

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Эндогенные и экзогенные

Круговорот вещества в природе

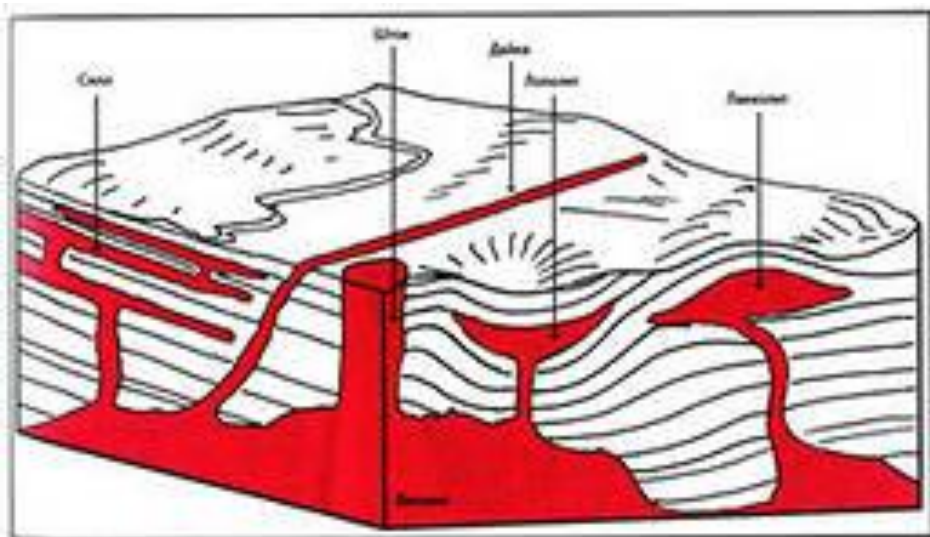


ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ МАГМАТИЗМ

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.), различными **металлами, парами воды** и т.д.

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



Глубинный магматизм

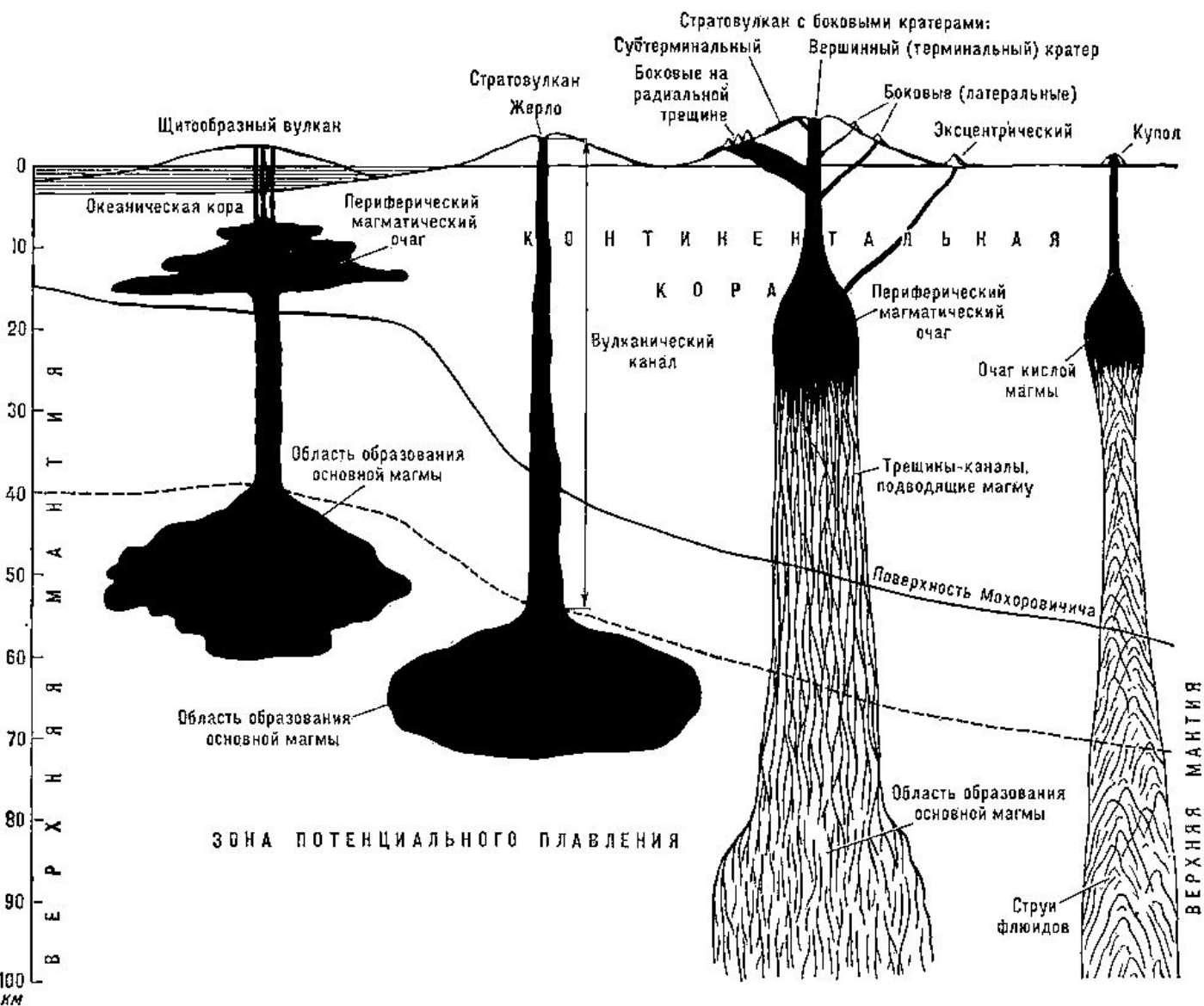
Инtruзия (от «intrusio» – внедрение) – процесс внедрения магмы.

Магматические очаги, выполненные магмой.

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

Причины плавления:

- **быстрый подъём** пластичного глубинного вещества со **снижением давления**;
- **повышение температуры** (без изменения давления) при внедрении горячих магм;
- **дегидратация минералов**



Подвижность – **вязкостью**: от *химсостава* и $T^{\circ}C$.

Химический состав – **12 оксидами**: SiO_2 ; TiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_3O_4 ; Fe_2O_3 ; MnO , CaO , MgO , Na_2O ; K_2O ; H_2O ; P_2O_5 .

Количественное **их соотношение** – *разновидности*.

Группы пород (по содержанию SiO_2 , вес.%)

Ультракислых – более 78

Кислых – 64 – 78

Средних – 53 – 64

Основных – 45 – 53

Ультраосновных – 30 – 45

Низкокремнеземистых – менее 30



Расплав *фильтруется* – от **н1 см до н1 м в год**.

