

МАГМАТИЗМ



- Магматизм – процесс **образования** и **перемещения** из глубоких недр Земли к её поверхности горячих силикатных расплавов (**магм**), содержащих в растворённом виде летучие компоненты (**пары воды и различные газы**).



Магматизм глубинный, или интрузивный, или плутонизм.

При интрузивном магматизме магма не достигает поверхности Земли и затвердевает на глубине



Интрузивное
магматическое
тело гора Аюдаг
в Крыму.

Вулканизм, поверхностный или эффузивный магматизм.



Остров Вулькано (Липарские острова) – **кузница Вулкана**, древнеримского бога огня и металлических ремёсел.



Вулканизм



вулкан Стромболи

Вулканизм – внешнее проявление магматизма Земли, объединяющий все явления, связанные с выходом магмы на земную поверхность.



Вулканизм – одно из самых впечатляющих проявлений внутренней энергии Земли. Земля всегда была магматически активна. Вулканизм – активный процесс, в его результате создаются вулканические горы и вулканические поля и плато

Вулкан Ключевской, Камчатка.



Плоскогорье Декан. Индия.

Дно Мирового океана, сложенное базальтами
результат вулканической деятельности.

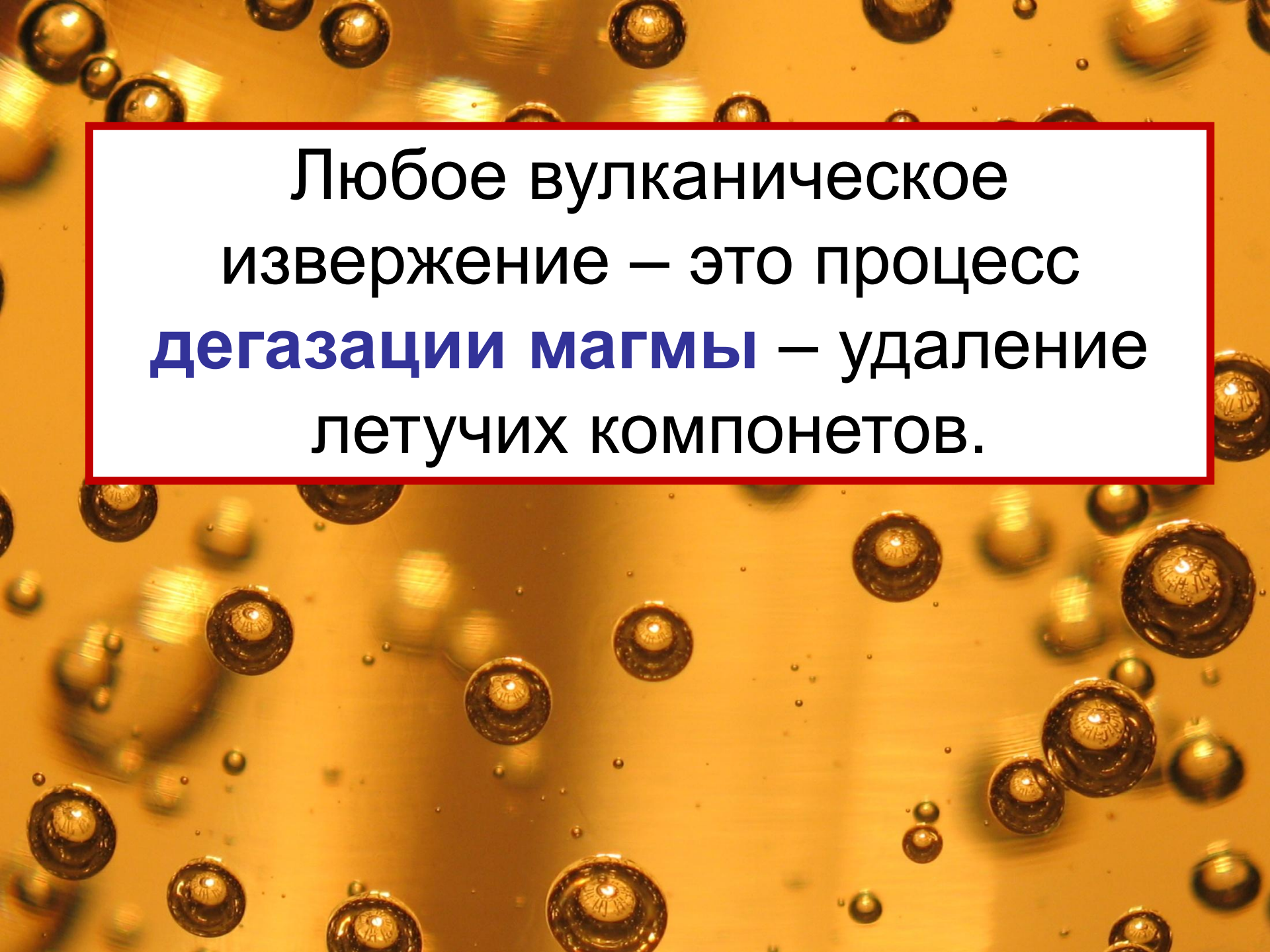


За счет извержения вулканов были созданы
современная атмосфера и **гидросфера**

Магма (от греч. – густая мазь) – флюидно-силикатный расплав

Магма – **трёхкомпонентный расплав**, состоящий из жидкости, твёрдых кристаллов и летучих компонентов (флюидов), находящихся как в растворённом виде, так и в виде газовых пузырьков.

- **Силикатный расплав** состоит из оксидов кремния, алюминия, кальция, железа, магния, титана, натрия и калия.
- **Флюиды** – летучие компоненты представлены парами воды, углекислотой, водородом, серным и сернистым газами, сероводородом и др. газами
- При охлаждении и затвердевании (кристаллизации) в магме образуются различные минералы – соли кремниевой кислоты.



Любое вулканическое
извержение – это процесс
дегазации магмы – удаление
летучих компонентов.

Широко известная модель извержения

1.



2.



3.



Процесс начинается только после удаления пробки!

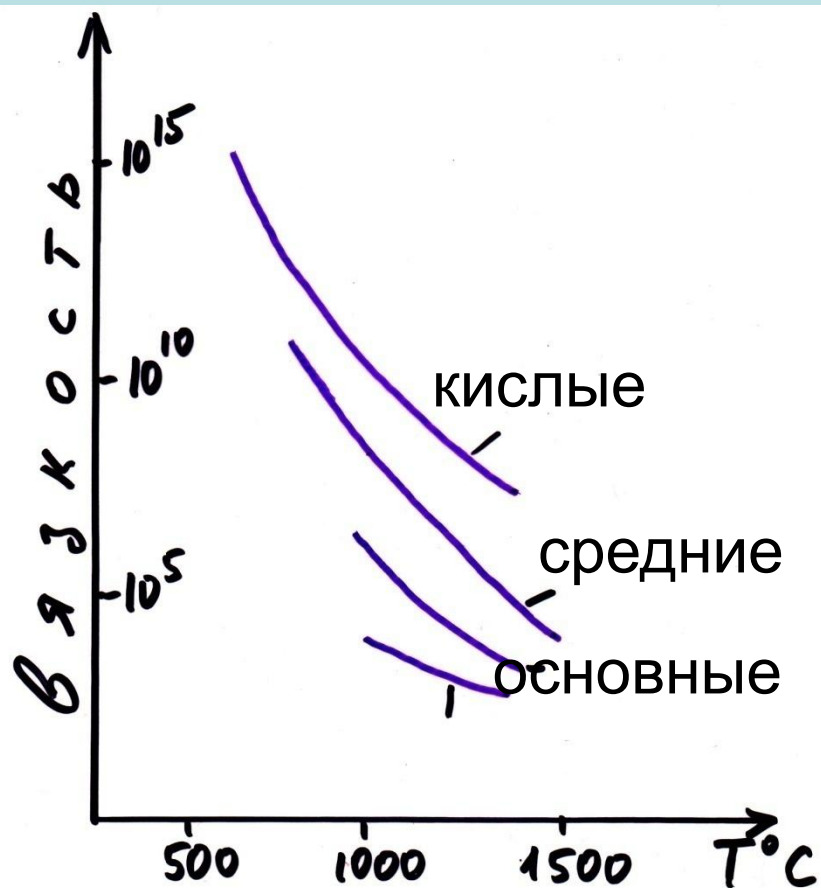
Магматическое извержение также начинается с «удаления пробки» – снятия или преодоления давления вышележащих пород



Вулкан Тангурахуа (Эквадор)

Вязкость магм зависит от их химического состава и температуры.

