивных извержений, форму и протяженность лавовых потоков.
- Шире всего распространены базальтовые лавы. Базальтовые лавы при выходе на поверхность имеют высокую (до 1100-1200°С) температуру и малую вязкость.



Жидкие базальтовые лавы текут со скоростью до 60 км/ч при небольших уклонах, образуя лавовые реки. Если рельеф слабо расчлененный, то жидкие базальты образуют обширные покровы.



- Остывающие базальтовые лавы, первоначально нагретые до +1100 °С, еще могут течь даже при температуре +700° С.
- На таких подвижных базальтовых лавах быстро образуется корка мощностью в десятки сантиметров, под которой еще долгое время лава остается раскаленной.



Лава типа пахоэхоэ

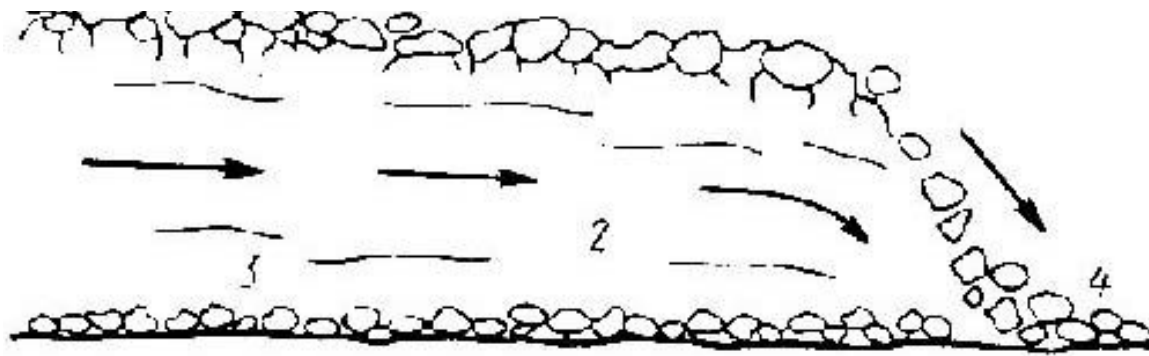
Поверхность базальтовых лавовых потоков нередко имеет вид толстых канатов, причудливо изгибающихся. Такие лавы называются *канатными* или *пахоэхоэ*.

Ниже сморщенной поверхности потока часто возникают полости, туннели, с потолков которых свисают лавовые "сосульки".

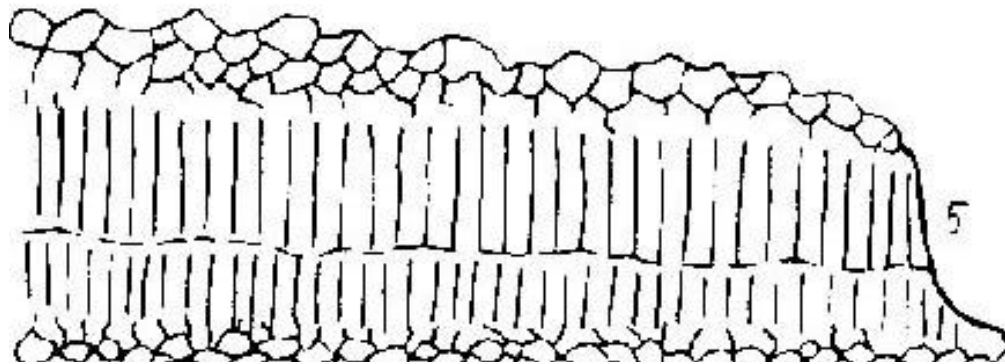


Лава типа аа

Для более вязких лав характерна глыбовая поверхность, называемая "*аа*"-лавой, которая состоит из остроугольных, часто с шипами и отростками обломков, являющихся раздробленной остывшей коркой.



