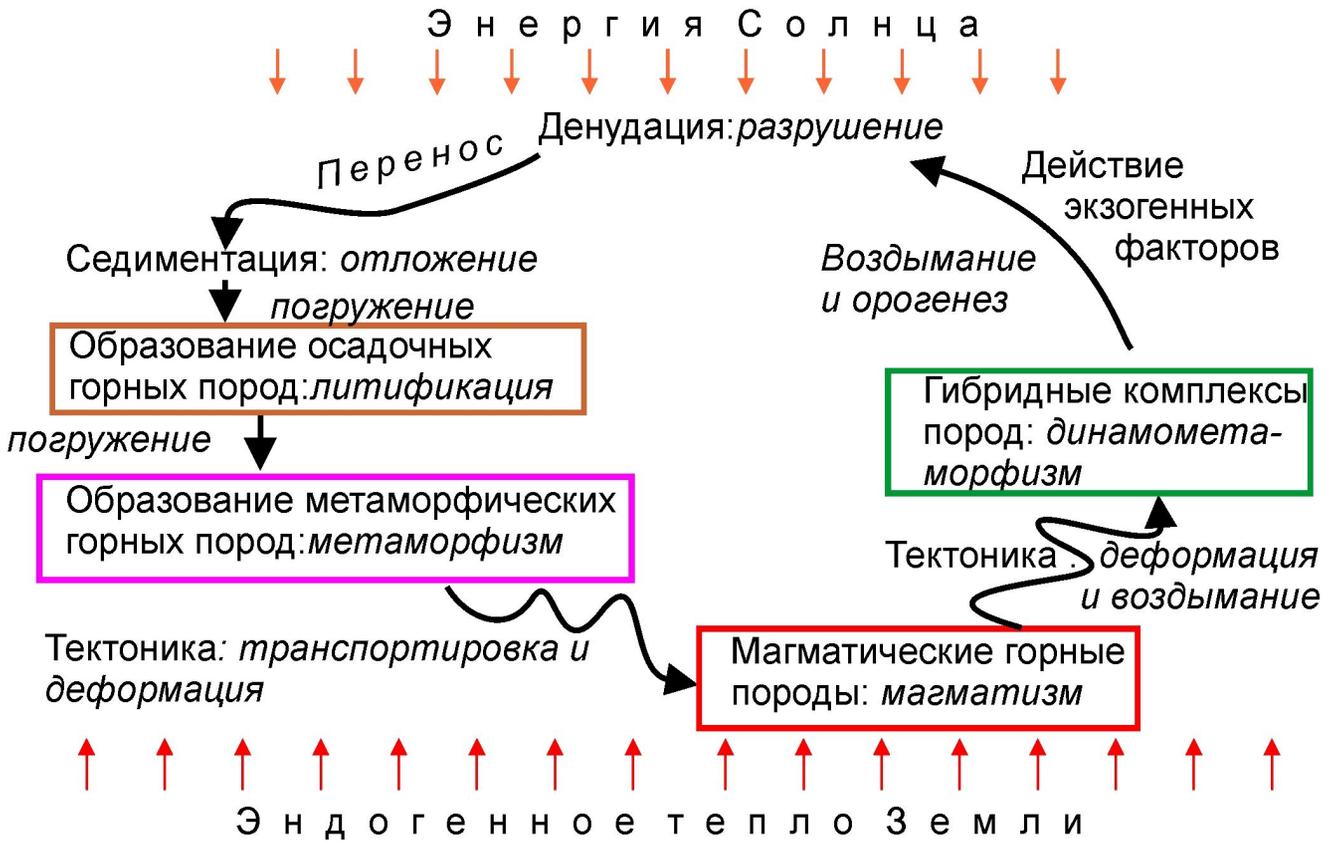


ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Эндогенные и экзогенные процессы

Круговорот вещества в природе

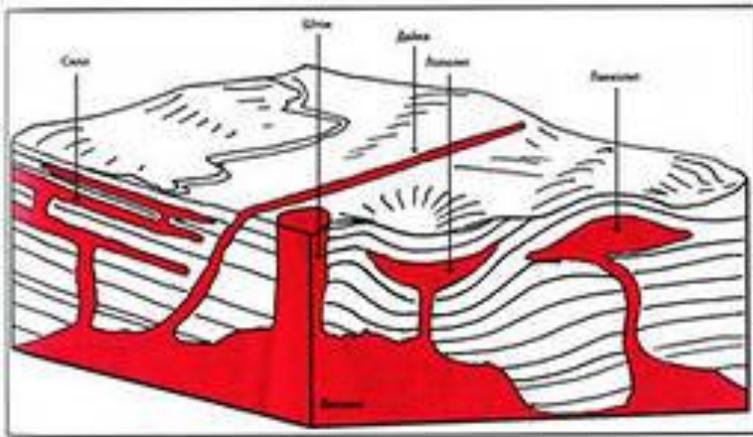


Магматизм

Магматические процессы – процессы, с которыми связано образование магмы и магматических пород, явления, обусловленные деятельностью магмы.

Магма – это огненно-жидкий природный, обычно силикатный, расплав, обогащённый летучими компонентами (H_2O , CO_2 , CO , H_2S и др.), разными металлами, парами воды и т.д.

Глубинный (интрузивный, плутонический) и вулканический (эффузивный) магматизм



Глубинный магматизм

Интрузия (от «intrusio» – внедрение) – процесс внедрения магмы.

Магматические очаги, выполненные магмой.

Расплав – в результате *плавления* мантии или земной коры (на глубинах 15-250 км).

Причины плавления:

- **быстрый подъём** горячего пластичного глубинного вещества со **снижением давления** (при отсутствии существенного изменения температуры) – к началу плавления;
- **повышение температуры** (без изменения давления) при внедрении горячих магм и сопровождающего их потока флюидов;
- **дегидратация минералов** в глубоких зонах земной коры. Выделяющаяся вода на десятки-сотни градусов снижает температуру начала плавления пород.