Вязкость магм, находящихся при одинаковой температуре, **возрастает от основных расплавов к кислым.**

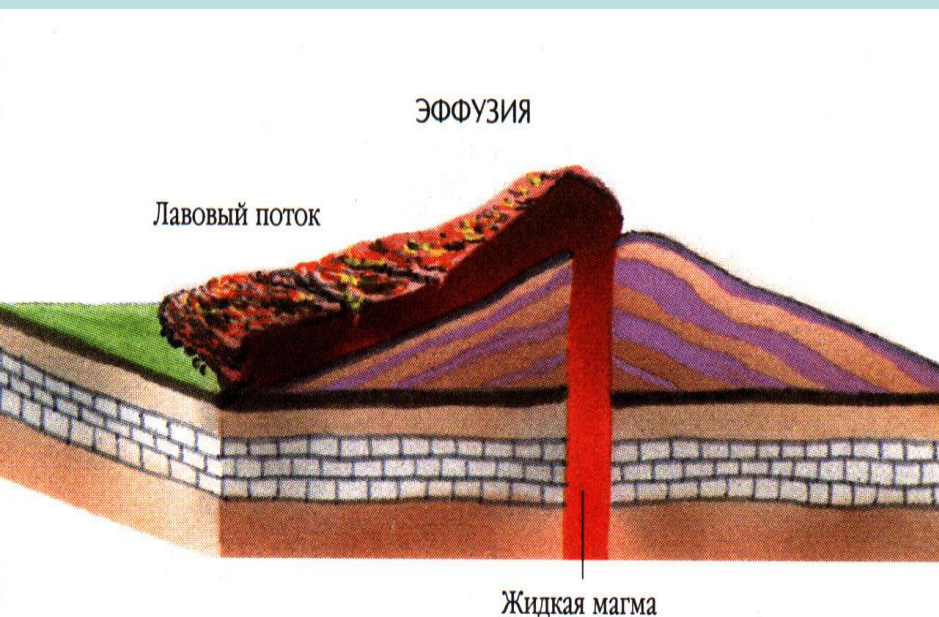


Рост вязкости вызван увеличением степени полимеризации расплавов по мере роста содержания SiO_2

Повышение температуры всегда ведет к понижению вязкости и повышению подвижности расплава.

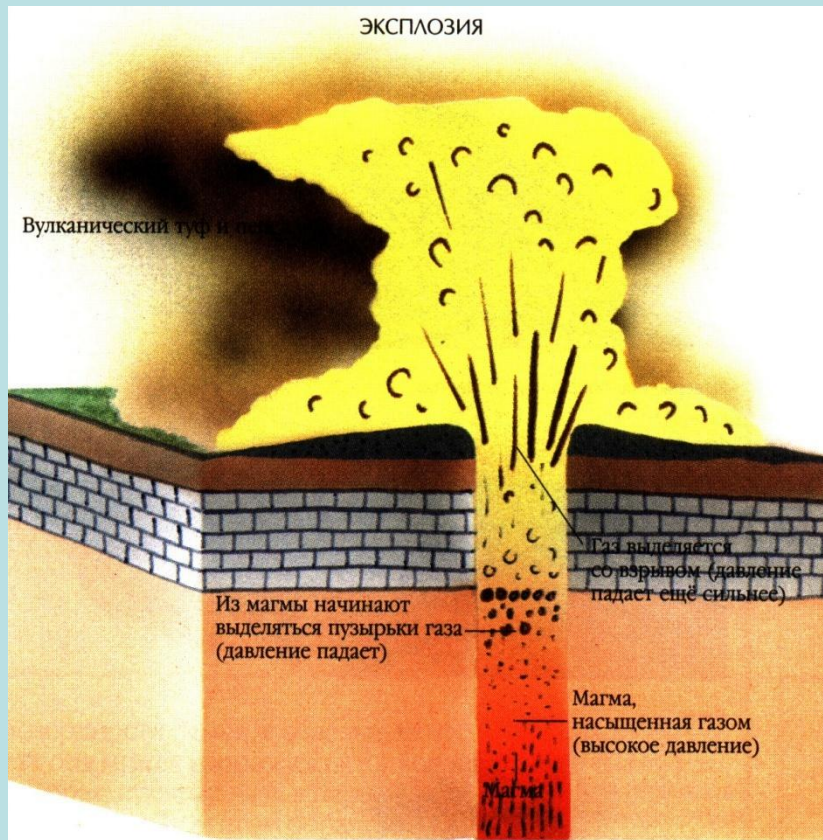
Способ и скорость отделения летучих от магматического расплава определяют главные типы вулканических извержений

1) Если магма **маловязкая, подвижная**, летучие отделяются **спокойно**. Происходит излияние лавы (**эффузия**) с образованием лавовых потоков.

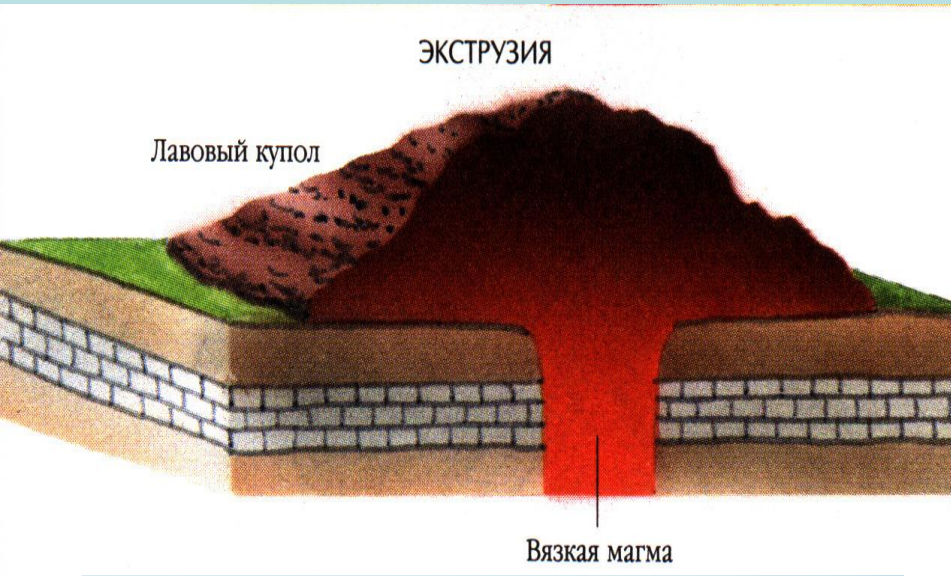


Лава – это дегазированная магма.

2) Если **газы** отделяются **быстро**, то происходит **вскипание магматического расплава** и он разрывается расширяющимися газовыми пузырьками. Происходит взрывное извержение - **ЭКСПЛОЗИЯ**.



3) Если магма **вязкая** и **температура** её **невысока**, то расплав медленно **выдавливается** из жерла вулкана. Происходит его выжимание на поверхность – **экструзия**.



Продукты вулканических извержений

A photograph of a powerful volcanic eruption. A thick, dark grey plume of ash and smoke billows upwards from a mountain, forming a large, cauliflower-like cloud that fills much of the sky. The plume is composed of many smaller, rounded lobes. Below the main ash cloud, there are smaller, more wispy clouds. In the foreground, a flat, brownish landscape stretches out, with a few small, distant structures and a lone animal visible on the horizon. The sky is a deep blue, with some lighter clouds scattered around the base of the eruption.

Газообразные продукты (или летучие)

Вулкан Пинатубо (Филиппины)

Объёмы пара и газов, выброшенных вулканами

Везувий в 1906 г.
1226 км³ за 15 часов

Ключевской в 1948 г.
15,8 км³ за 24 часа

Гекла в 1947 г.
0,003 км³ за 24 часа



Состав летучих сложен и изучен недостаточно, т. к. прямым измерениям на глубине недоступен.

В действующих вулканах среди летучих содержатся:

водяной пар (H_2O) – 50-90%,

углекислый газ (CO_2), оксид углерода (CO), азот, диоксид серы (SO_2), триоксид серы (SO_3), газообразная сера (S), водород (H_2), аммиак (NH_3), хлористый водород (HCl), фтористый водород (HF), сероводород (H_2S), метан (CH_4), хлор (Cl) и др.