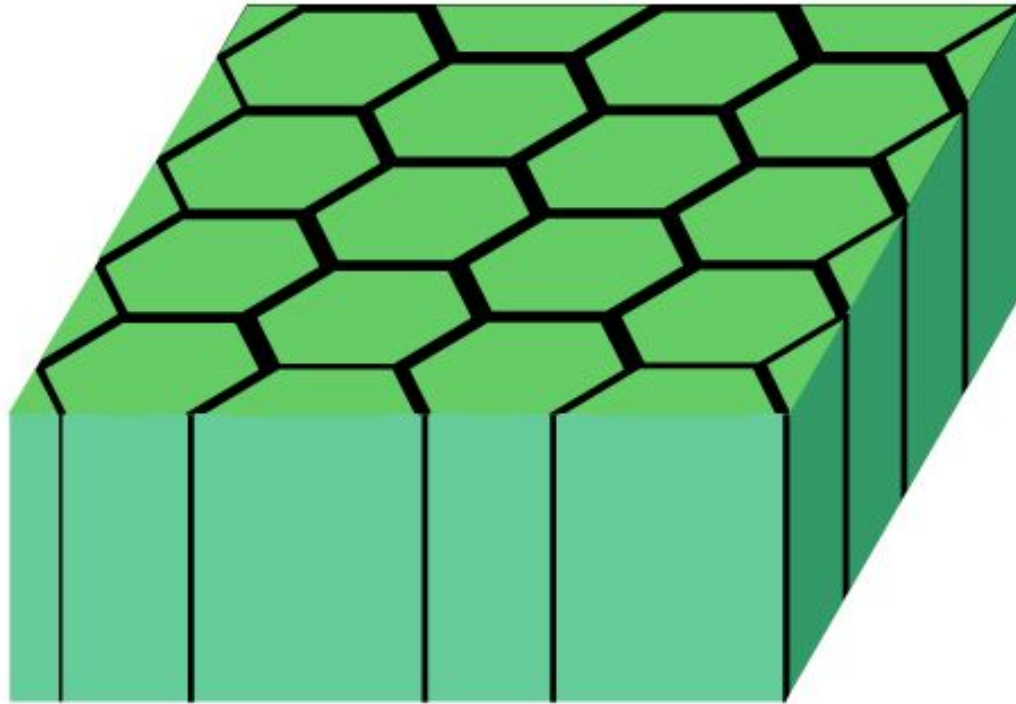
A



Лавовый поток, быстро остывая с поверхности, покрывается коркой с глыбами. Эта корка, достигая фронтальной части потока, обрушивается вниз, формируя раскаленную осыпь, на которую лавовый поток накатывается, как гусеница танка. Так образуется *лавобрекчия* в подошве и в кровле потока



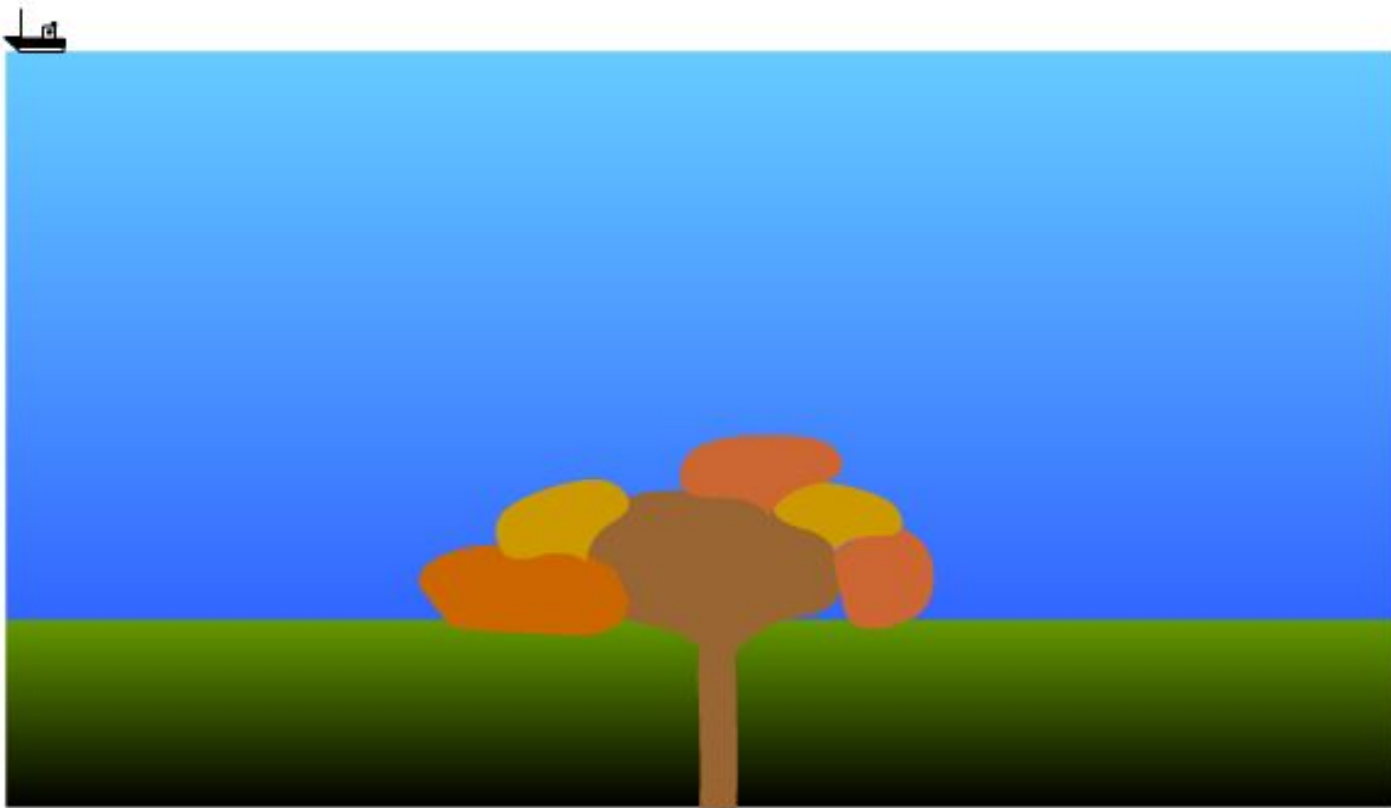
Средняя часть лавового потока остывает гораздо медленнее, и в ней, благодаря сокращению объема, возникают трещины растяжения, растущие как от подошвы вверх, так и от кровли вниз. Ведущей силой здесь является термонапряжение. Образуется **столбчатая отдельность**, всегда располагающаяся перпендикулярно поверхности охлаждения, т.е. рельефу подошвы потока или стенкам дайки.