Подвижность магмы – определяется *вязкостью*, зависящей от *химсостава* и *температуры*.

Химический состав – 12 оксидами: SiO₂; TiO₂; Al₂O₃; Fe₃O₄; Fe₂O₃; MnO, CaO, MgO, Na₂O; K₂O; H₂O; P₂O₅.

Количественное **соотношение** – *разновидности* магматических *пород*.

Группы пород (по содержанию SiO₂, вес.%)

Ультракислых – более 78

Кислых – 64 – 78

Средних – 53 – 64

Основных – 45 – 53

Ультраосновных – 30 – 45

Низкокремнеземистых и некремнеземистых – менее 30



Рис.67 Перидотит.
<http://lingvo.yandex.ru/cgi-bin/lingvo.pl?text=Hornblende+>

Расплав *фильтруется* вверх – от *нескольких см до нескольких м в год*.

По *трещинам и разломам* – скорость значительно *выше* (ультраосновные – коматииты – *1-10 м/с*).

Различие в составе образующихся **пород**:

- *расплав* поступает *из мантии*, обогащен основными оксидами – FeO, MgO, CaO – *ультраосновные и основные* породы;

- при *плавлении пород земной коры*, обогащенной кремнеземом – *кислые* породы.

Кристаллизация – на глубинах *в несколько километров*.

Температура кристаллизации – *900-700°C*.

Продолжительность *остывания* интрузивных тел – от *десятков тысяч лет (для небольших тел) до десятков миллионов лет* (для крупных тел размером в десятки километров).

Пути разделения магмы (*дифференциация*):

I. Разделение магмы разного состава – ультраосновной, основной и кислой.

II. Кристаллизационная дифференциация – кристаллизацией породообразующих минералов с понижением температуры (Н. Боуэн)

III. Дифференциация (*расслоение*) расплава по плотности – *ликвация* (Бушвельдский интрузивный массив, ЮАР)



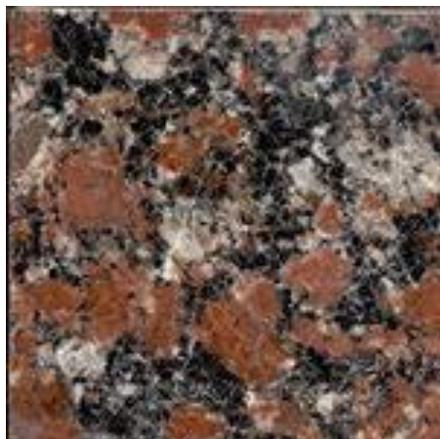
IV. Ассимиляция – захват и переплавление магмой встречаемых пород (тоже может стать причиной дифференциации).

Полезные ископаемые:

Cr, Pt и металлы группы, *Cu, Ni, Co, Fe, Ti* и др., месторождения *алмаза, фосфора* и др.

Интрузивные породы – по глубинам образования:

- 1) *абиссальные* – на значительной глубине (*несколько км*),
- 2) *гипабиссальные* – *1-3 км*,
- 3) *субвулканические* и *жилы*.



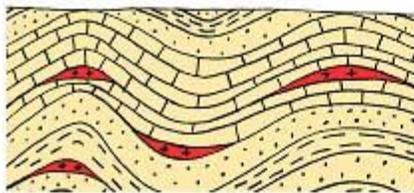
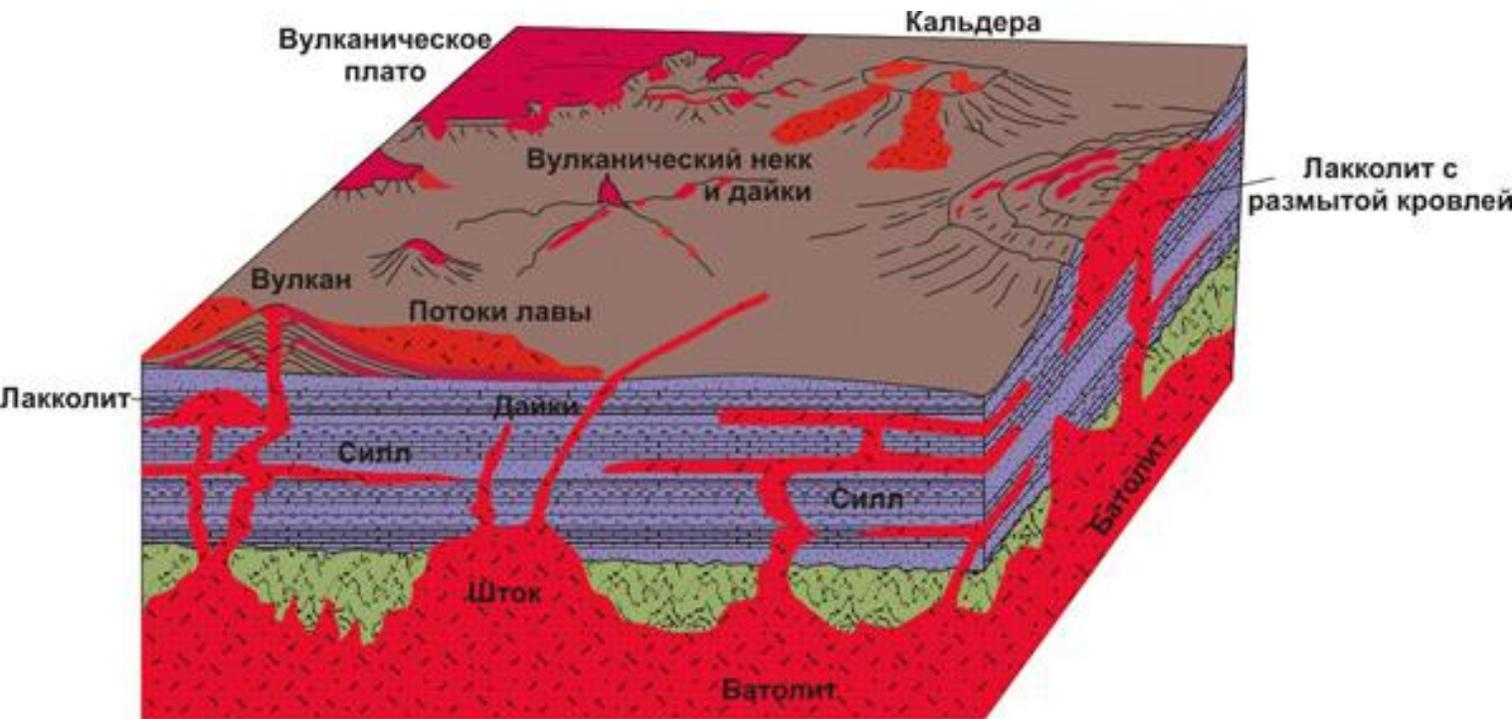


Рис.9 Факолиты.