Отбор проб вулканических газов



Состав вулканических газов и их концентрация
меняются в пределах одного вулкана и зависят от
температуры лав

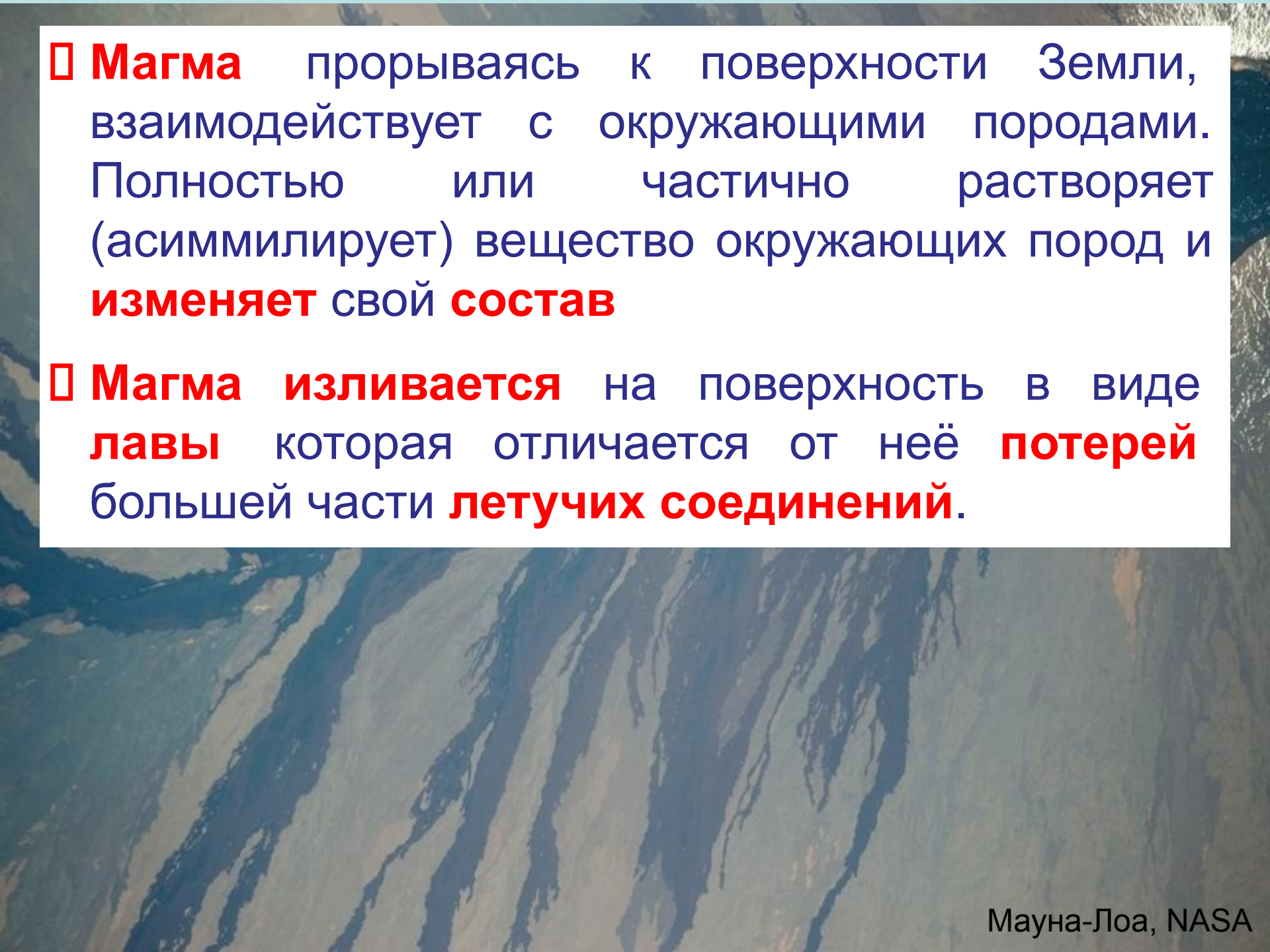


Вулкан Редаут (Аляска).

Жидкие продукты вулканических извержений



Ключевской



□ **Магма** прорываясь к поверхности Земли, взаимодействует с окружающими породами. Полностью или частично растворяет (ассимилирует) вещество окружающих пород и **изменяет** свой **состав**

□ **Магма** **изливается** на поверхность в виде **лавы** которая отличается от неё **потерей** большей части **летучих соединений**.

Химический состав, температура, содержание летучих, вязкость лавы определяют **форму, протяженность, строение поверхности лавовых потоков.**

По химическому составу лавы делятся

- По SiO_2 на кислые, средние, основные, ультраосновные
- По $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ на: нормальные (щелочно-земельные), субщелочные и щелочные.

Строение лавовых потоков

- Маловязкие, подвижные, горячая базальтовые лавы могут двигаться со **скоростью до 60 км/час**.
- Они образуют протяженные лавовые потоки
- Толщина потоков обычно **3-15 метров** (на Гавайях, где лавы очень жидкие – 3-5 м).

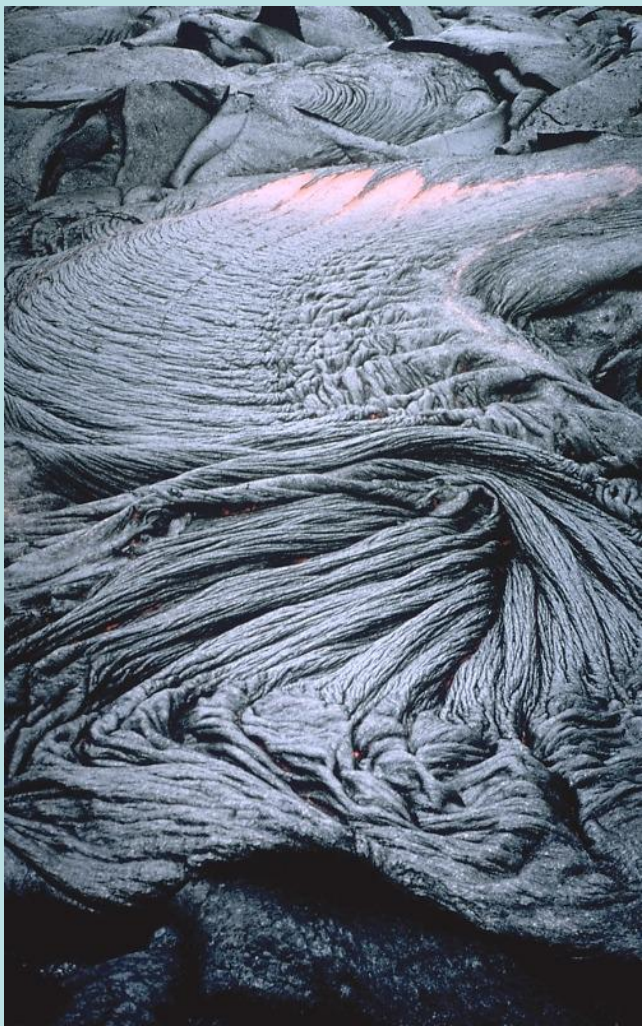


Вулкан Килауэа.



По характеру строения поверхности лавового потока выделяют четыре основных типа лав

1) **Пахоэхоэ** — самые жидкие и подвижные.



При остывании поверхность потока сморщивается и приобретает различную форму. **Канатные лавы** — поверхность потока похожа на лежащие канаты.

Пахоэхозэ



Похожа на волдырь



Кишкообразная



Пальцеобразная

2) **Аа-лава** – более вязкая, менее подвижная

При остывании **поверхность потока** покрывается **остроугольными обломками** с многочисленными шипами, образующимися при неоднократном дроблении твёрдой корки потока.



Поверхность застывшей аа-лавы похожа на шлак



3) **Глыбовые лавы** – имеют ещё большую вязкость.

Образуют **сравнительно короткие и мощные потоки**, поверхность которых покрыта коркой больших угловатых глыб, образовавшихся при разломе затвердевшей поверхности потока.



Андезитовый
поток
(Камчатка)
Хорошо
видны
бортовые и
напорные
валы.

Фото П.Ю. Плечова

4) **Пиллоу-лавы (подушечные)** – особый тип базальтовых лавовых потоков, образующихся только в подводных условиях (сейчас в рифтовых долинах срединно-океанских хребтов)



Вопросы

1. Что такое магматизм?
2. Виды магматизма.
3. Состав магматических горных пород.
4. Виды магматических интрузивов.
5. Что такое вулканизм?
6. Типы вулканических извержений.
7. Газовые продукты (летучие)
8. Жидкие продукты вулканических извержений.