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

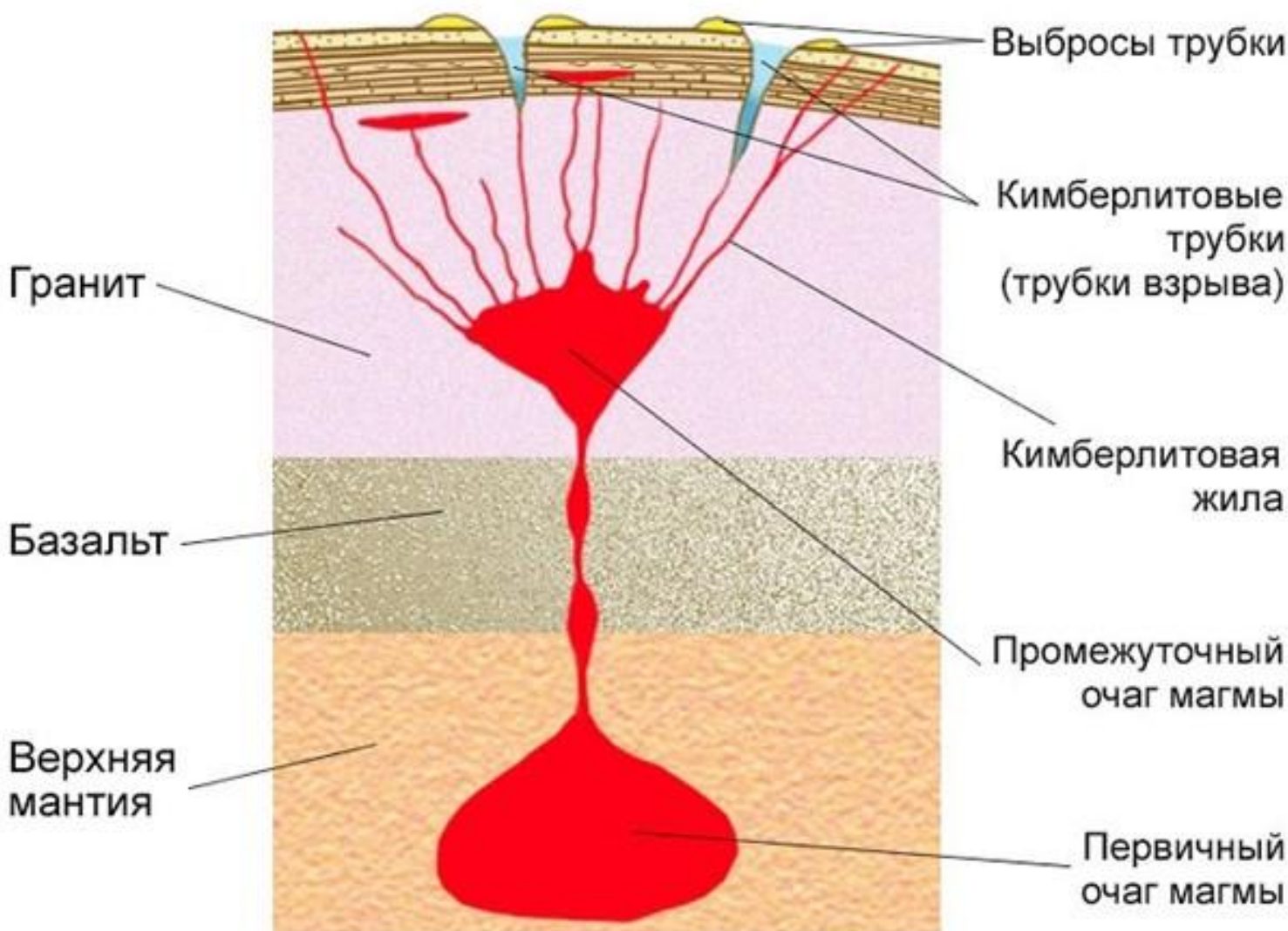
Различие в составе образующихся пород:

- расплав поступает *из мантии*, обогащен основными оксидами – **FeO, MgO, CaO** – *ультраосновные и основные*;
- при *плавлении пород земной коры*, обогащенной **SiO₂** – *кислые* породы.

Кристаллизация – на глубинах **в н1 км**.

Температура кристаллизации – **900-700°C**.

Остывание интрузий – от **н10 тысяч лет** (небольшие тела) до **н10 млн. лет** (тела в **н10 км**).



Пути разделения магмы (*дифференциация*)

I. Разделение магмы разного состава –

ультраосновной, основной и кислой



II.

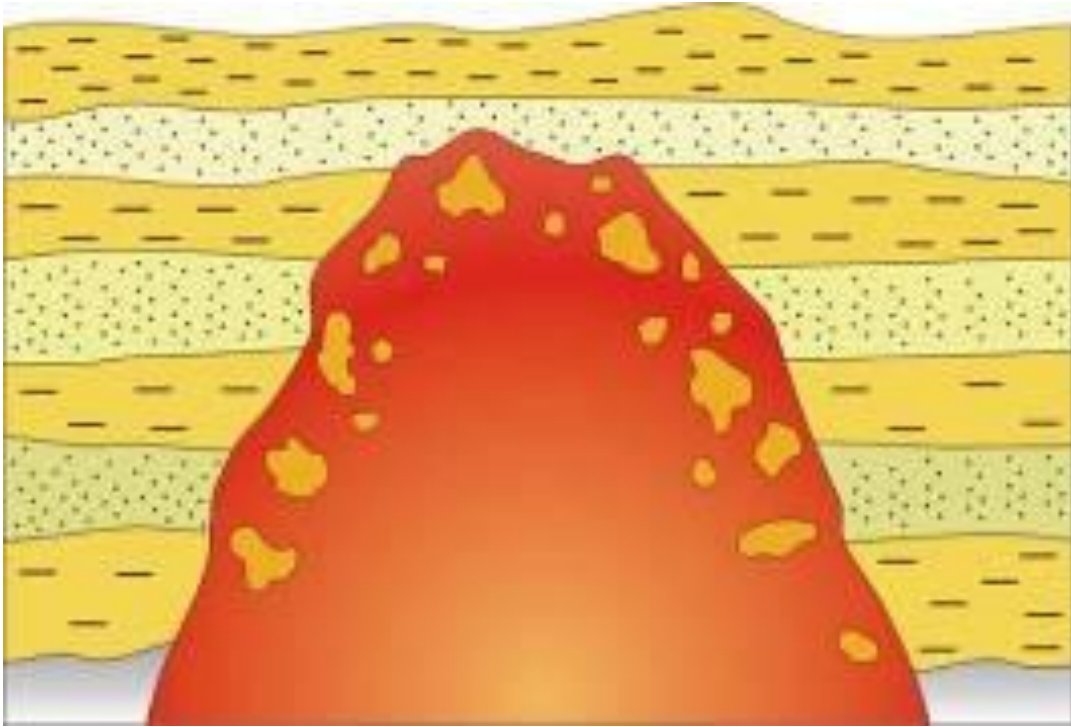
Кристаллизационная дифференциация –

кристаллизацией **породообразующих** минералов с понижением температуры (Н. Боуэн)

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

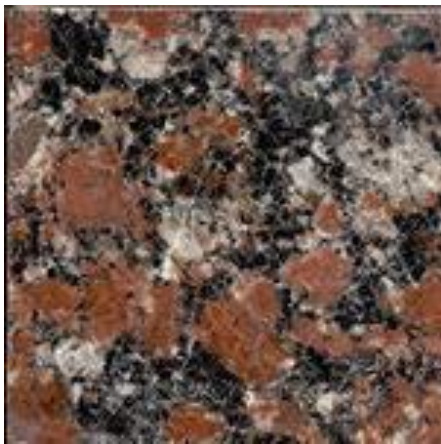
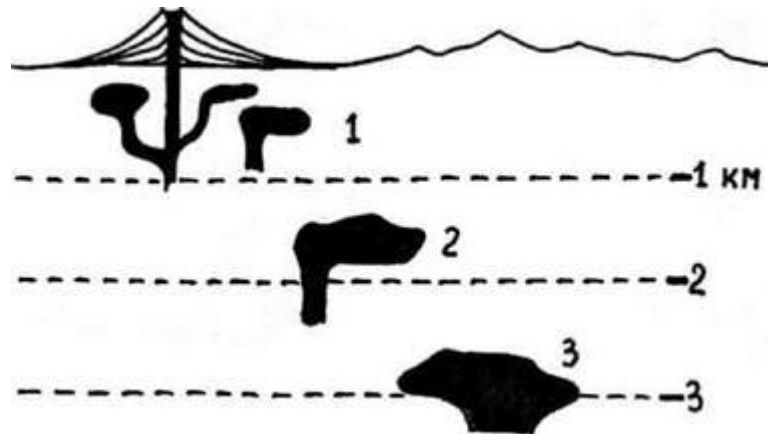


IV. **Ассимиляция** – захват и переплавление магмой встречаемых пород (тоже причина дифференциации).



Интрузивные породы – по глубине образования:

- 1) **абиссальные** – значительн. глубина (до **10 км**),
- 2) **гипабиссальные** – **1-3 км**,
- 3) **близповерхностные** (субвулканические и жильные).