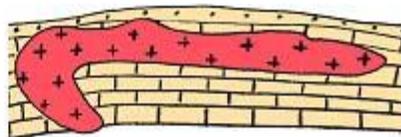
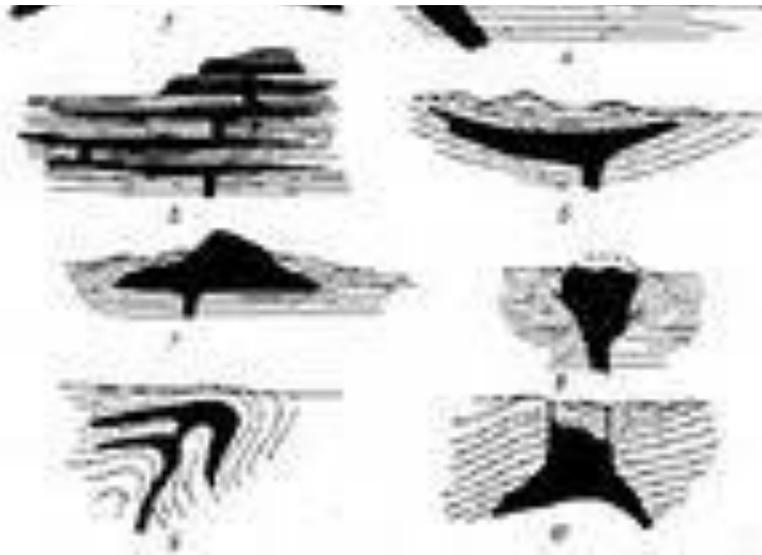


Рис.10 Гарнолит.



Интрузивные тела несогласные – по форме:

- **батолиты** – размеры до *сотен км*,
- **штоки** – (от нем. «Stock» - палка, ствол)

Меньшие тела – по условиям залегания:

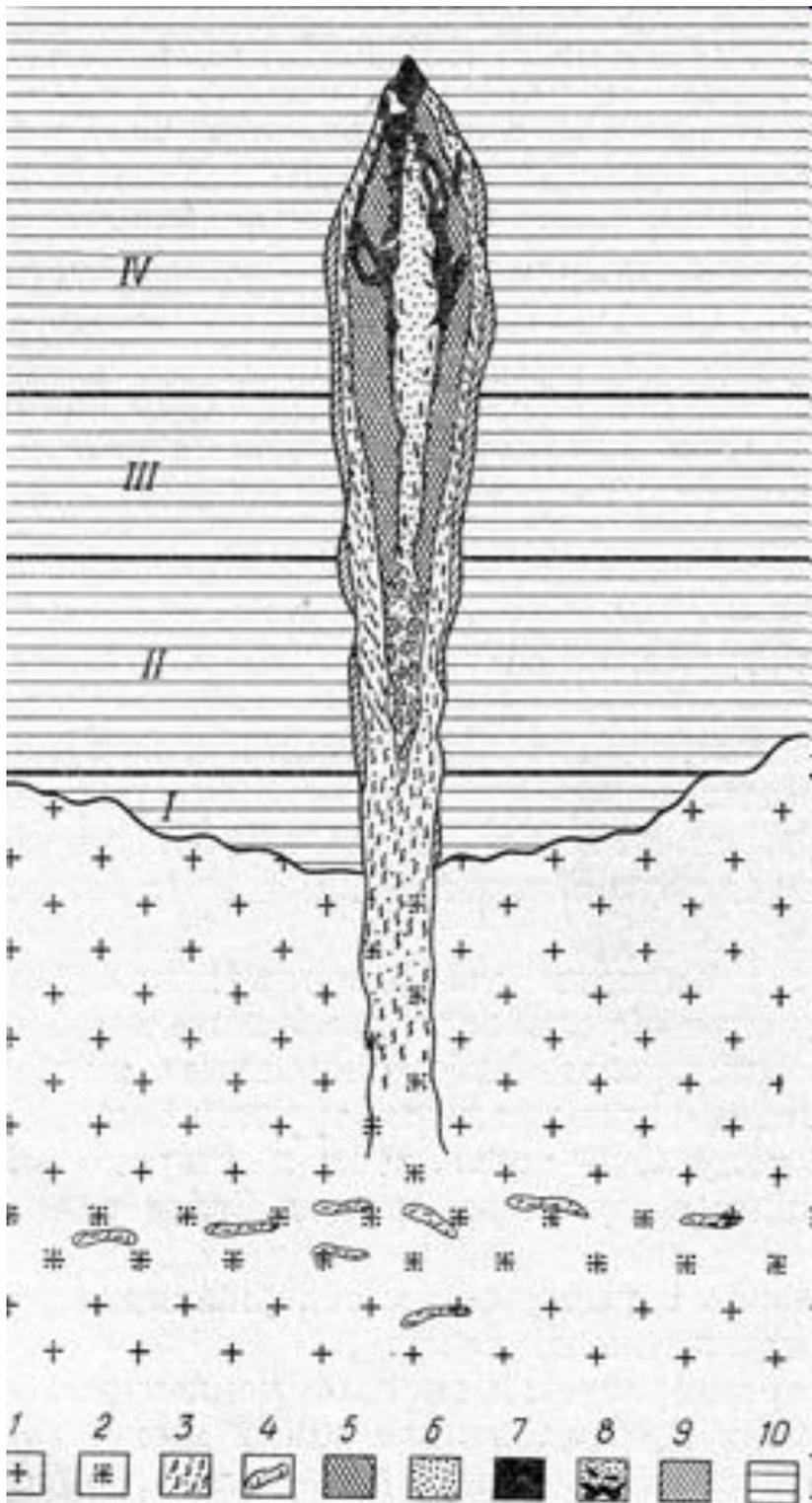
- а) **согласные: силлы, лакколиты** (грибообразные), **лополиты** (блюдцеобразные); **факолиты** (в замках складок), **гарнолиты** (серповидной формы),
- б) **секущие: дайки** – в рельефе напоминают разрушенные стены, **жилы** – небольшие секущие неправильной формы.