При остывании в базальте возникает гексагональная отдельность







Базальты, изливающиеся в подводных условиях, образуют *подушечные, или пиллоу-лавы*, размер "подушек" которых достигает первых метров. В разрезе "подушек" отчетливо видны внешняя быстро застывшая стекловатая корка и более раскристаллизованное внутреннее ядро, нередко имеющее радиальную отдельность.





Промежутки между лавовыми "подушками" заполнены либо осадочным материалом, либо продуктами разрушения лав – мелкими стекловатыми обломками.

- Поверхность лавового потока, изливающегося в океане, море, озере или во льдах, очень быстро охлаждается, превращаясь в вулканическое стекло, которое, растрескиваясь в воде, образует массу пластинчатых осколков стекла. Подобные потоки называются *гиалокластитам*.

- Твердые и, частично, первоначально жидкие вулканические продукты, имеющие различную форму и размеры, образуются во время взрывных извержений.
- В зависимости от силы газовых взрывов и состояния вулканического материала – жидкого или твердого – происходит либо разбрызгивание расплава, либо распыление на значительном пространстве.
- При слабых взрывах расплескиваемая лава образует по краям кратера скопления спекшихся "лепешек" и "капель" лавы и такие конусы называются *капельными*, а породы - *агглютинатами*.



При сильных взрывах раскаленные, еще жидкие или пластичные куски лавы выбрасываются в воздух на десятки и сотни метров. Закручиваясь в воздухе и остывая, они падают на склоны вулкана, обладая грушевидной или крученой формой, и при размерах в первые сантиметры до нескольких метров называются *вулканическими бомбами*.



## Пирокластический материал



Если выброшенный вулканический материал имеет размерность 5,0-1,0 см, то он называется **лапиллями** (от итал. "лапилли"- шарик), а более мелкий - **вулканическим песком, пеплом** и **пылью**. Последняя обладает микронной размерностью и разносится на тысячи километров.

- Мощные взрывы выбрасывают в воздух не только бомбы и обломочки стекла, но и кристаллы минералов и их обломки.
- Такие мелкообломочные вулканические породы, состоящие из *ювенильного* (т.е. принадлежащего магме данного извержения) и *резургентного* (раздробленные породы вулкана) материала, называются *туфами*.
- В настоящее время для всех *рыхлых* продуктов вулканических извержений используется термин *тефра*.

# Типы вулканических построек

- В общем виде вулканы подразделяются на
  - *линейные*
  - *центральные*
  -
- это деление в известной мере условно, так как большинство вулканов так или иначе приурочены к линейным тектоническим нарушениям в земной коре