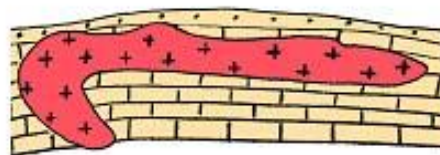
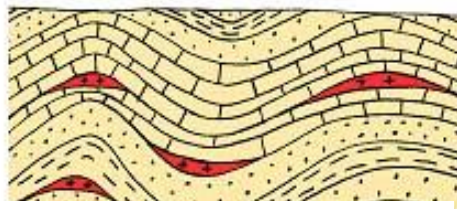
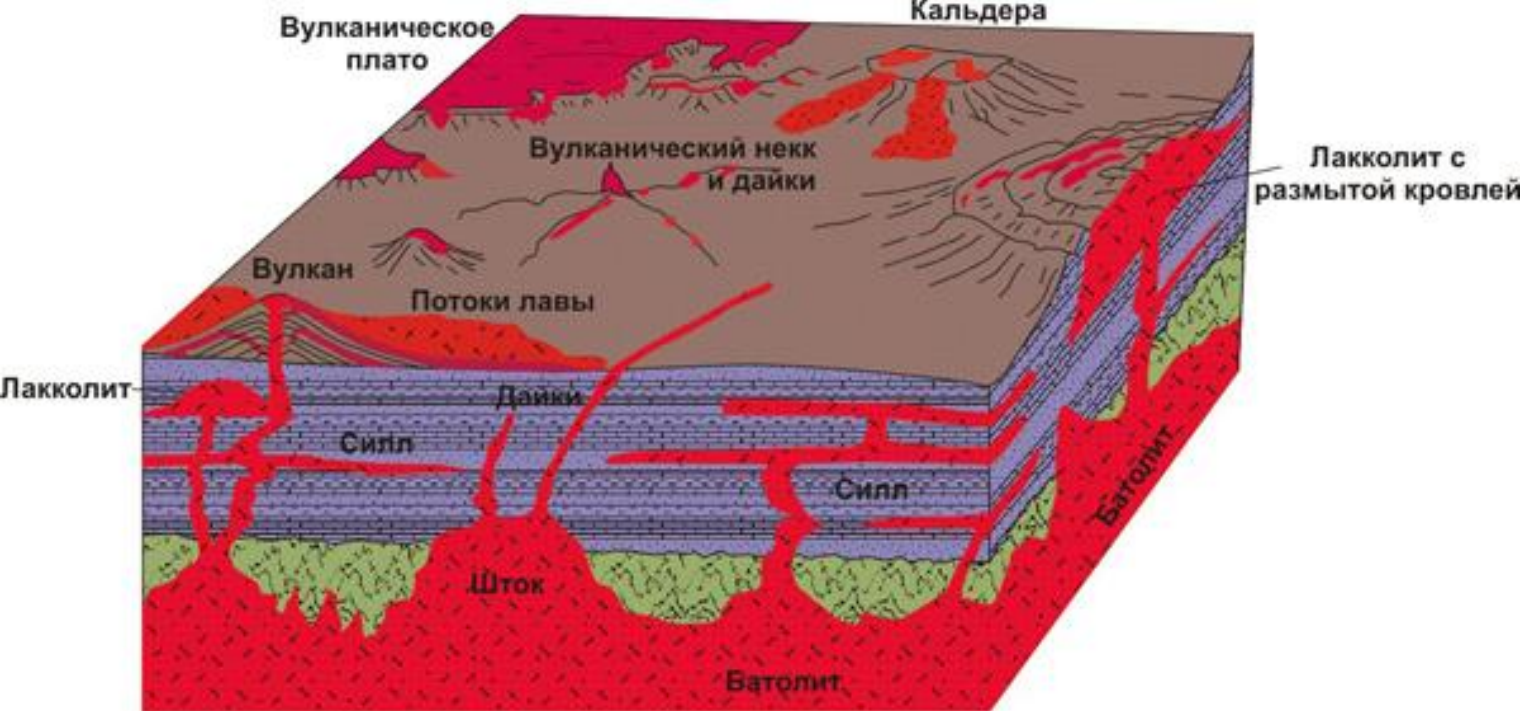


Рис.10 Гарполит.



Интрузивные тела

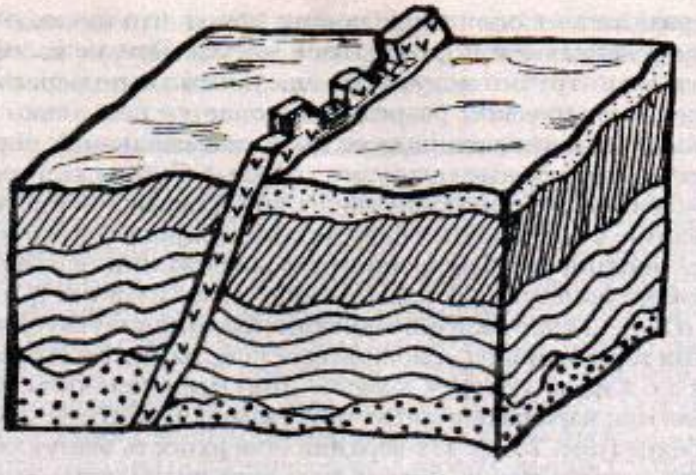
несогласные – по форме:

- **батолиты** – до $n100$ км
- **штоки** – (от нем. «Stock» - палка, ствол)

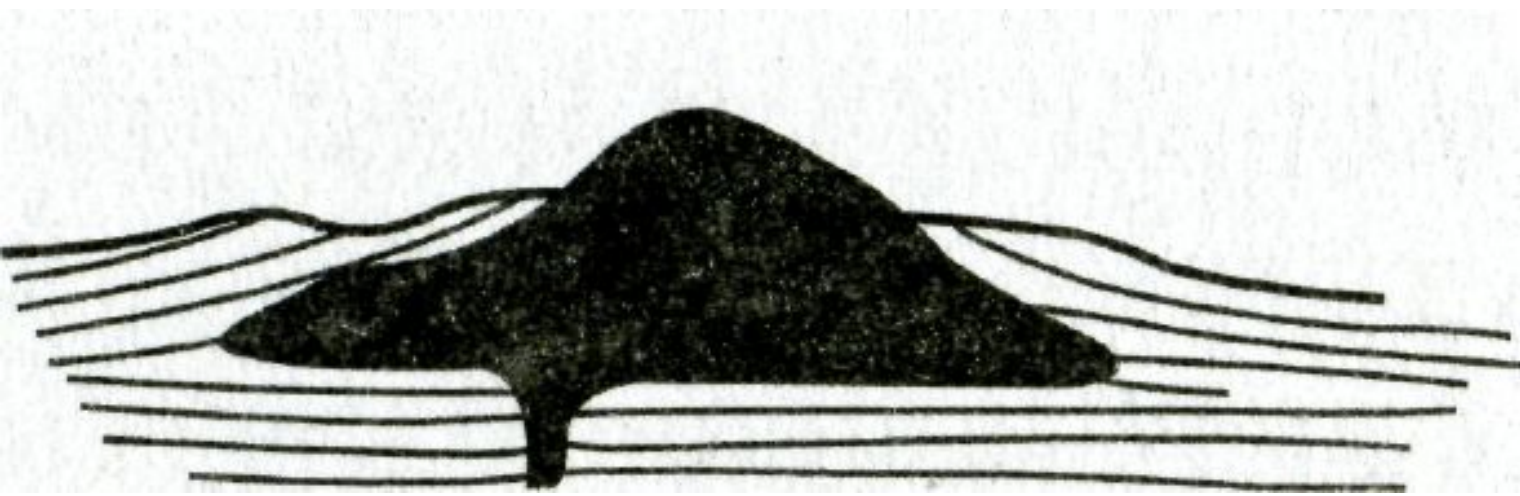
Меньшие тела – по условиям залегания:

а) **согласные**: **силлы**, **лакколиты** (грибообразные), **лополиты** (блюдцеобразные); **факолиты** (в замках складок), **гарполиты** (серповидной формы),

б) **секущие**: **дайки** – в рельефе напоминают разрушенные стены, **жилы** – небольшие секущие неправильной формы.