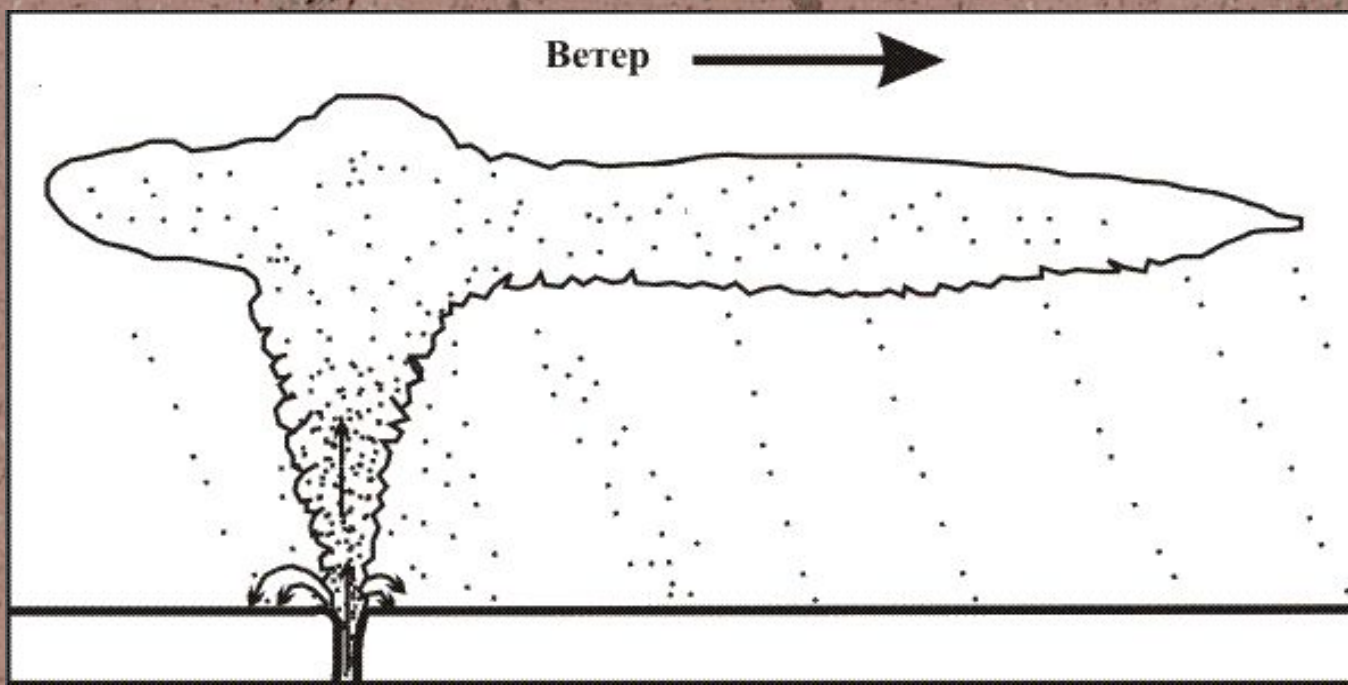
Твердые продукты вулканических извержений



Твёрдые продукты вулканических извержений – обломки различной величины (от долей мм до нескольких метров), которые образуются во время взрывных (эксплозивных) извержений вулканов.

Пирокластический материал, тефра.

Объёмы пирокластического материала в **десятки раз превышают объёмы лав**, образующихся при извержении



В зависимости от **величины обломков** среди тефры различают вулканические **бомбы**, **лапилли**, **песок** и **пепел**.

Вулканические бомбы



Вулканические бомбы – самый грубый пирокластический материал.

Размеры – от 5-6 см до нескольких метров и весят они нередко десятки тонн.

Вулканические бомбы – это обломки стенок кратера вулкана и **сгустки** еще горячей, выброшенной в пластичном состоянии лавы.



Во время полёта лава охлаждается,
затвердевает и принимает очень
разнообразную форму



Просто большая бомба.



Большая сферическая.



Овальная



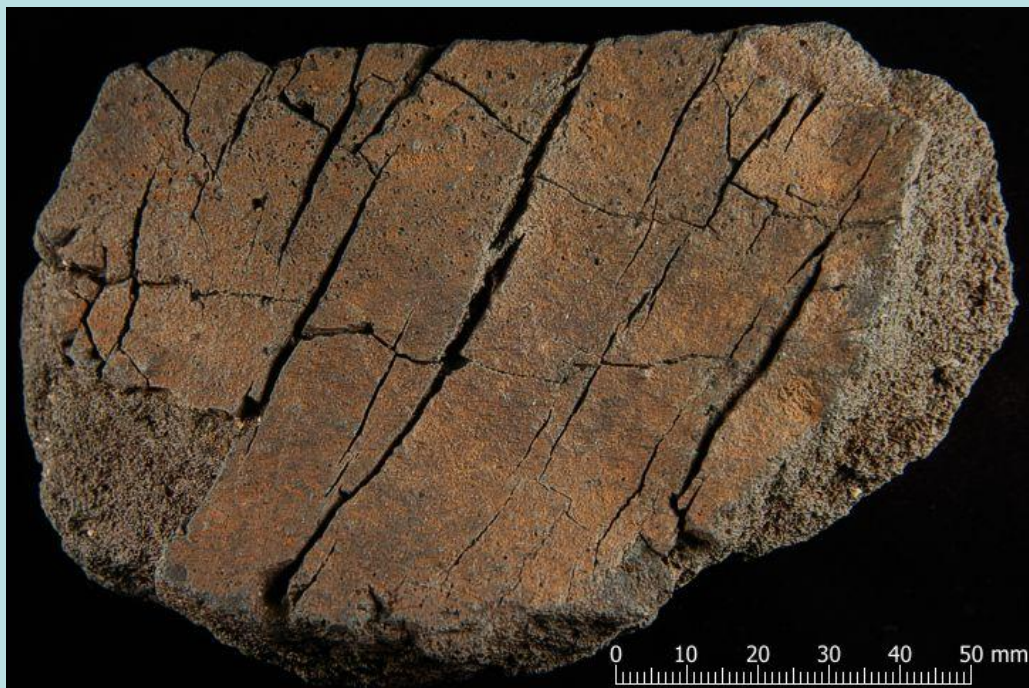
Эллиптическая



Ленточная

Ленточная, похожа на
стручок гороха





С поверхностью
«типа хлебной
корки»



Bread-crust bomb, SP Crater, San Francisco Volcanic Field, Arizona



A true cow-pie (bovine fecal matter) - a volcanic cow-pie bomb looks like this but is made of lava, Three Mile Butte, east of Spencer, Idaho

Бомбы типа «коровьей лепешки»

Лапилли (от лат. lapillus – камешек)

Пузырчатые, угловатые или округлые обломки пемзы величиной от горошины до грецкого ореха (3-6 см).



Вулканический песок

Шлаковые частицы лавы величиной от 1-2 мм до горошины, перемешанные с мелкими кристаллами или обломками кристаллов различных минералов



Вулканический пепел



Пепловый поток вулкана Майон.

The Philippines' most committed newspaper.