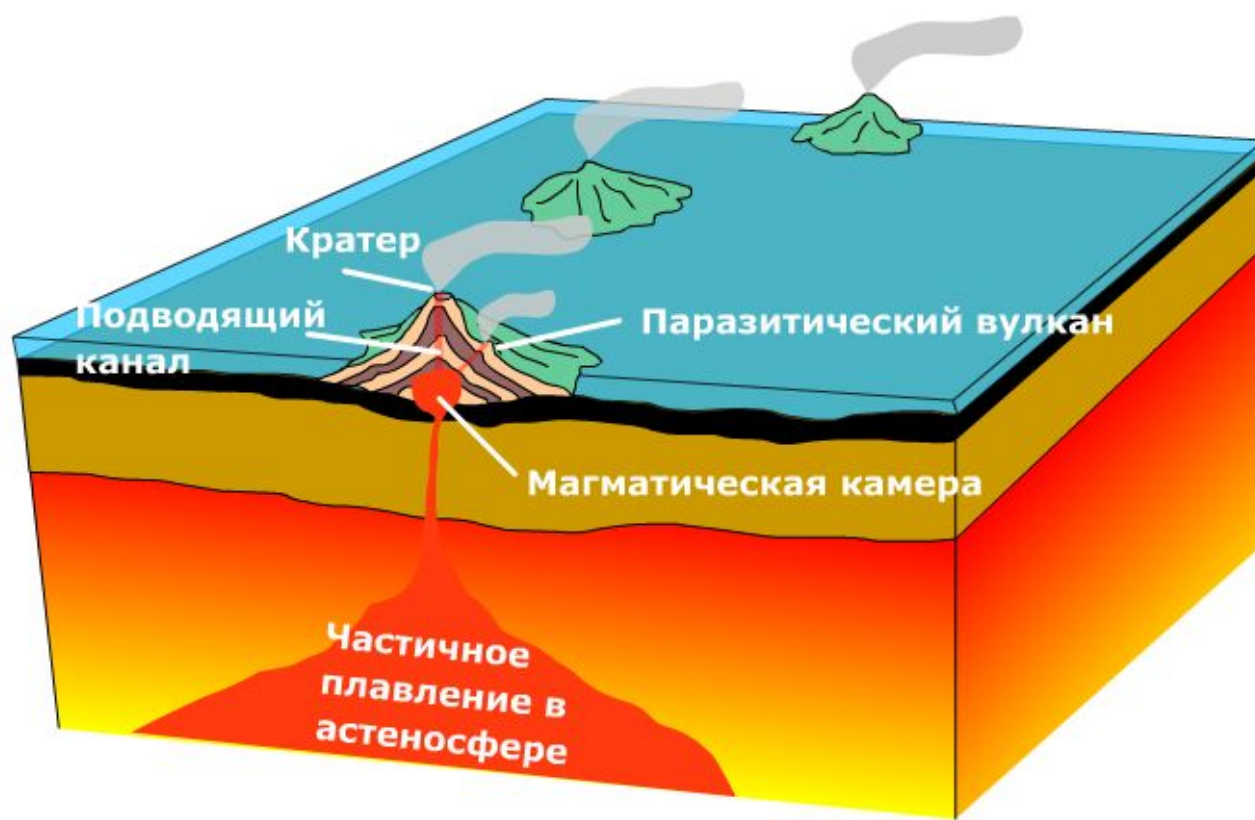
Линейные вулканы, или **вулканы трещинного типа**, обладают протяженными подводящими каналами, связанными с глубоким расколом. Как правило, из таких трещин изливается базальтовая жидкая магма, которая, растекаясь в стороны, образует крупные *лавовые покровы*. Вдоль трещин возникают пологие *валы разбрызгивания*, широкие плоские *конусы*, *лавовые поля*.





Под СОХ горячая астеносфера находится близко от поверхности. Частичное плавление астеносферы приводит к образованию базальтовых расплавов. Расплавы накапливаются в магматической камере, в нескольких км от поверхности. Извержения приводят к формированию подушечной лавы. Часть магмы кристаллизуется в подводных каналах. При этом магма заполняет трещины в уже сформировавшихся дайках. Формируется комплекс параллельных даек. Часть магмы кристаллизуется в краевых частях магматической камеры. Формируется габбро. Ниже – ультраосновные породы – продукты фракционной кристаллизации в магматической камере.

- В случае магмы более кислого состава образуются линейные *экструзивные валы* и массивы, сложенные выжатой лавой.
- Когда происходят взрывные извержения, то могут возникать эксплозивные рвы протяженностью в десятки километров.



Вулканы **центрального типа** имеют центральный подводящий канал, или *жерло*, ведущее к поверхности от магматического очага. Жерло оканчивается кратером, который по мере роста вулкана перемещается вверх. Кратеры меняют свою форму и размеры после каждого извержения.

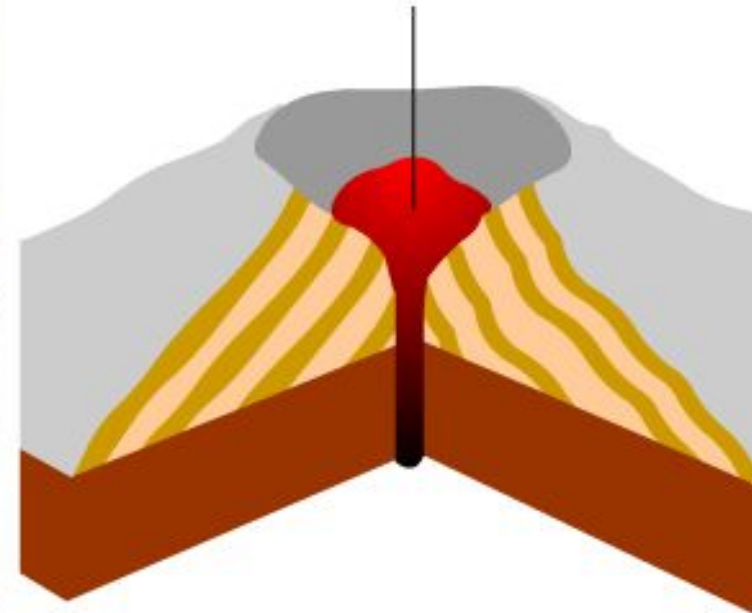
Кроме главного кратера могут быть и побочные, или паразитические, кратеры, расположенные на его склонах и приуроченные к кольцевым или радиальным трещинам.

Нередко в кратерах существуют озера жидкой лавы.

В других случаях, когда лава обладает высокой вязкостью, в кратерах растут купола выжимания, закупоривающие жерла, подобно "пробке", что приводит к сильнейшим взрывным извержениям, давление газов эту "пробку" вышибает из жерла.