Пример лакколита – аю-даг



Полезные ископаемые:

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

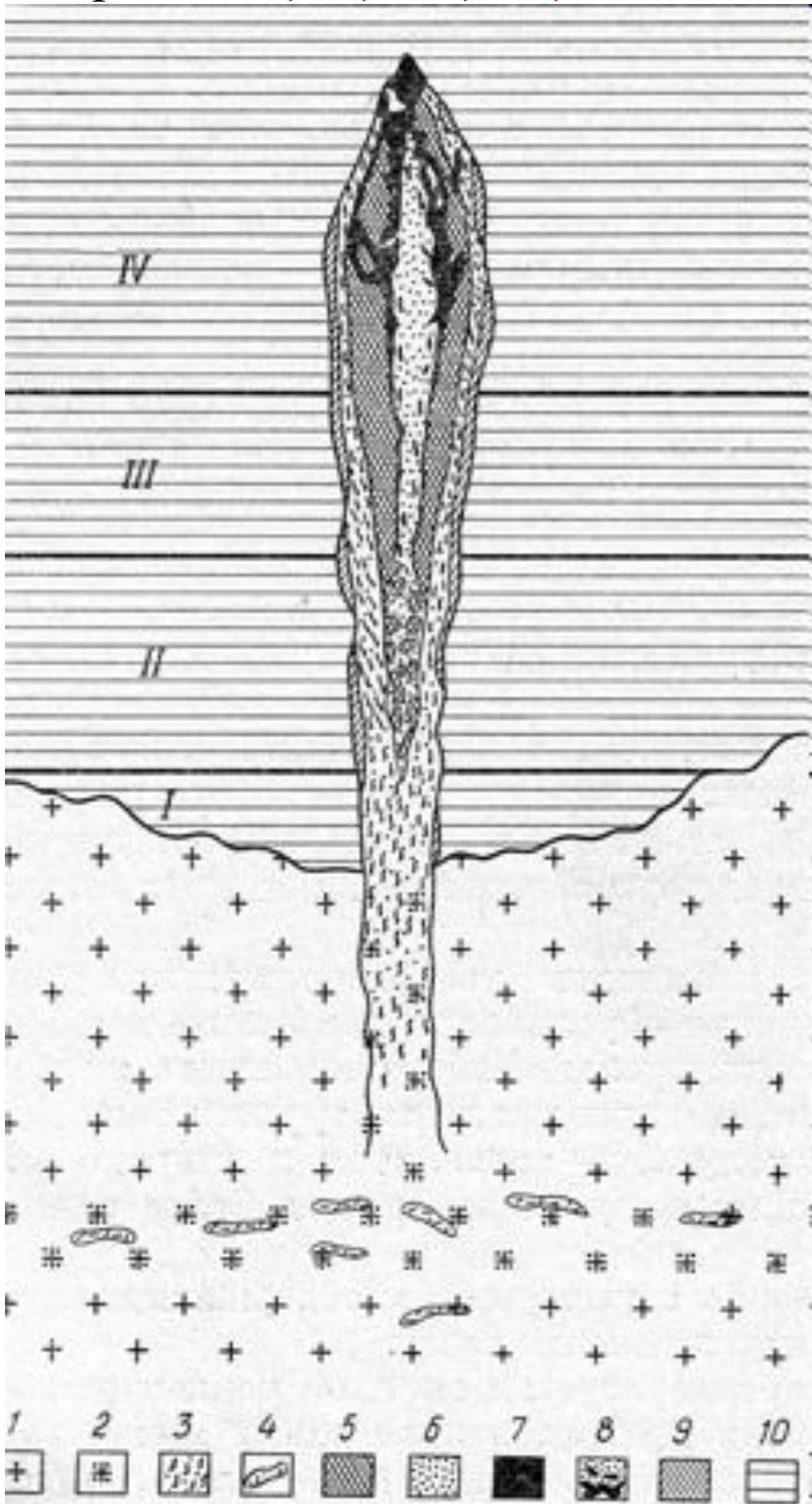
Постмагматические процессы

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**.