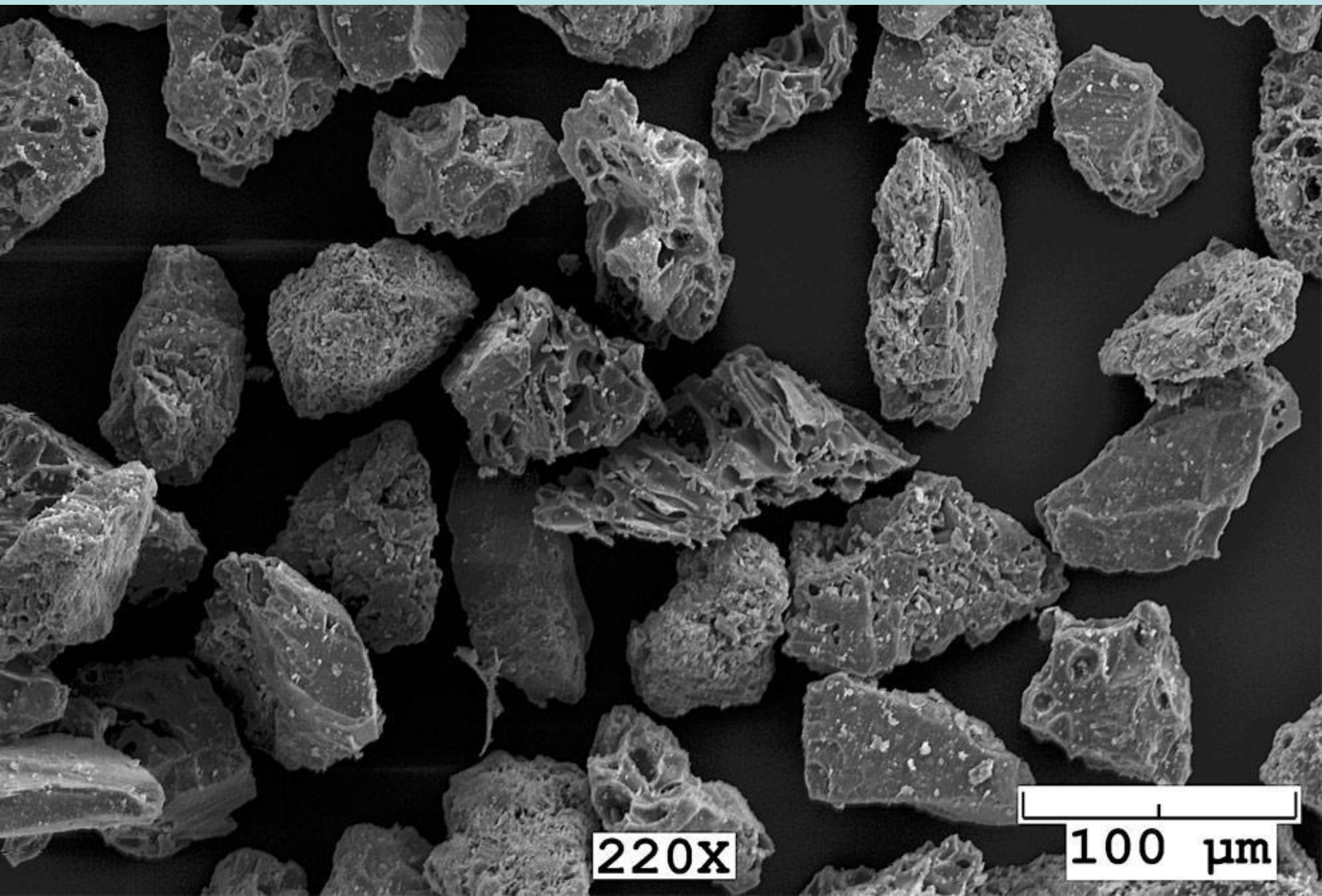
MSH Ash 10/1/04 #2

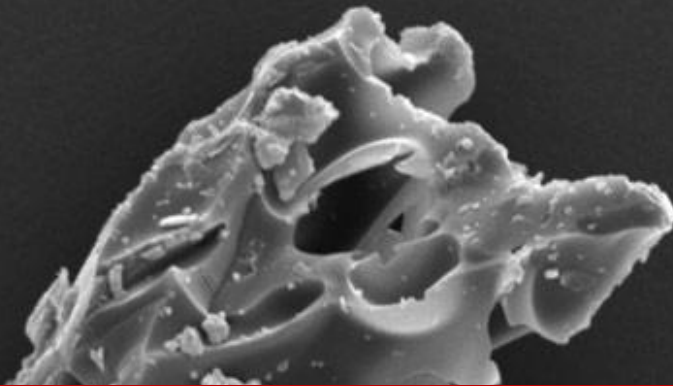
1 mm

Пепел – мелкая (от долей до миллиметра) пыль белого, серого, бурого или чёрного цвета, состоящая из частиц лавы, вулканического стекла, осколков минералов, обломков стенок кратера.

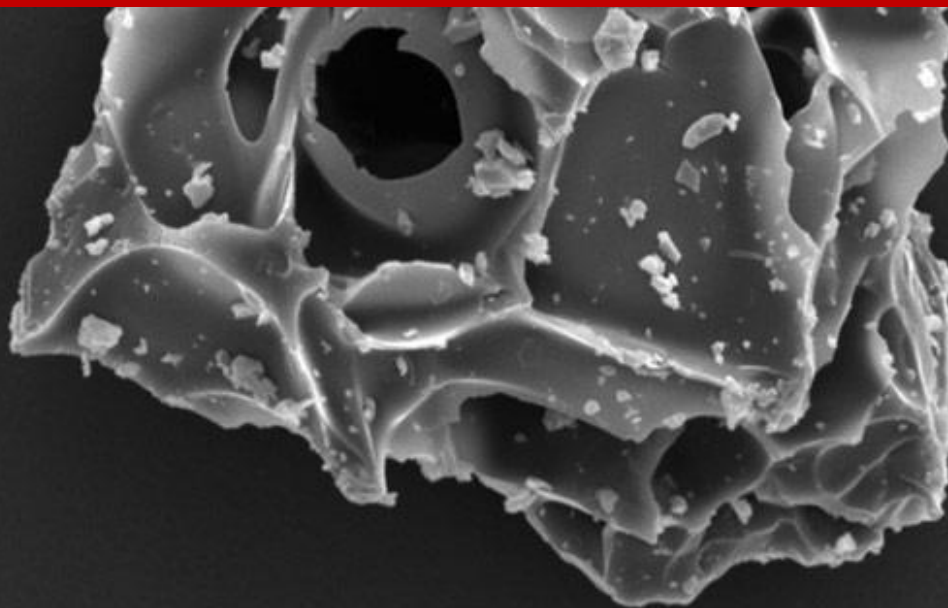


Пепел под электронным микроскопом





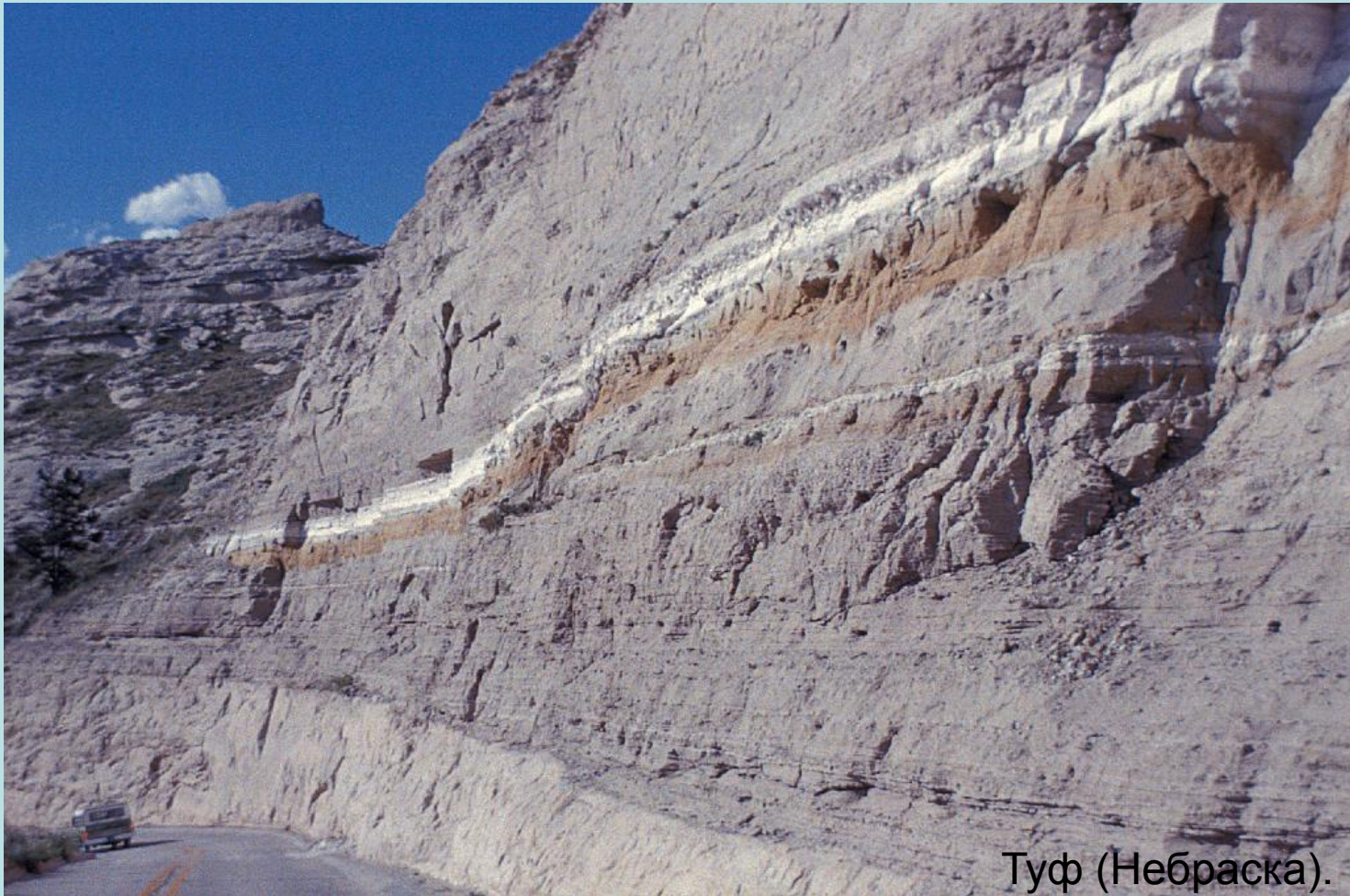
Тефра (от греч. τέφρα — пепел) — собирательный термин для отложений осевшего вулканического пепла.