Вулканический купол



Извержение вулкана Св. Елена в 1980 г. После извержения в центральном кратере возник небольшой купол.

Купол состоит из богатого  $\text{SiO}_2$  материала, который слишком вязок, чтобы течь.

Если купол полностью перекрывает кратер, то в дальнейшем, если давление сильно возрастет, опять может произойти взрывное извержение

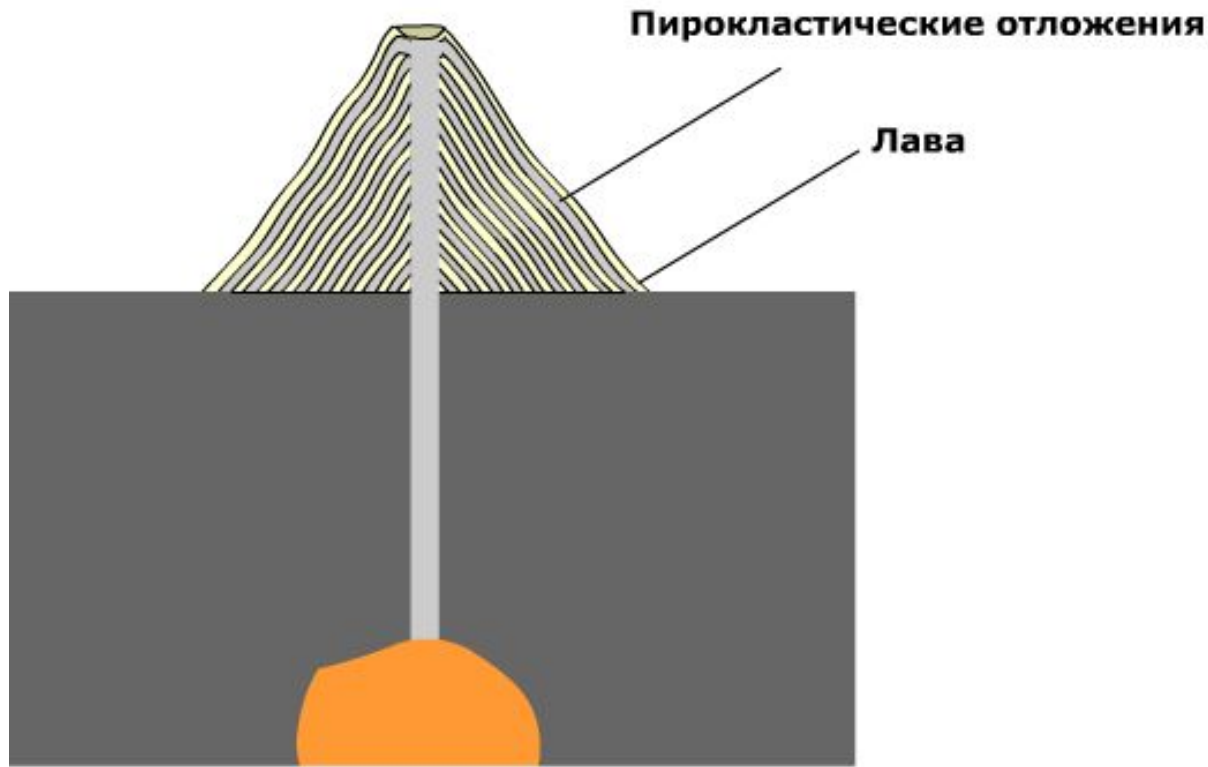


Форма вулканов центрального типа зависит от состава и вязкости магмы.



**Мауна Лоа на Гавайях**





Если вулкан периодически извергает то лаву, то пирокластические продукты, возникает конусовидная слоистая постройка, называемая *стратовулканом*. Идеальный конус стратовулкана имеет у кратера углы наклона в  $40^\circ$ , а у подножья -  $30^\circ$ , профиль его получается слегка вогнутым.





Схема строения стратовулкана.

1- кальдера на вершине, 2- вершинный конус,  
3- побочные лавовые вулканы, 4- экструзивный  
конус на склоне, 5- основной конус вулкана с  
чередованием лавовых потоков и туфовых покровов.  
6- более ранние кислые туфы в вулканотектоническо  
впадине, 7- периферический магматический очаг.