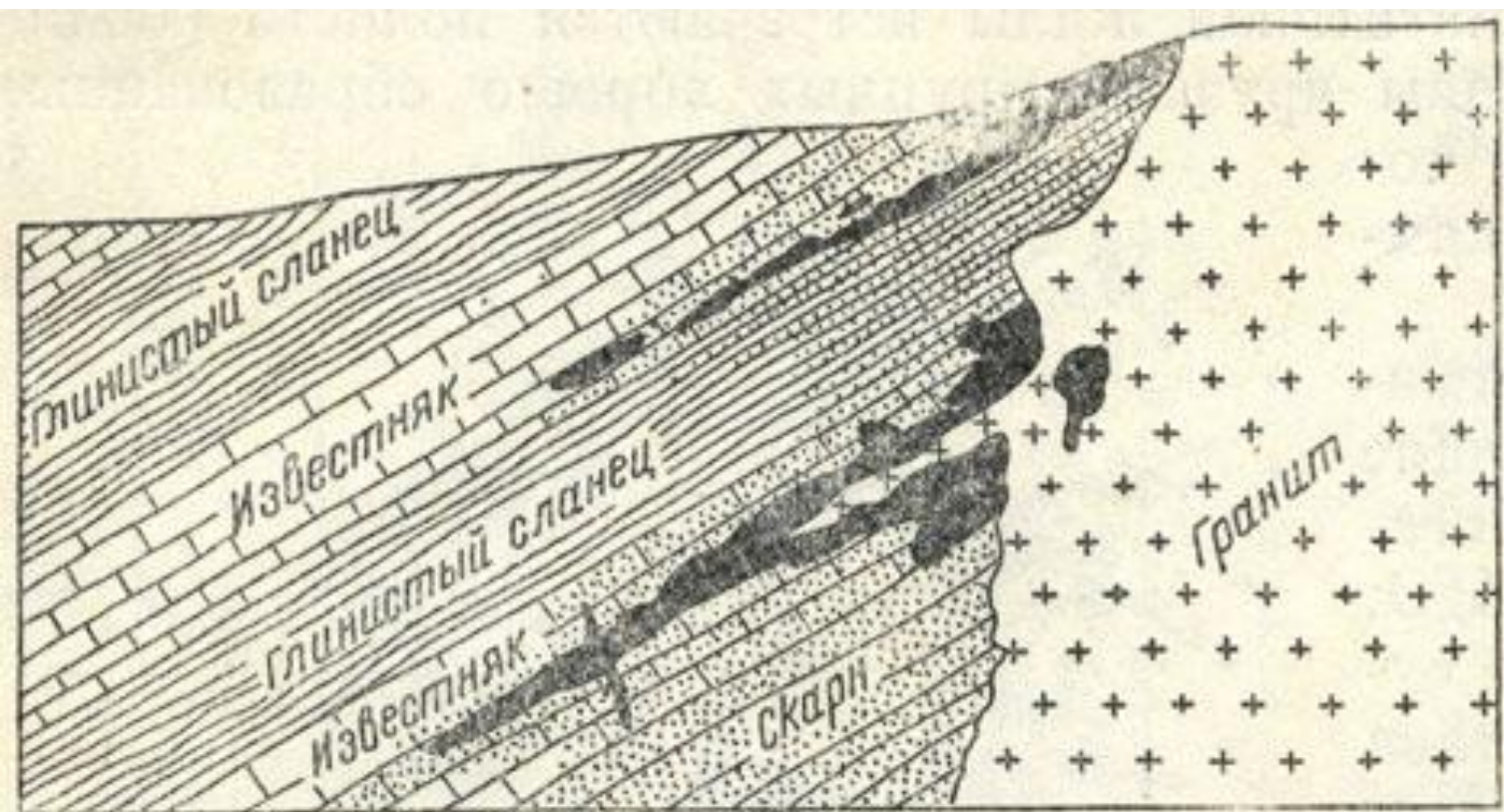


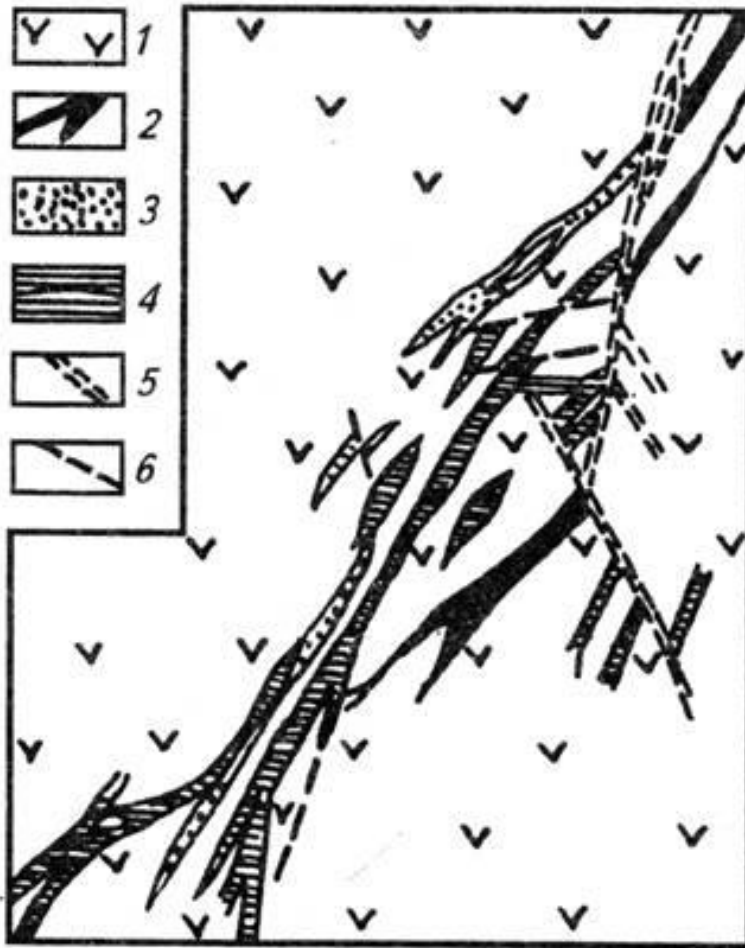
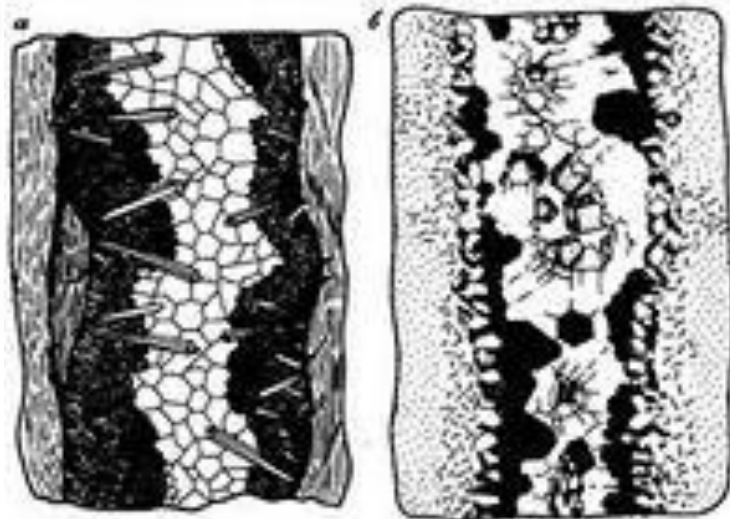
Схема геологического разреза
контактово-метасоматического
месторождения

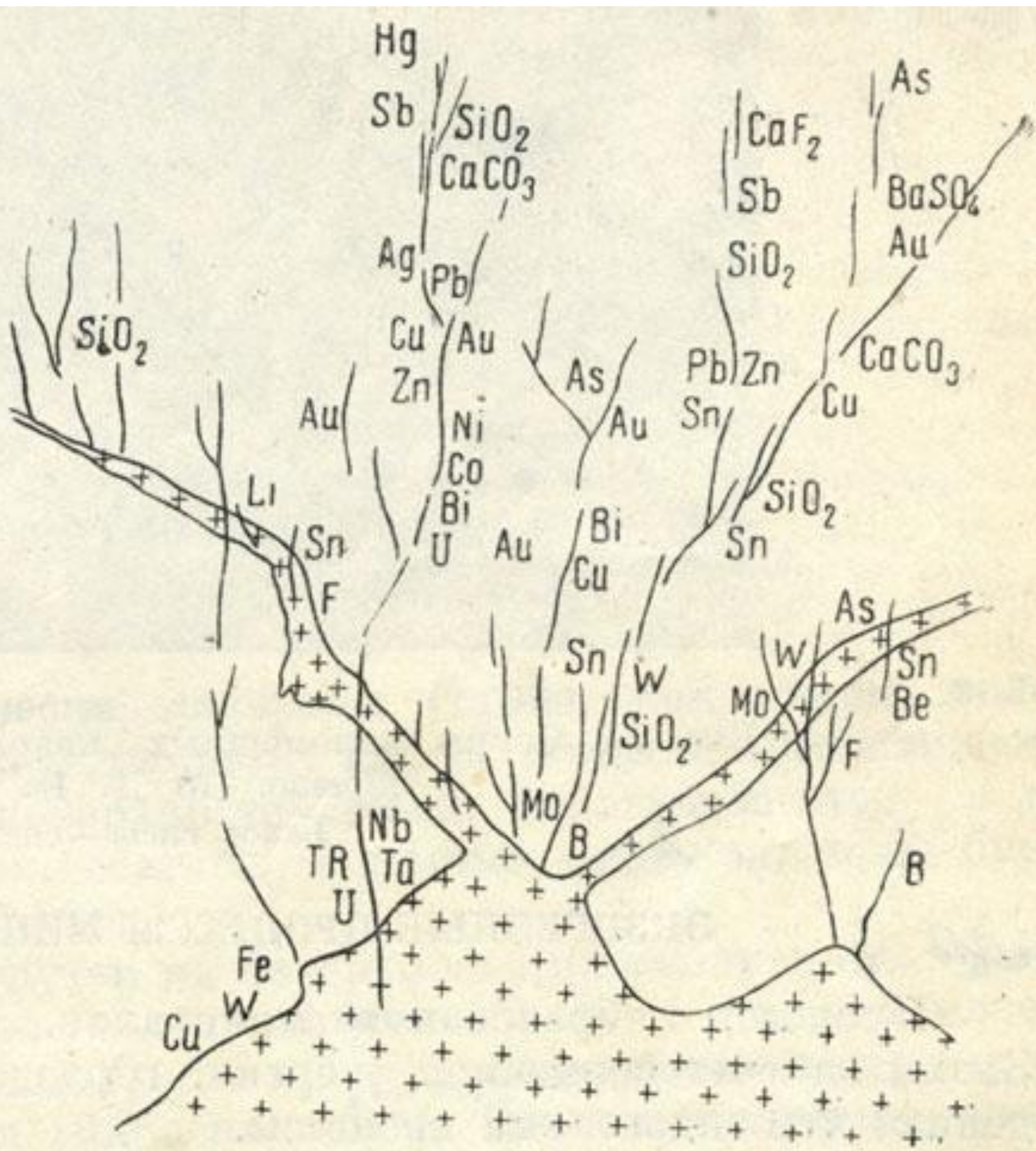
Гидротермальный процесс

Отделение газов и растворов от интрузивного тела и перемещение их по трещинам в породы.

Гидротермальные жилы.

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





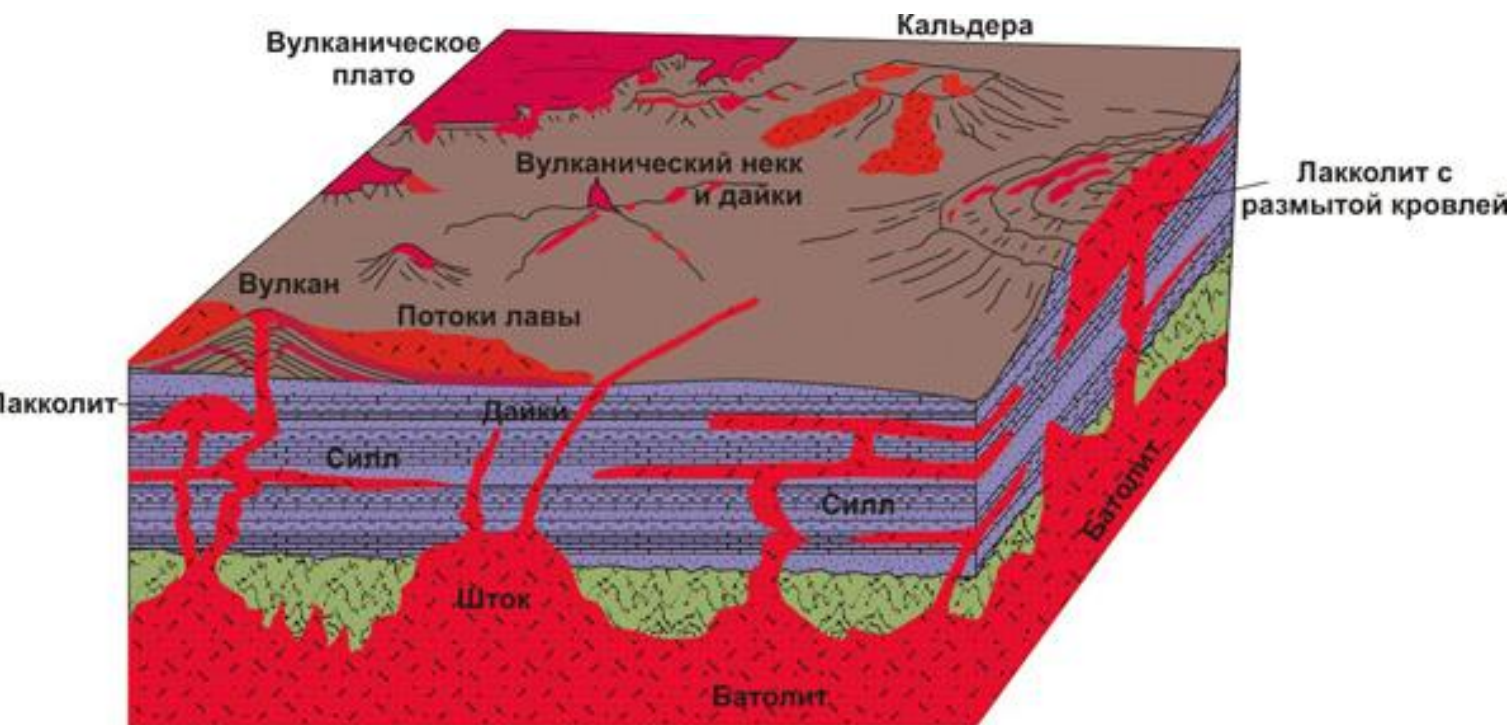
Общая схема расположения гидротермальных образований

Эффузивный, наземный магматизм (вулканизм)

Излияние лавы.