Постмагматические процессы

Пегматитовый – отделение *остаточного расплава и газов-минерализаторов*.

Жилы или неправильной формы залежи, штоки *на периферии интрузивного тела* или *за его пределами*

Хорошо *ограниченные кристаллы и друзы кристаллов*. Минералы с *F, B, Be, Li, Zr*.

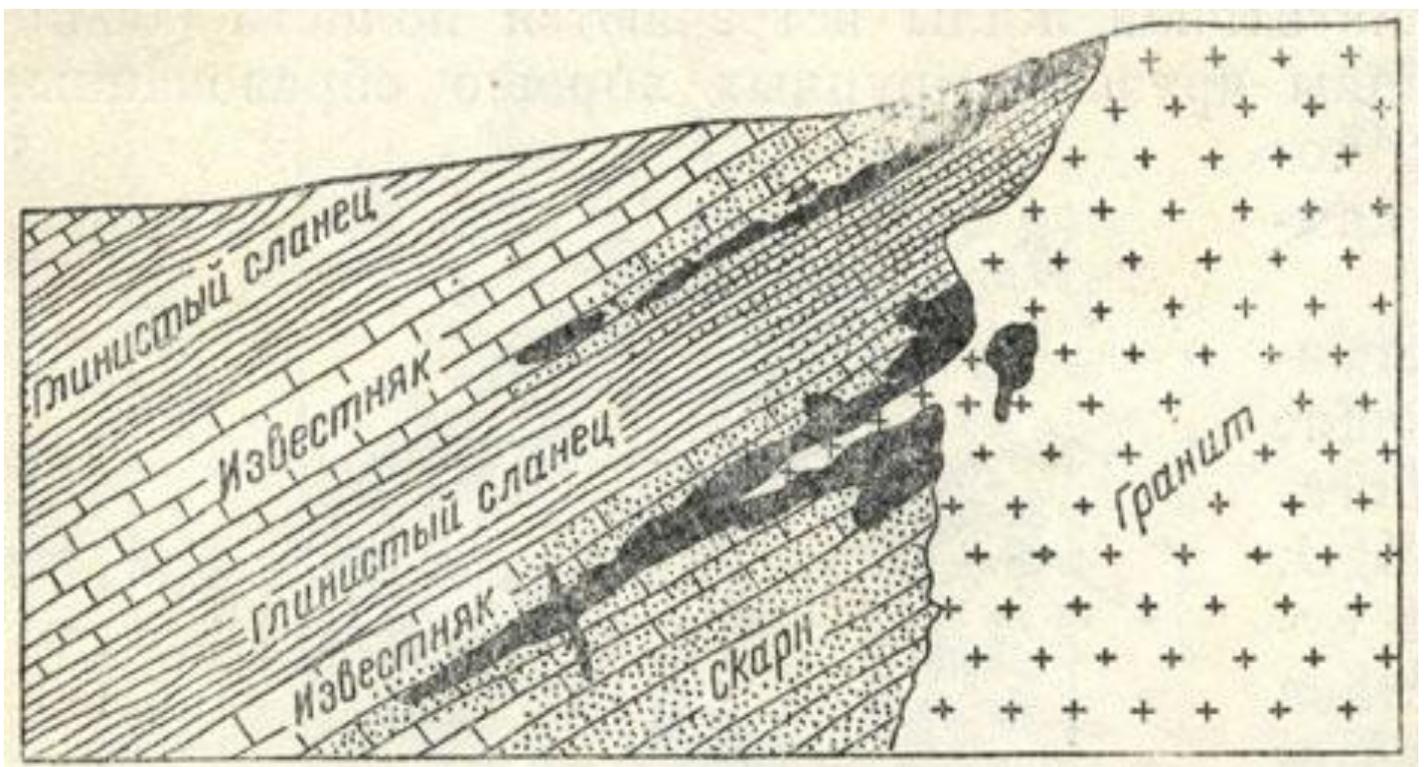
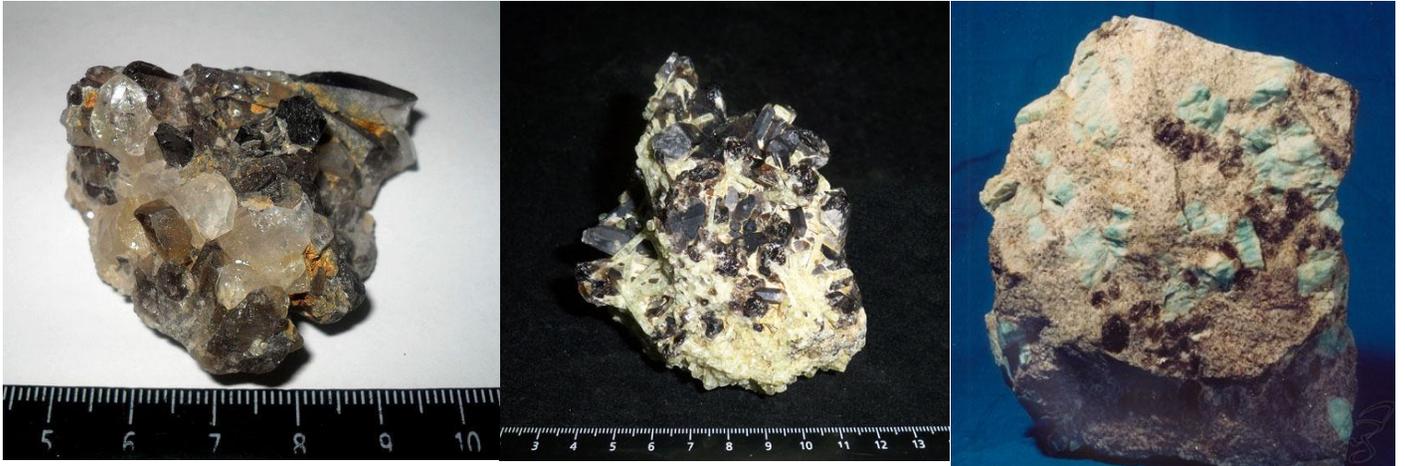