1200X

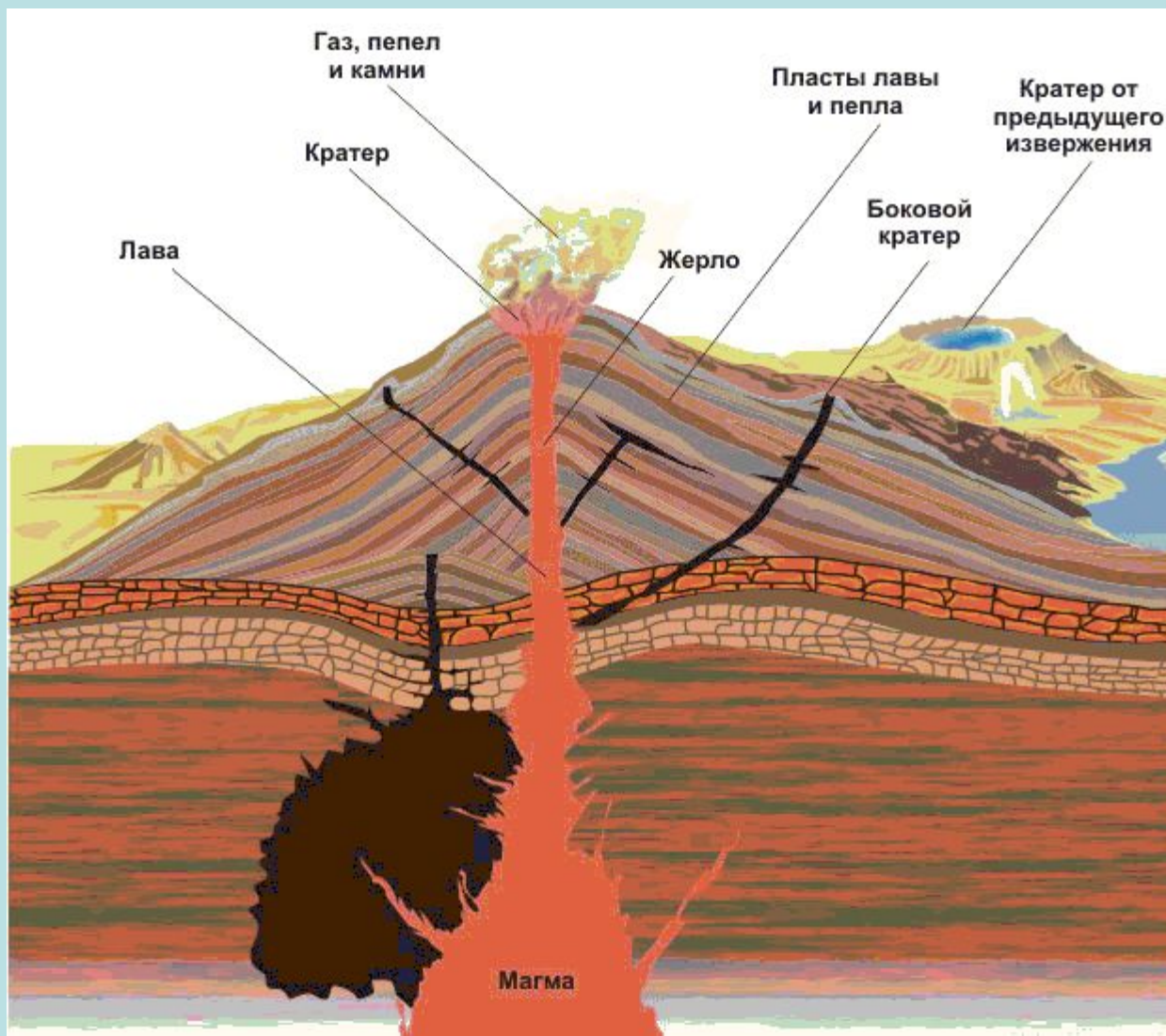
20 μm

На поверхности Земли рыхлая тефра уплотняется под действием силы тяжести и воды, цементируется и превращается в твёрдую вулканогенно-обломочную часто слоистую породу – туф.



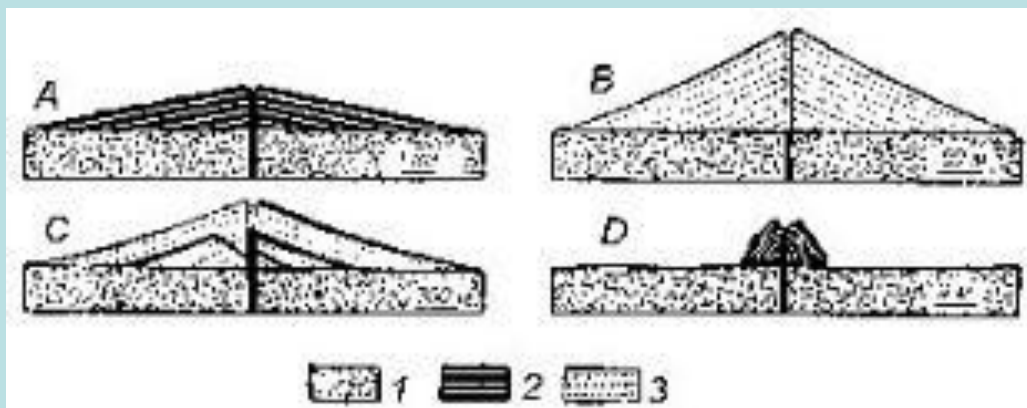
Туф (Небраска).

Вулканические аппараты



Строение вулканических аппаратов зависит от множества факторов:

- **Тектонического положения вулкана, строения его субстрата, состава магмы**
- **Характера извержений, их интенсивности, длительности**
- **Физико-географических условий, в которых протекает вулканический процесс (наземная или подводная обстановка, рельеф, климат и т.д.)**

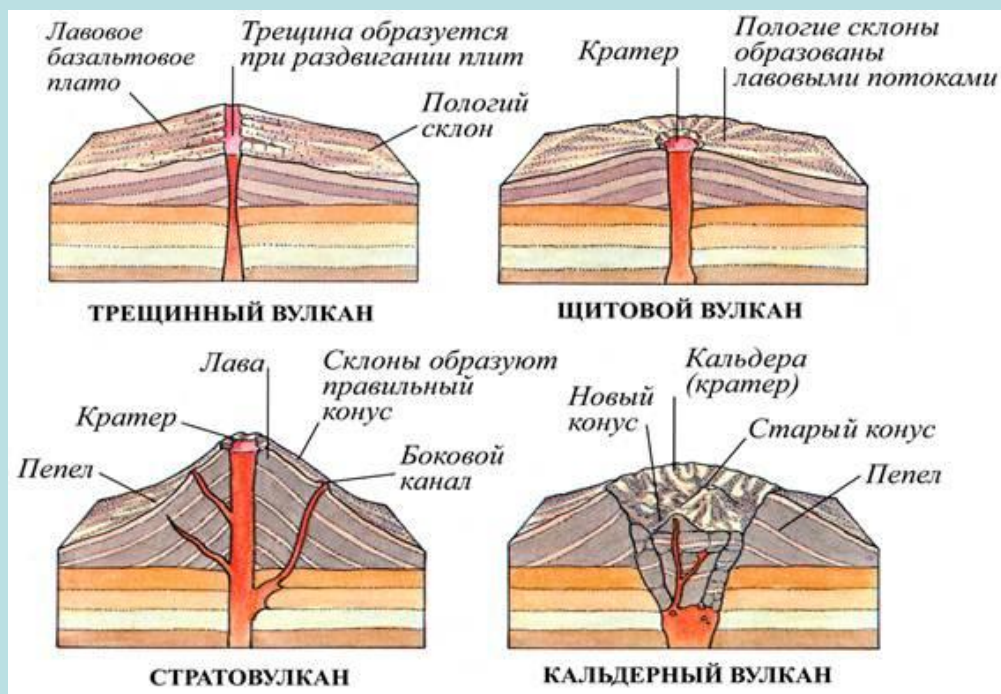


В зависимости от строения и взаимного расположения магмовыводящих каналов различают вулканические аппараты

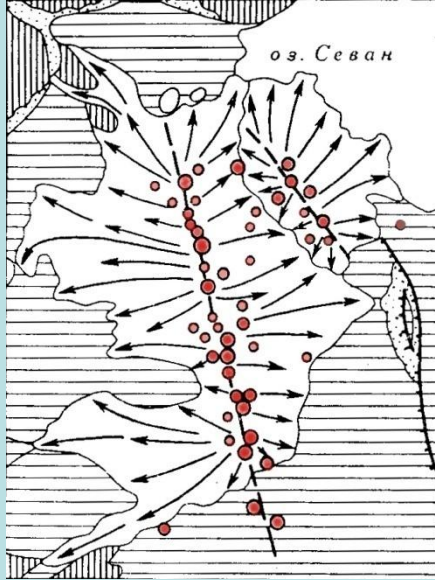
□ трещинного (линейного)

□ щелевого

□ центрального ТИПОВ.