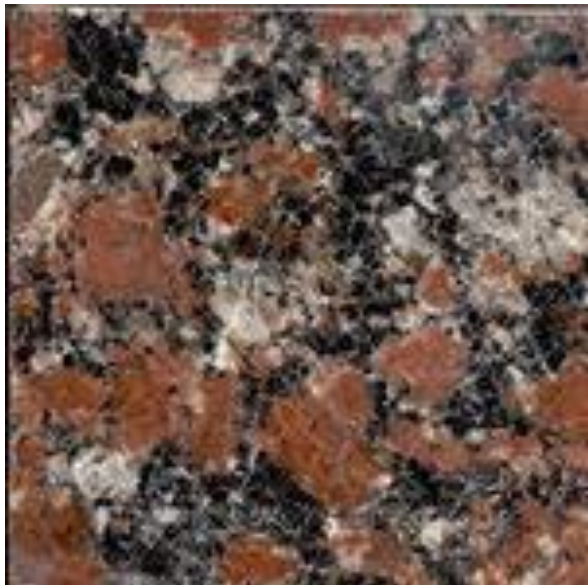
Скорость движения (*подвижность*) лавы – от химического состава:

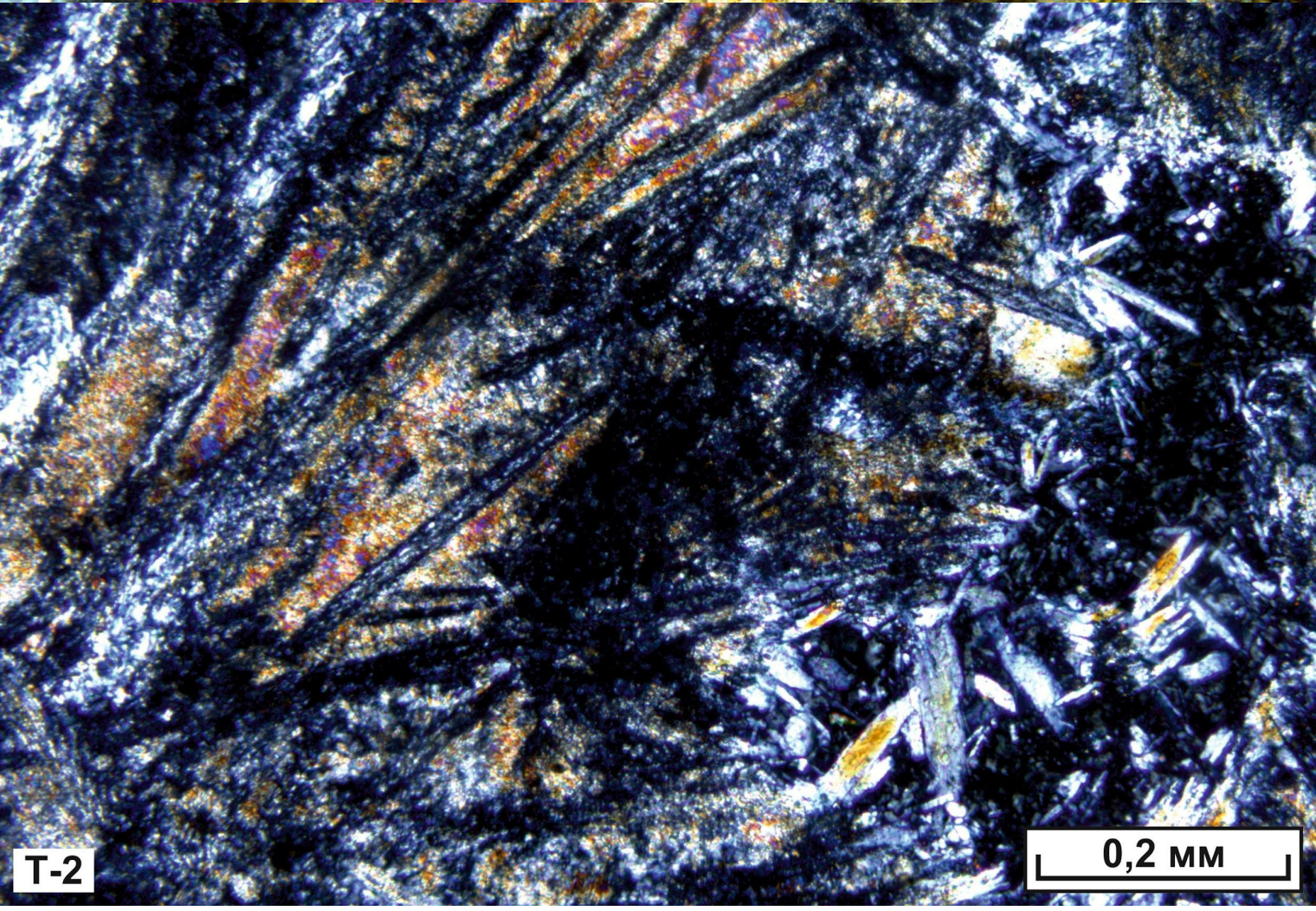
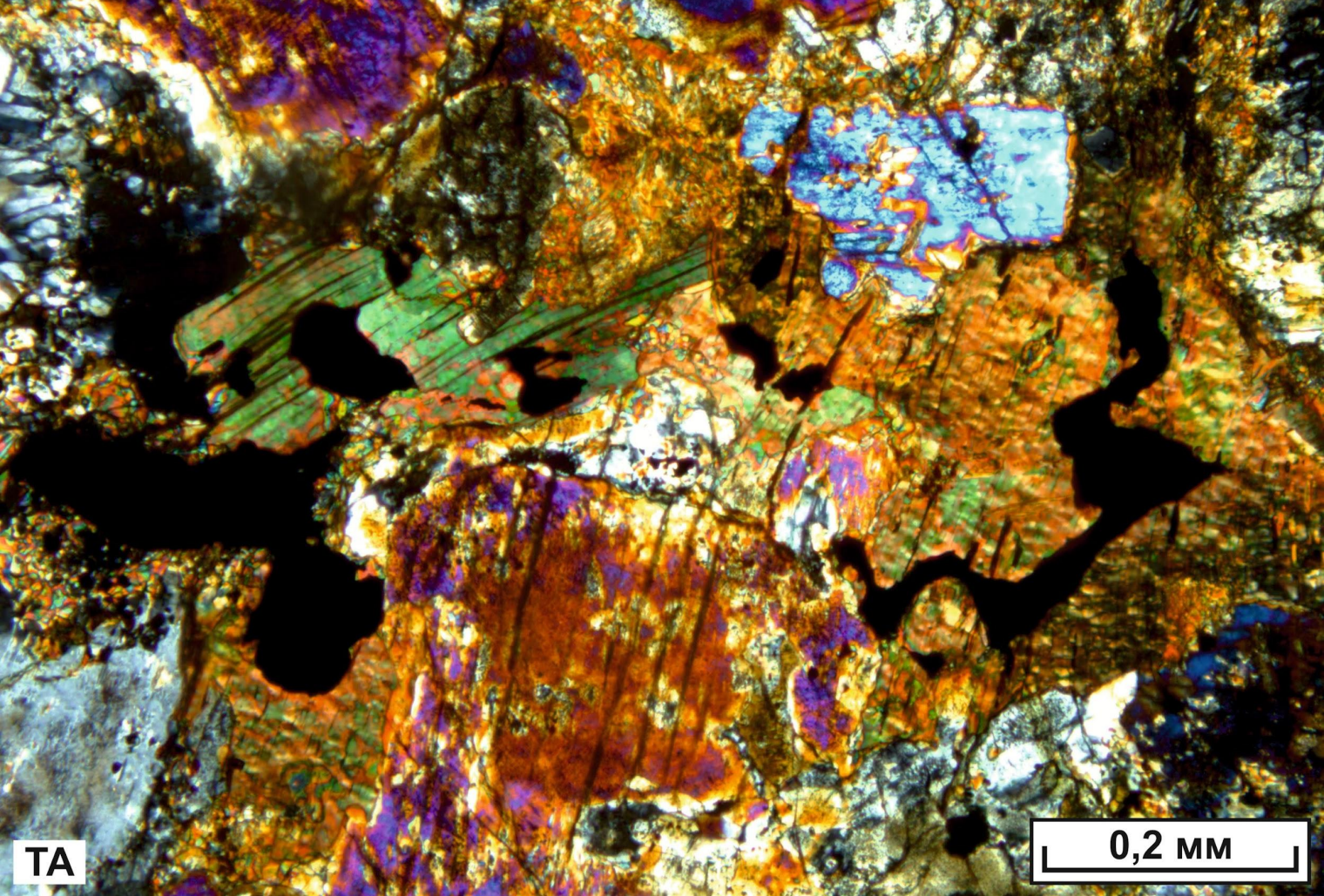
- **основные** с $t \sim 1200$ наиболее подвижны потоки и покровы до **1 км** от центров извержения,
- **кислые** – вязкие и *малоподвижные*.