Пневматолитовый процесс

Воздействие *отделившихся от магмы газов* (пневма) на окружающие породы с химическим замещением минералов в породе (метасоматоз).

Грейзены – месторождения *вольфрамит*, *касситерита (Sn)*, *редкоземельные (Li)*.

Скарны – месторождения железа, слюд.



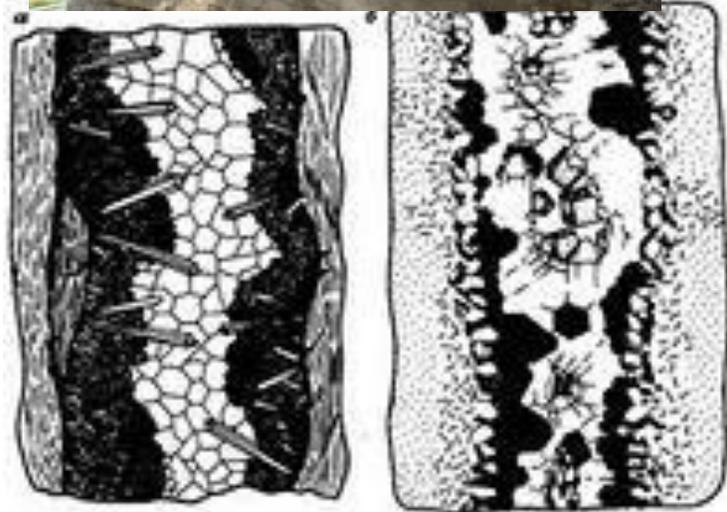
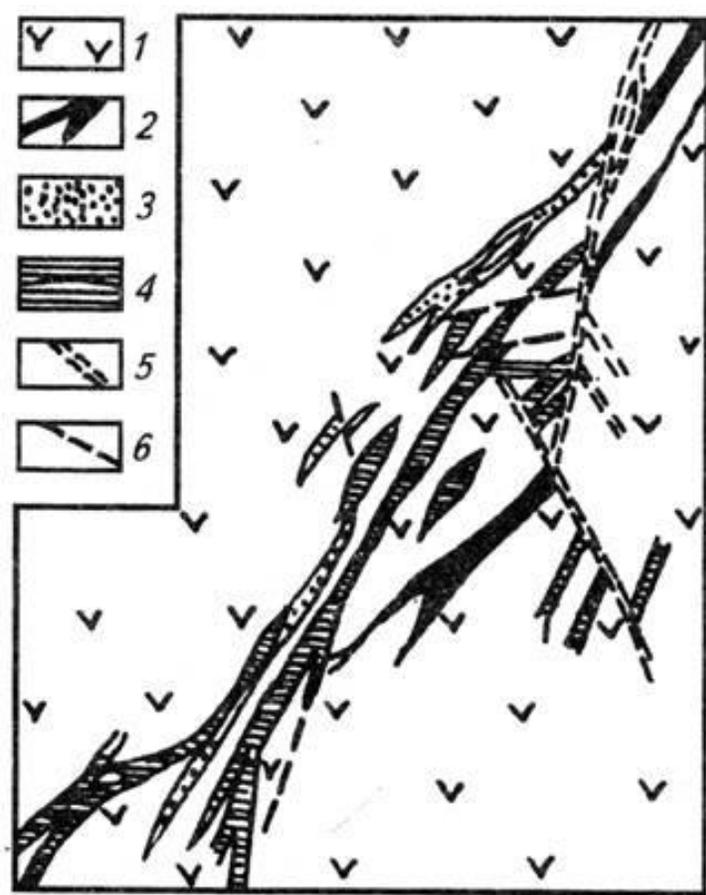
**Схема геологического разреза
контактово-метасоматического
месторождения**

Гидротермальный процесс

Отделение минерализованных газов и растворов от остывающего интрузивного тела и **перемещение** их по трещинам в окружающие породы.

Гидротермальные жилы.

Месторождения **редких** (*W, Mo, Sn, Bi, Sb, As, Hg, отчасти Ni, Co*), **цветных** (*Cu, Pb, Zn*), **благородных** (*Au и Ag*), а также **радиоактивных металлов** (*U, Ra, Th*).



Эффузивный магматизм

Излияние лавы.

Скорость движения (*подвижность*) лавы – от химического состава:

- *основные* с $t \sim 1200$ *наиболее подвижны*, потоки и покровы – до нескольких км от центров извержения,
- *кислые* – вязкие и *малоподвижные*.



Характер отделения газов:

- *спокойный – излияние (эффузия),*
- *быстрый – мощное взрывное извержение (эксплозия),*
- *вязкая, температура невысока – медленно выжимается (экструзия).*



Италия, Липарские о-ва Твердые продукты извержений (пирокласты).

Объемы – **до десятков куб. км.**

В зависимости от размера – типы пирокластов:

- **вулканический пепел и пыль;**
- **вулканический песок** (2-4 мм);
- **лапилли** (от горошины до грецкого ореха);
- **вулканические бомбы** (от нескольких сантиметров до нескольких метров);
- **вулканические глыбы** (при извержении Вулькано была выброшена глыба объемом 25 куб. м, массой 68 т).