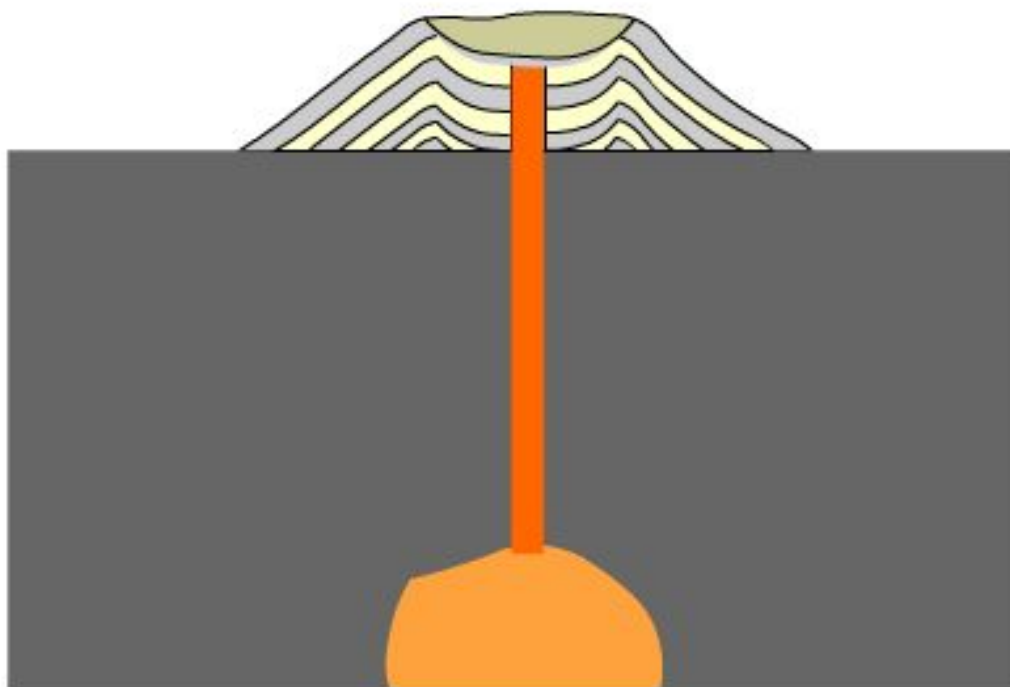


**Фудзияма**

## Лахары



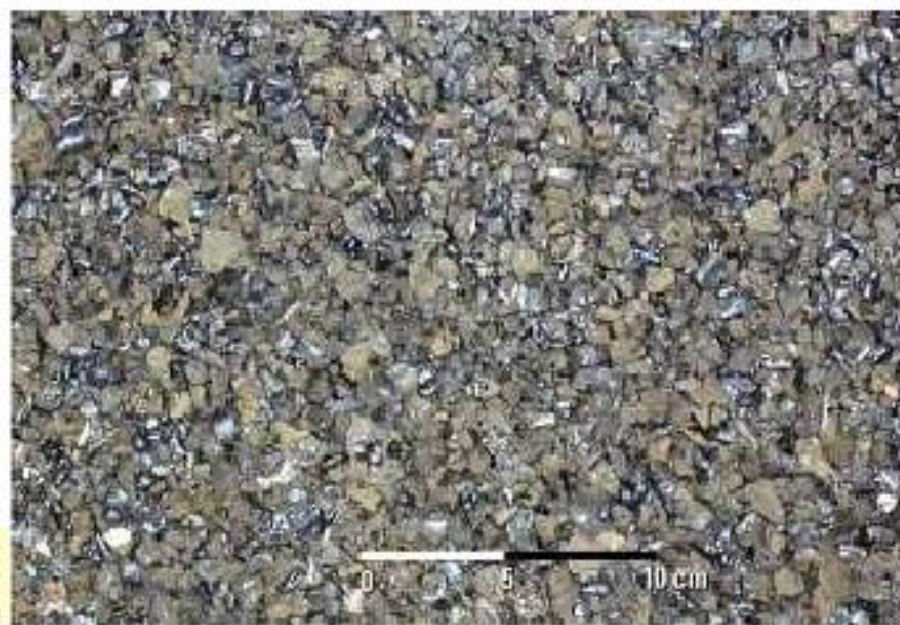
○



**Шлаковый конус**



Шлаковый конус



Вулканический

В случае чисто газовых взрывов, пробивающих себе дорогу через осадочные или какие-нибудь другие породы, формируются воронки - *маары* (озера), заполняющиеся впоследствии водой.

Брекчия взрыва в таких жерлах может вообще не содержать вулканического материала и состоять только из обломков вмещающих жерло пород.