Структуры и текстуры эффузивных (излившихся)

пород





Характер отделения газов:

- **спокойный** – излияние (**эффузия**) – чаще **базальты**,
- **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** (Вулькано - глыба **25 куб.м, 68т**).



Пирокластический поток вулкана Сент-Хелен (США, 1980)

Вулканоогенно-осадочные породы:

а) вулканоогенно-обломочные:

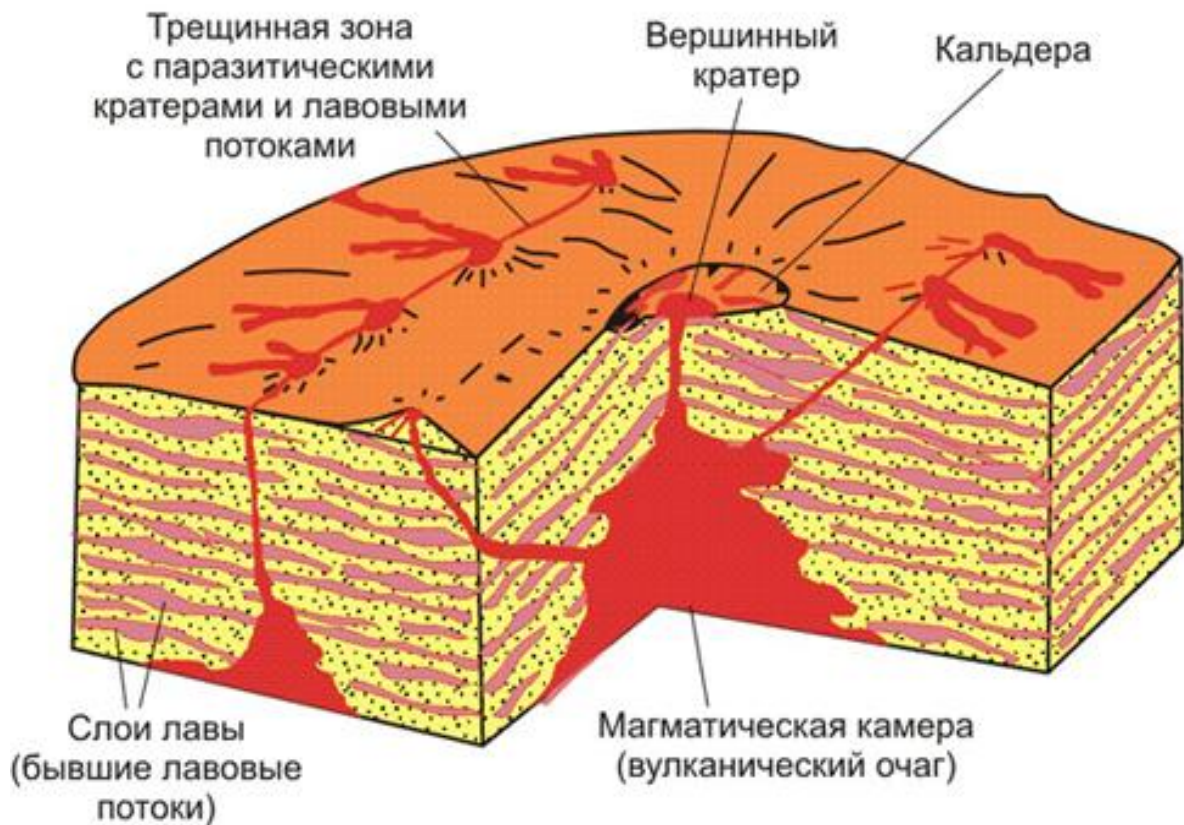
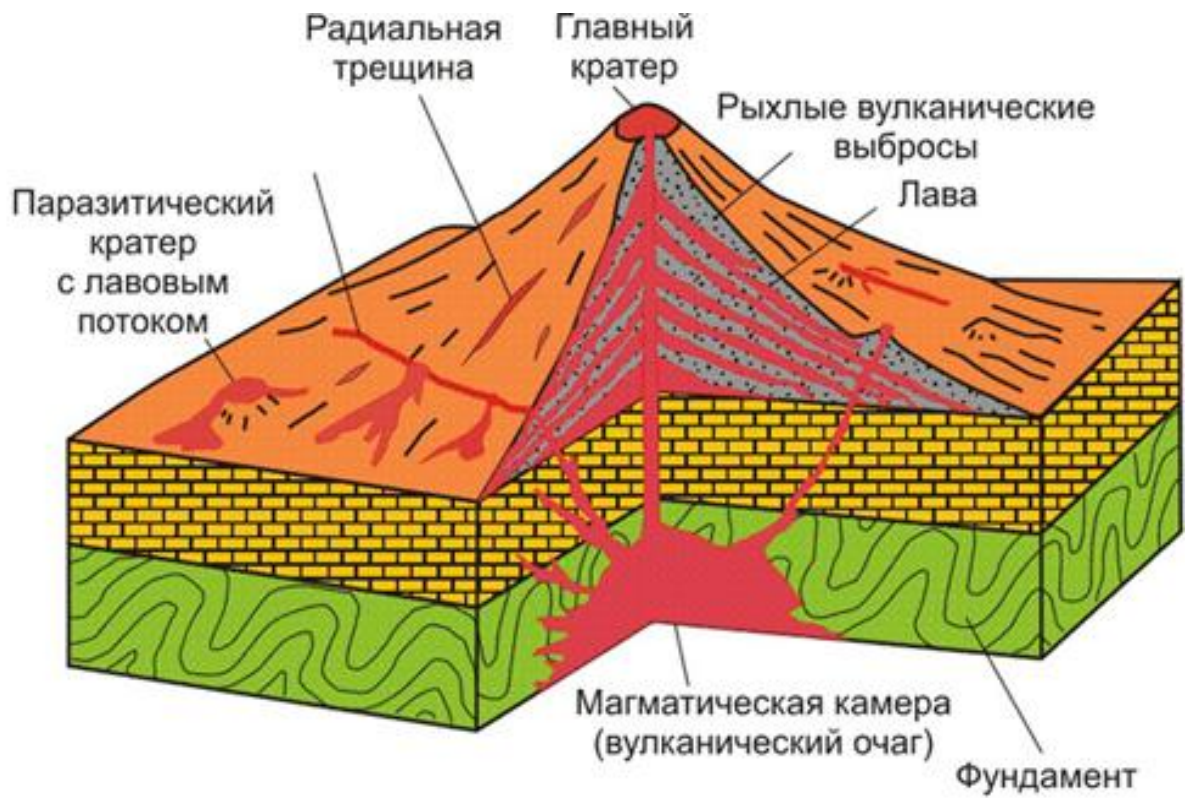
- **туфы вулканические**, почти целиком состоящие из пирокластического материала,
- **туффиты** с содержанием последнего более 50%,
- **пирокласто-осадочные** породы (туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты и др.) – с преобладанием осадочных компонентов.