Линейные (трещинные) вулканы



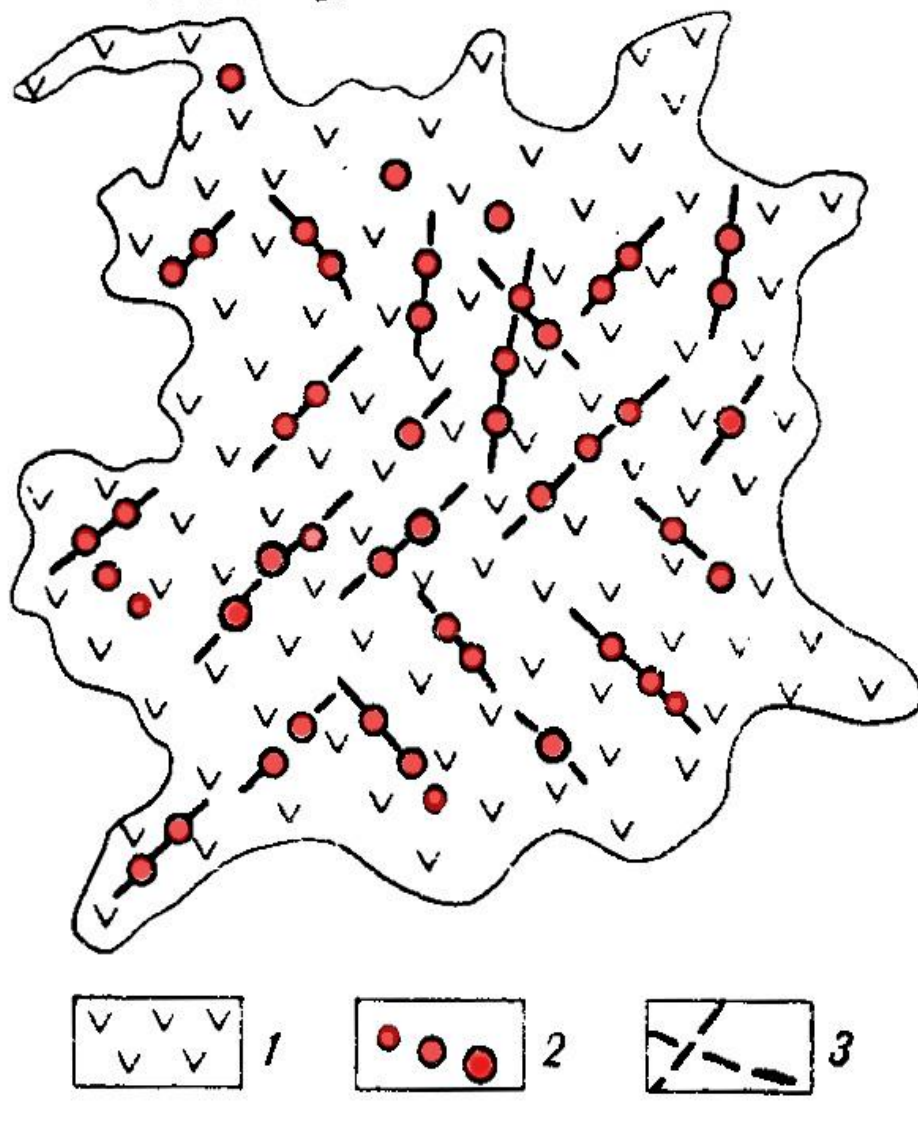
При трещинном типе извержения роль магмовыводящего канала играет глубокая **протяженная трещина**. Расплав выходит на поверхность либо вдоль всей трещины, либо на одном или нескольких ограниченных участках, перемещение активных центров извержения происходит вдоль трещины.



Влк. Лаки (Исландия). Извержение 1783 года. Трещина длиной 25 км. На поверхность ³ было выведено 11,7 км лавы.

Рифтовые долины срединно-океанских хребтов.

Ареальный тип вулканического аппарата



Ареальный тип вулканизма – **массовые извержения** на обширной площади **через множество мелких трещин**, которые, закупориваясь, отмирают и заменяются **новыми** центрами извержений.

- 1) Лавовый покров.
- 2) Моногенные центры извержения.
- 3) Магмовыводящие трещины.

Вулканы центрального типа



У вулканов центрального типа, как правило, один **трубообразный магмовыводящий канал**. В плане вулканы имеют округлую форму.

Вулкан Эльбрус



Как правило, при **ареальном и трещинном** извержениях образуются **моногенные** вулканические центры, характеризующиеся **однократным извержением**, после которого их деятельность прекращается.

Вулканы **центрального** типа – **полигенные** вулканы, отличающиеся длительной активностью и **многократными извержениями**.

Их деятельность происходит в течение тысяч, а нередко и миллионов лет.

Вулкано-тектонические структуры - отрицательные формы рельефа, связанные с вулканами

Кальдеры



Сомма

Атрио

Молодой внутренний вулкан

Влк. Чайтен (Чили).



Влк. Крашенинникова.

Категории вулканических извержений

Классификации вулканов по типу извержений условны.

Извержения многих вулканов занимают промежуточное положение между выделяемыми типами. Со временем некоторые вулканы могут менять характер извержения.

I. Эффузивные извержения. Излияния основной базальтовой, подвижной, жидкой лавы. Проявляются, за редким исключением, на островах в океане.

а) **Гавайский тип.** Плоские щитовые вулканы центрального типа (Мауна-Лоа и т.д.).



Мауна-Лоа.



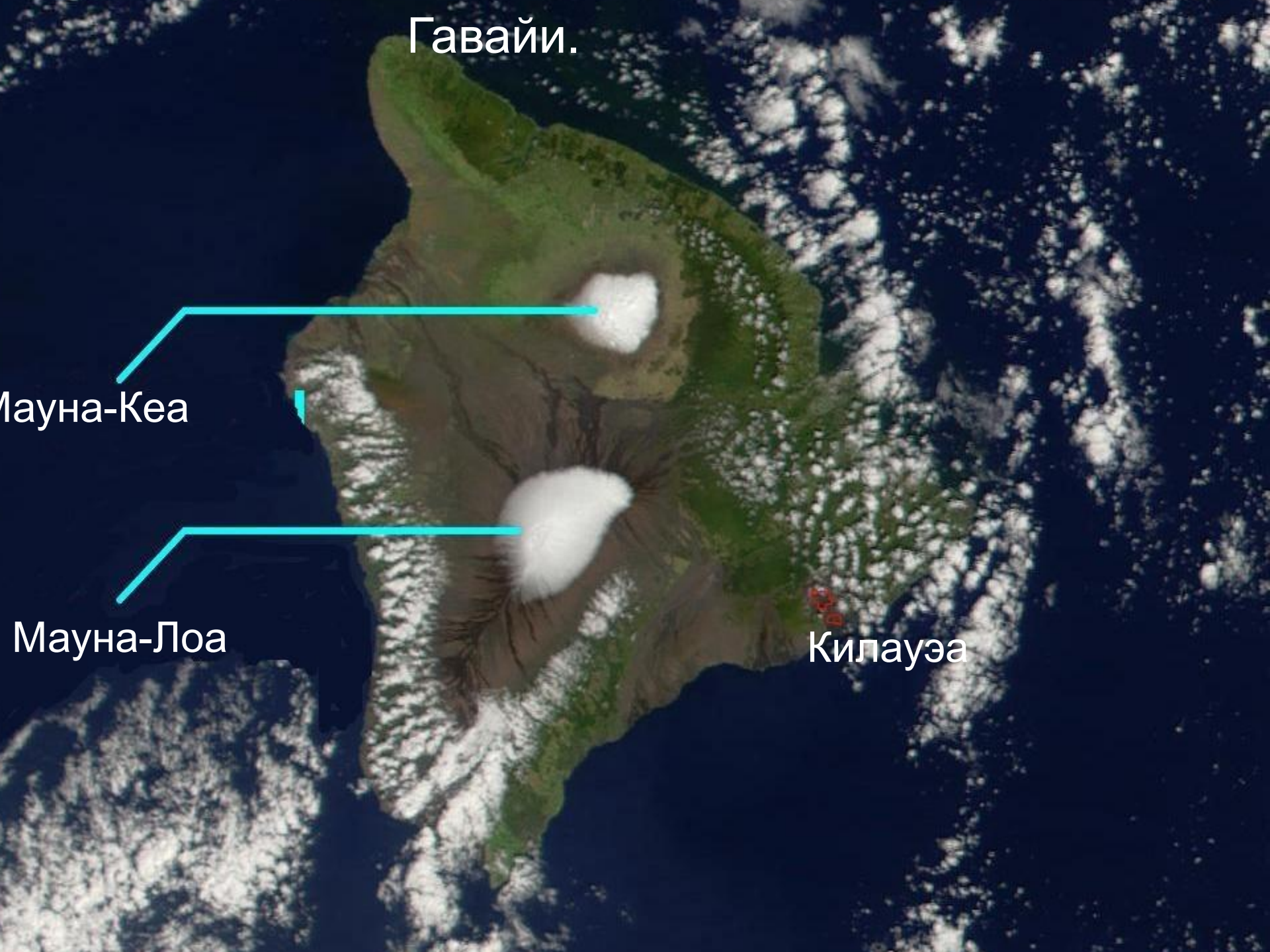
Мауна-Кеа.