Около 130 км

Уровень моря



Крупный щитовой вулкан



Небольшой щитовой вулкан



Крупный стратовулкан



Небольшой стратовулкан



Крупный шлаковый конус

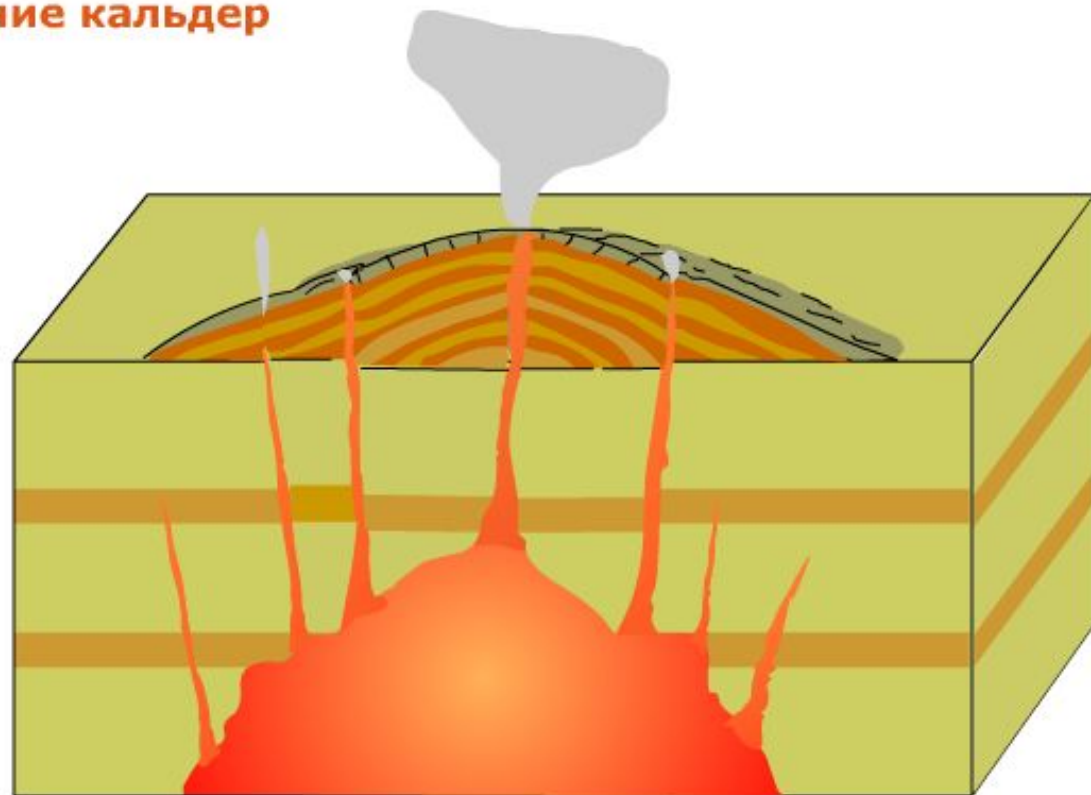


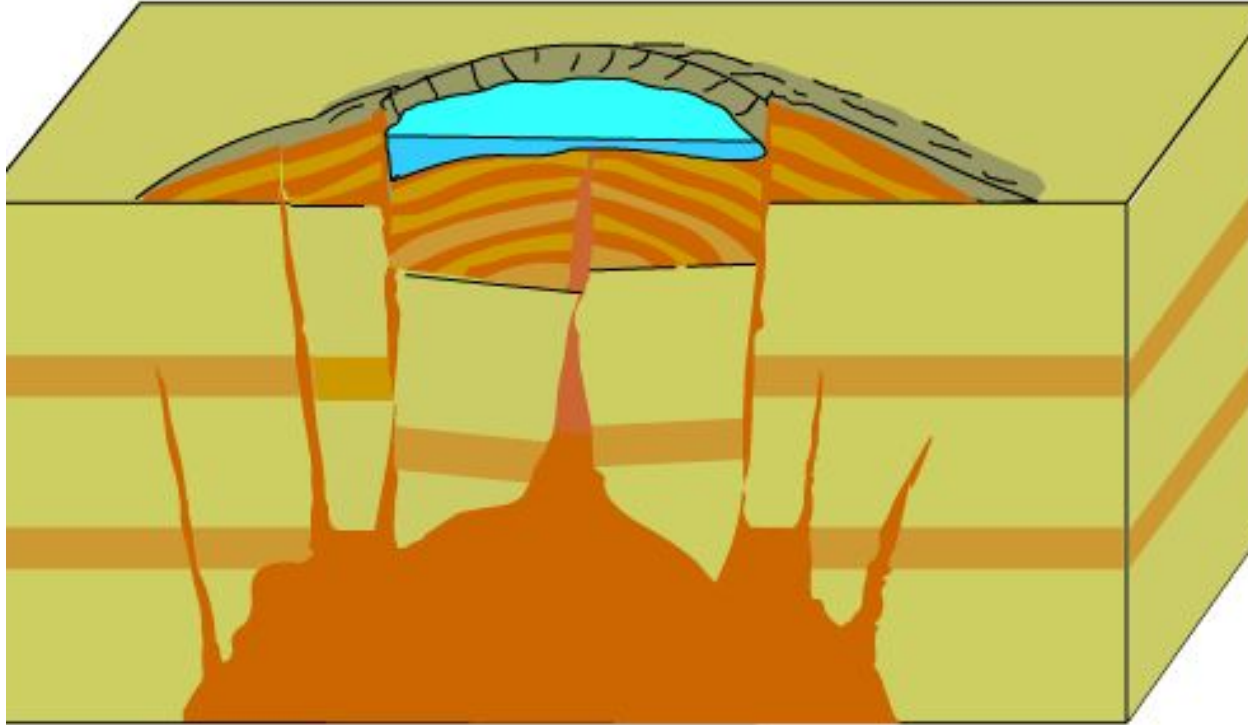
**кальдера**



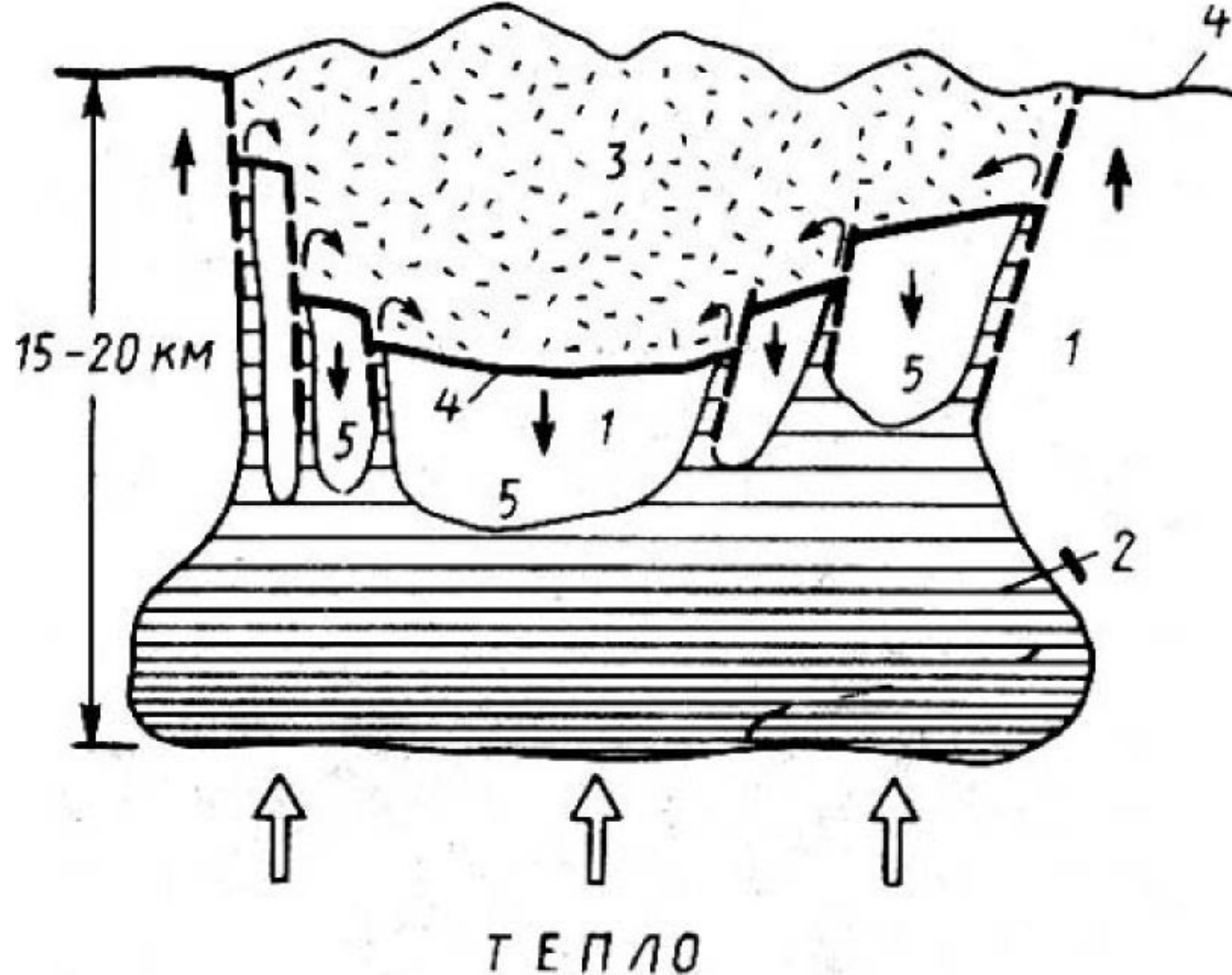
- Различают кальдеры:
- обусловленные мощными взрывными извержениями
- возникновение которых связано с излиянием больших объемов базальтовой магмы.
- В первом случае обрушение вершинной части вулкана происходит за счет разрушения ее взрывом. Такая кальдера может возникнуть и без вулканического конуса, например, при извержениях пемзы, туфов и пеплов по трещинам.
- Во втором случае кальдера возникает за счет оттока базальтовой магмы из близповерхностных очагов и подводящих каналов.

## Образование кальдер





- Кроме кальдер существуют и крупные отрицательные формы рельефа, связанные с прогибанием под действием веса извергнувшегося вулканического материала и дефицитом давления на глубине, возникшим при разгрузке магматического очага. Такие структуры называются *вулканотектоническими впадинами, депрессиями, грабенами*



Образование вулканотектонической впадины (вне масштаба). 1- субстрат, 2- магматический очаг, 3- кислые вулканические породы, 4- поверхность долавого рельефа, 5- просевшие блоки субстрата за счет разгрузки очага и нагрузки лав на поверхность

## Вулканизм горячих точек