Пирокластический поток вулкана Сент-Хелен (США, 1980)

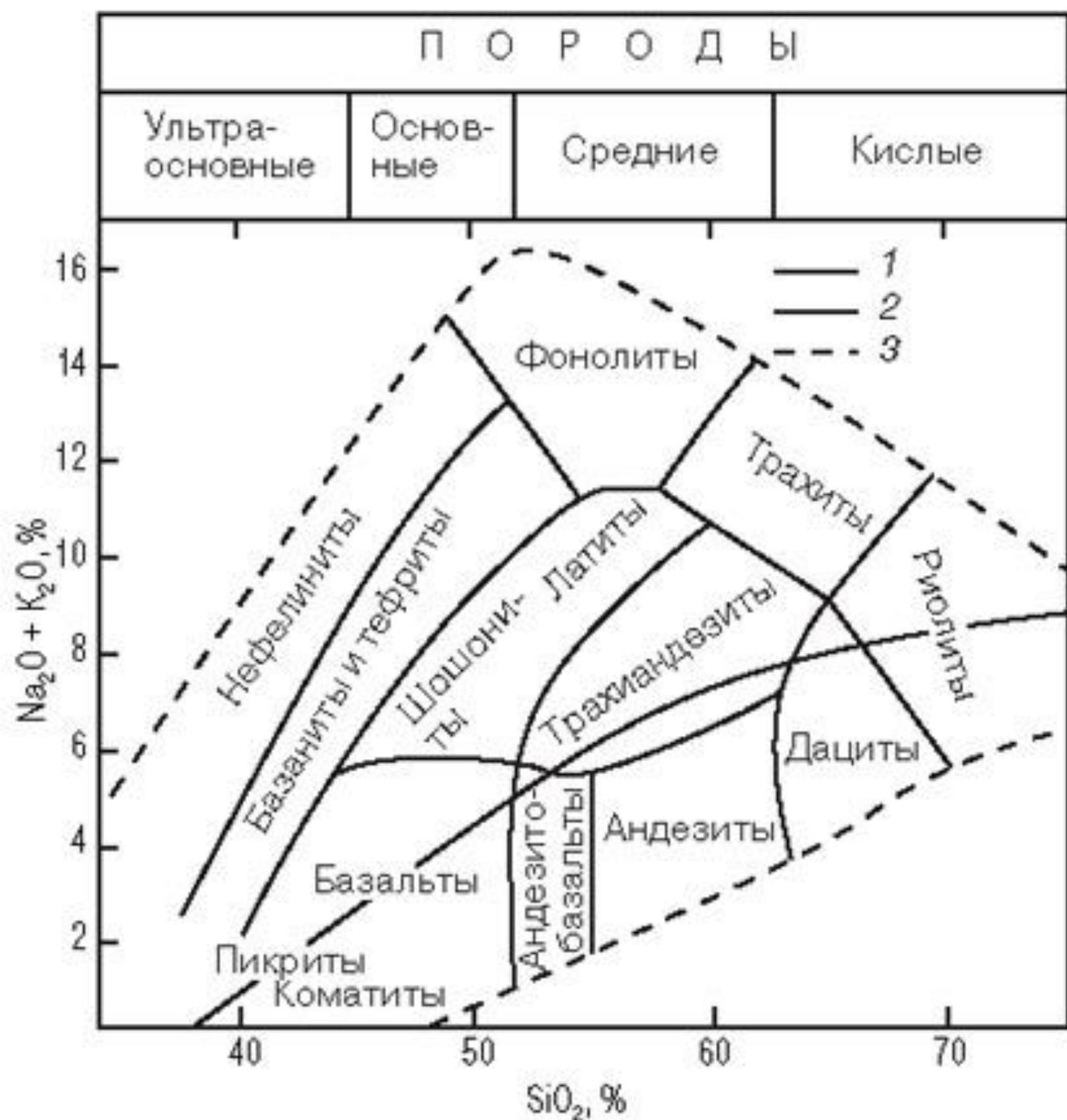


Рис. 1. Номенклатура главных типов вулканических пород в координатах $SiO_2 - K_2O + Na_2O$ по Cox et al., 1979 с дополнениями автора.

1 — разделительная линия между породами нормальной щелочности и щелочными (Miyahiro, 1978); 2 — границы между типами пород; 3 — линия, ограничивающая поле существования природных вулканических пород.

Вулканогенно-осадочные породы:

а) вулканогенно-обломочные:

- **туфы вулканические**, почти целиком состоящие из пирокластич. материала,
- **туффиты** с содержанием последнего более 50%,
- **пирокласто-осадочные** породы (туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты и др.) – с преобладанием осадочных компонентов.

б) **хемогенные** – осаждаемый материал, выносимый горячими источниками, парогазовыми струями и извлекаемый при выщелачивании вулканических пород.