Гавайи.

Мауна-Кеа

Мауна-Лоа

Килауэа





Спокойные, без взрывов излияния лавы с образованием потоков и лавовых озёр.

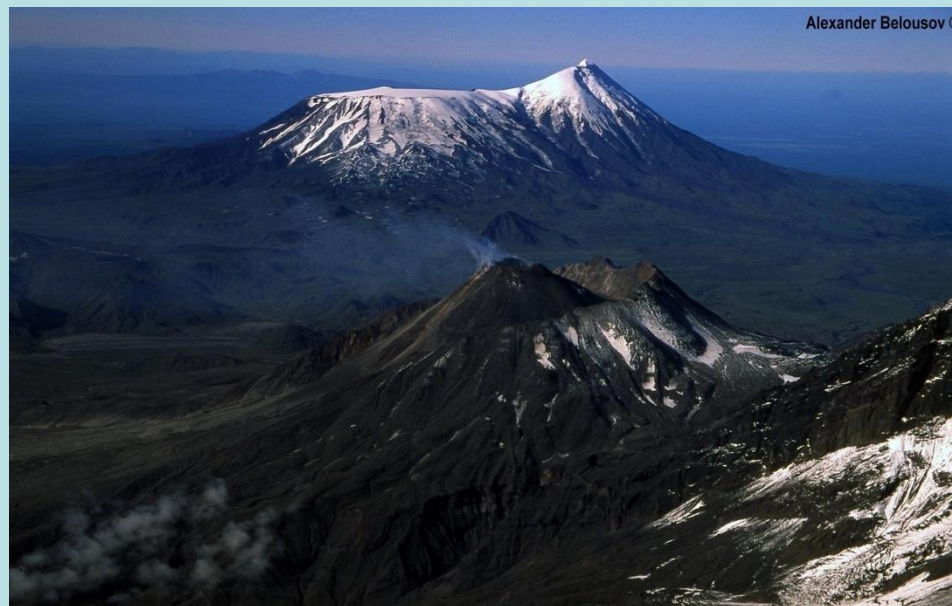
Интенсивность вулканической деятельности сильно различается и зависит от свойств извергаемого материала.

б) *Исландский тип*. Трещинные вулканы

(Лаки, 1783 г., Плоский Толбачик, 1975 г.)



Лаки



Плоский и Острый Толбачики, на
переднем плане - Безымянный

Лавовые поля и потоки извержения 1783 г. вулкана Лаки



I. Эффузивно-эксплозивные извержения

Извержения средней андезитовой лавы и выбросы твёрдых и газообразных продуктов. Стратовулканы центрального типа.



Стромболи



Ключевской

III. Эксплозивно-экструзивные извержения.

Взрывные выбросы твёрдых и газообразных продуктов, извержение или выдавливание малого количества лавы среднего или кислого риолитового состава.

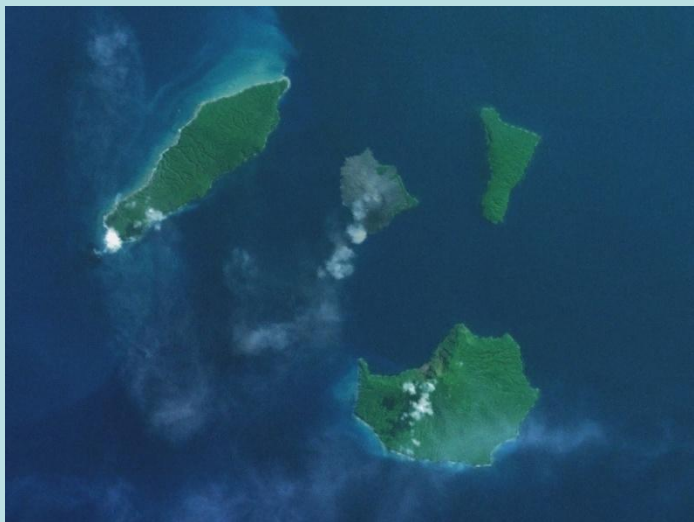


← Шивелуч



Безымянный →

IV. Эксплозивные извержения. Необычно сильные взрывы с выбросами огромного количества газов и пепла. Лава кислая дацитового или риолитового состава на поверхности не появляется.



← Кракатау



← Катмай
(Аляска)

Бандайсан
(Япония) →



Поствулканическая (фумарольная) стадия

A photograph showing a person standing in a field of white steam vents. The person is wearing a dark jacket and pants, and is looking down at the ground. The ground is covered in white steam vents, and there are some yellowish-brown mineral deposits visible. The background is a hazy, steamy landscape.

Стадия характеризуется выходом на поверхность **горячей воды** и газо-паровых струй – **фумарол** (лат. «фумус» - дым).

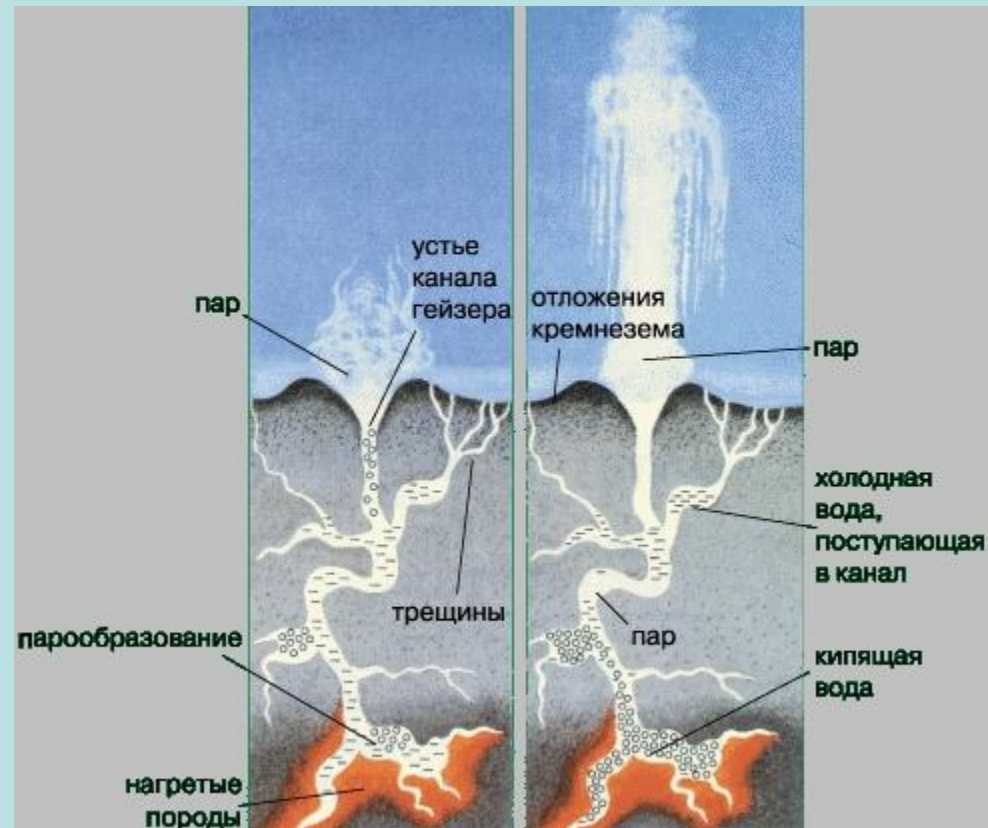
Мутновское фумарольное поле.

Гейзеры

Гейзер - источник, периодически выбрасывающий фонтаны горячей воды и пара. Одно из проявлений поздних стадий вулканизма, распространены в областях современной вулканической деятельности



Долина гейзеров (Камчатка).



Термальные источники

выход на поверхность подземных вод, нагретых выше 20°C.

Большинство горячих источников питаются водой, которая подогревается магматическими интрузиями в районах активного вулканизма.



Памуккале, Турция

Грязевые вулканы

геологические образования, представляющее собой отверстия или углубления на поверхности земли либо конусообразное возвышение с кратером из которых постоянно или периодически на поверхность Земли извергаются грязевые массы и газы, часто сопровождаемые водой и нефтью.





Использование поствулканической деятельности в энергетике





***Бальнеологическое
использование
поствулканической
деятельности***



Вопросы

1. Твердые продукты вулканических извержений
2. Строение вулканических аппаратов
3. Виды вулканических аппаратов.
4. Гейзеры, термальные источники, грязевые вулканы.