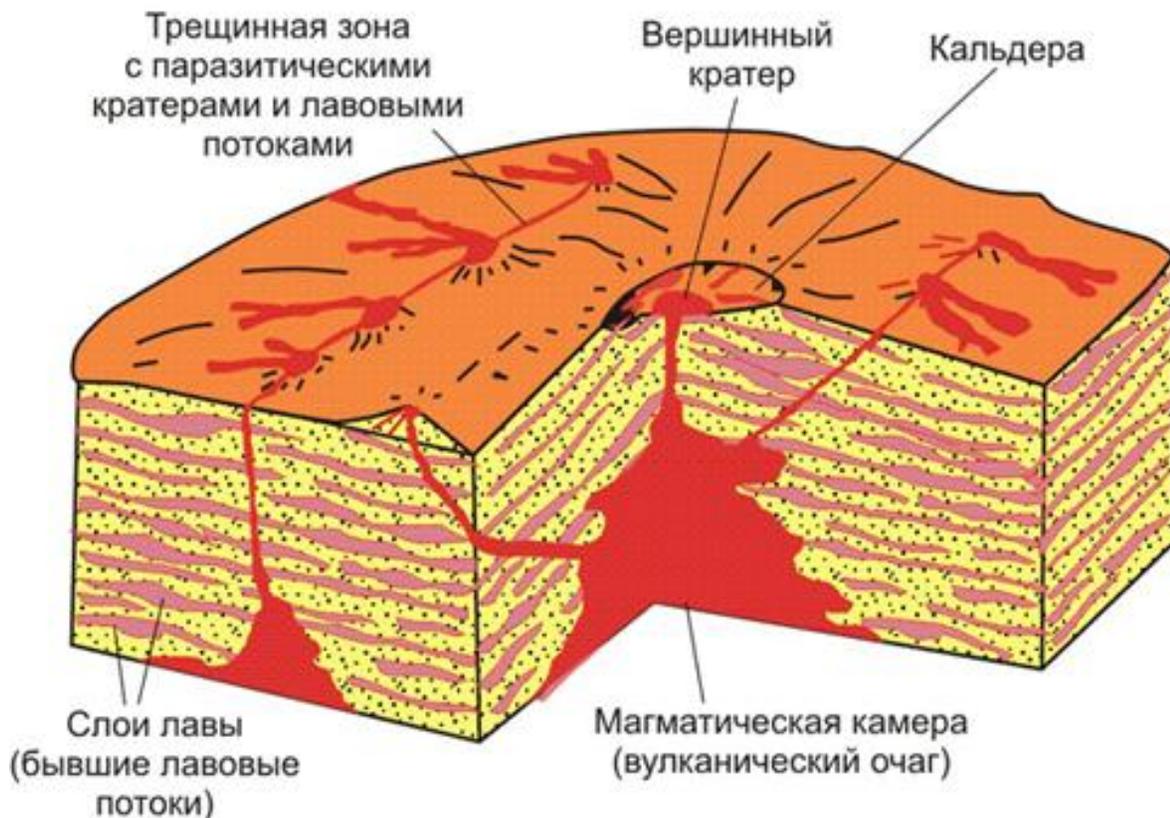
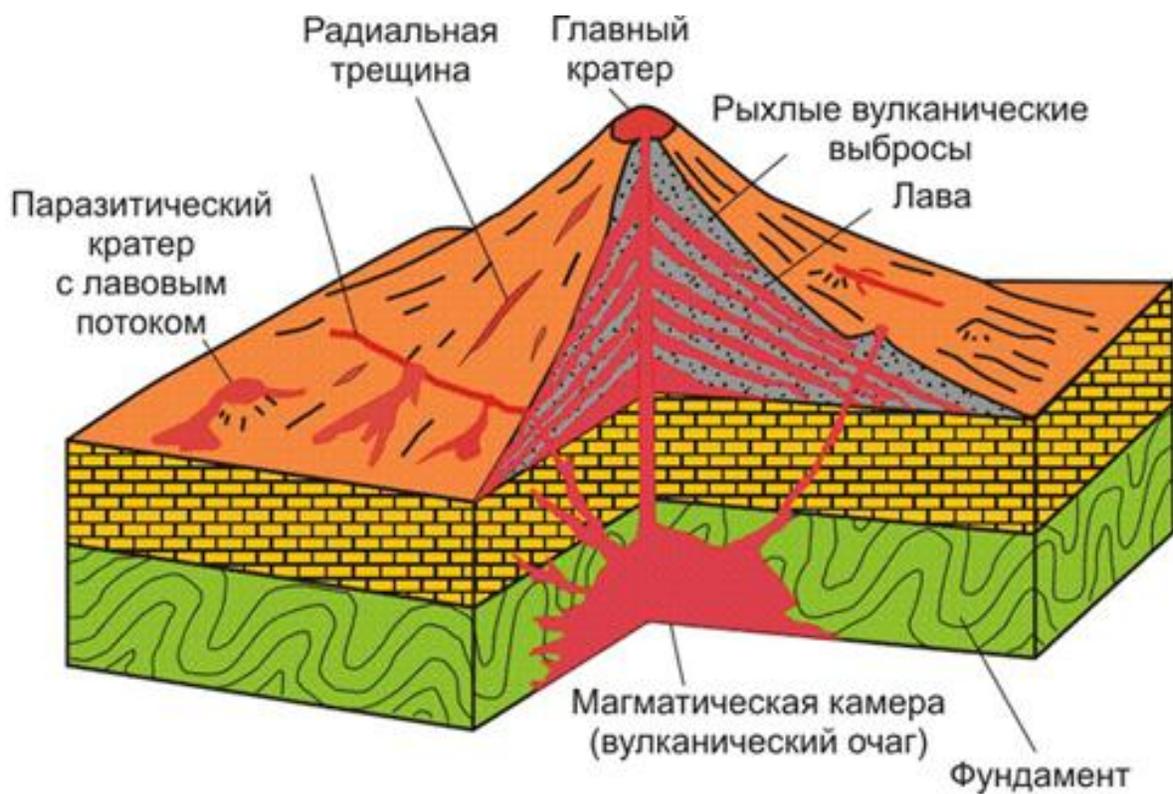
Яшмовидные породы, сера, руды железа, марганца, фосфориты и др.

Типы вулканов:

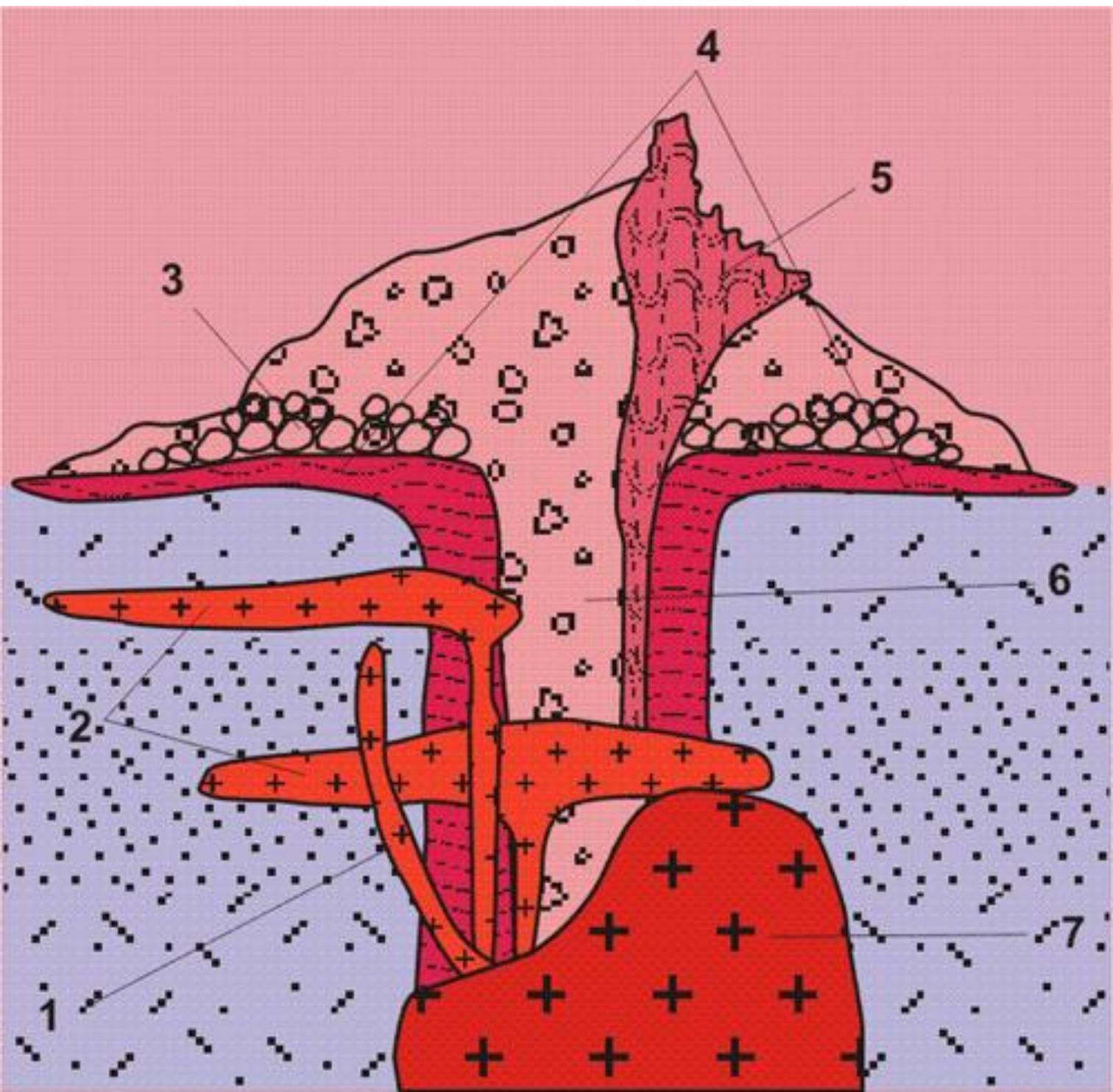
- **трещинные**, или **линейные** – к зонам раздвижения литосферных плит
- **центрального типа** – извержение происходит через подводящий трубообразный канал – **жерло**.

Строение вулкана





**Схематические изображения
 центрального (вверху) и щитового (внизу) вулканов
 (по Раст, 1982)**



Фации вулканогенных пород

1 - дайки, 2 - силлы, лакколиты,

3 - *эксплозивная* субфация,

4 - лавовые потоки (*эффузивная* субфация),

5 - купола и обелиски (*экструзивная* субфация),

6 - *жерловая* фация, 7 - гипабиссальная интрузия

Типы вулканических извержений

Гавайский – спокойное излияние жидкой **базальтовой** магмы из трещинных жерл: *валы, лавовые озёра, щитовые вулканы, волосы Пеле* (Килауэа, Хапемаумау на Гавайях, Нирагонго и Эрта-Але в Восточной Африке);

Близок *исландский* – образуются *плоские покровы* (трещина Лаки длиной 25 км – плато площадью 600 кв. км; Сибирь, Индия, Бразилия)



Стромболианский

(Стромболи в Тирренском море в Италии)

- ритмичные (от 1 до 10-12 мин.) выбросы *более вязкой* лавы
- потоки более *короткие и толстые*
- длительные (Стромболи извергается с V в. до н.э.)



Вулканский

(остров Вулькано в группе Липарских в Италии)

- ***кислая лава*** с высоким содержанием ***газов***
- быстрое ***отвердение*** – периодические ***пробки*** – ***давление газов*** – «***выбивание***» со взрывом – черное ***облако пирокластов*** с бомбами типа «хлебной корки»
- периоды ***полного покоя*** (Авачинский и Карымский на Камчатке, Везувий)



Пелейский

(вулкан Мон-Пеле на о. Мартиника в Карибах)

Очень *вязкая лава* застывает в жерле, образует *мощную пробку*, выжимаемой в виде *экструзии* (Мон-Пеле – высотой 375 м, диаметром 100 м).

Раскалённые газы временами вырываются сквозь пробку, образуя *палящие тучи* (Мон-Пеле – 8.05.1902 – 800°C, двигалась по склону со скор. 150 м/с, уничтожила г. Сен-Пьер с 26000 жителей); Безымянный на Камчатке.



Мон-Пеле



Этна

Вулканические газы

В зависимости *от состава* делятся – на:
фумаролы – HCl , HF , SO_4 ; CO , CO_2 ; H_2 и т.д.
сульфатары – SO_2 ; H_2S ; CO , CO_2 ; H_2O , N , CH_4
мофетты – преобладает CO_2 .





Поствулканические процессы

Продукты – *пар* и *горячая вода*.

Гейзеры – периодические и под большим напором выбросы.

Термальные источники – при отсутствии напора пара.