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

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

Типы вулканов:

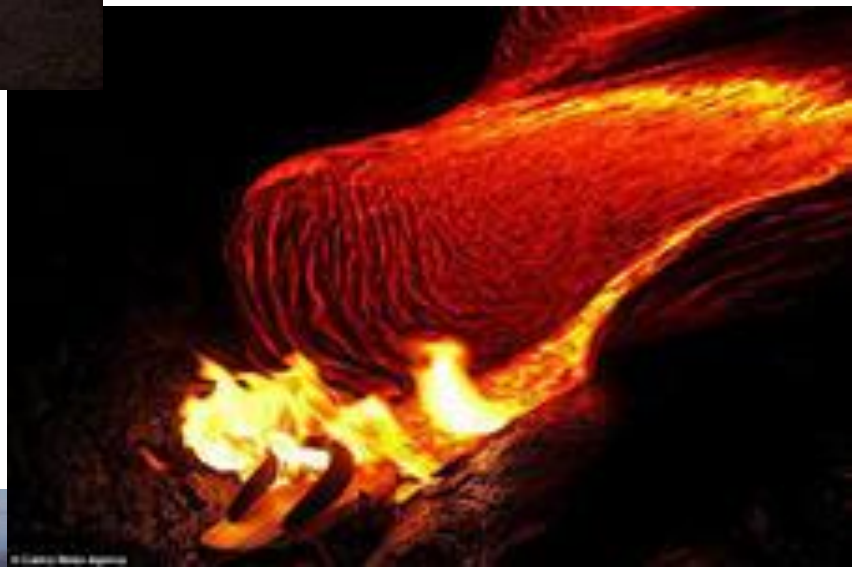
- **трещинные, или линейные** – к зонам раздвижения литосферных плит
- **центрального типа** – извержение происходит через подводный трубообразный канал – **жерло**.



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

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)

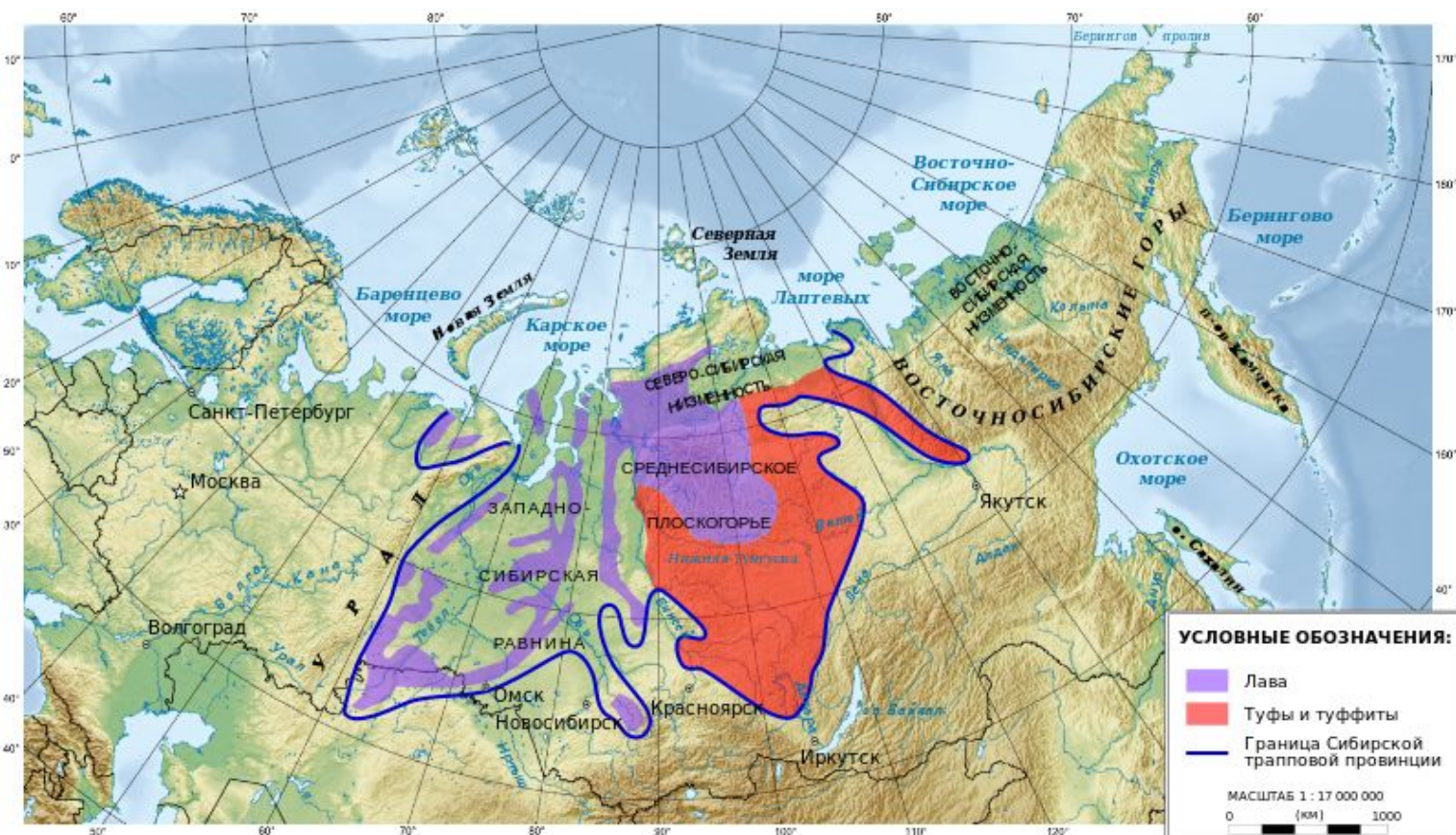


Сибирские траппы

Нижняя, Подкаменная Тунгуски, Тунг.

Плато Путорана

Площадь – 4 млн. км², объем 2 млн. км³
эффузивных и интрузивных пород



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 – с V в. до н.э.)



Вулканский

(остров Вулькано в группе Липарских в Италии)

- **кислая лава** с высоким содержанием **газов**
- быстрое **отверждение** – 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 – **мощная пробка** в жерле – выжим в виде **экструзии** (Мон-Пеле – высотой 375 м, диаметром 100 м).

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

Мон-Пеле



Этна



Вулканические газы

В зависимости **от состава** – на:

фумаролы: HCl , HF , SO_4 ; CO , CO_2 ; В 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.





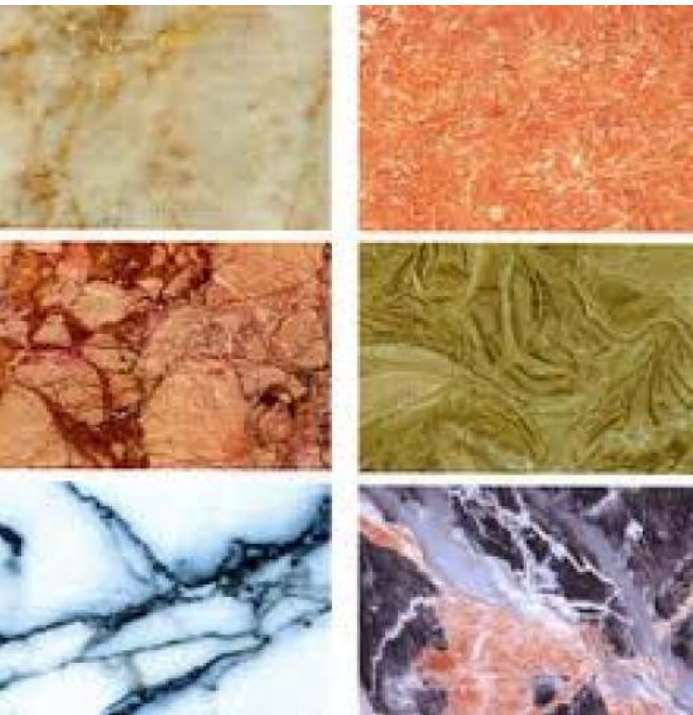
Эндогенные процессы

Метаморфизм и метаморфические горные породы

Температура, давление, газы и водные растворы.

Типы метаморфизма:

- региональный: $T^{\circ}C$, P



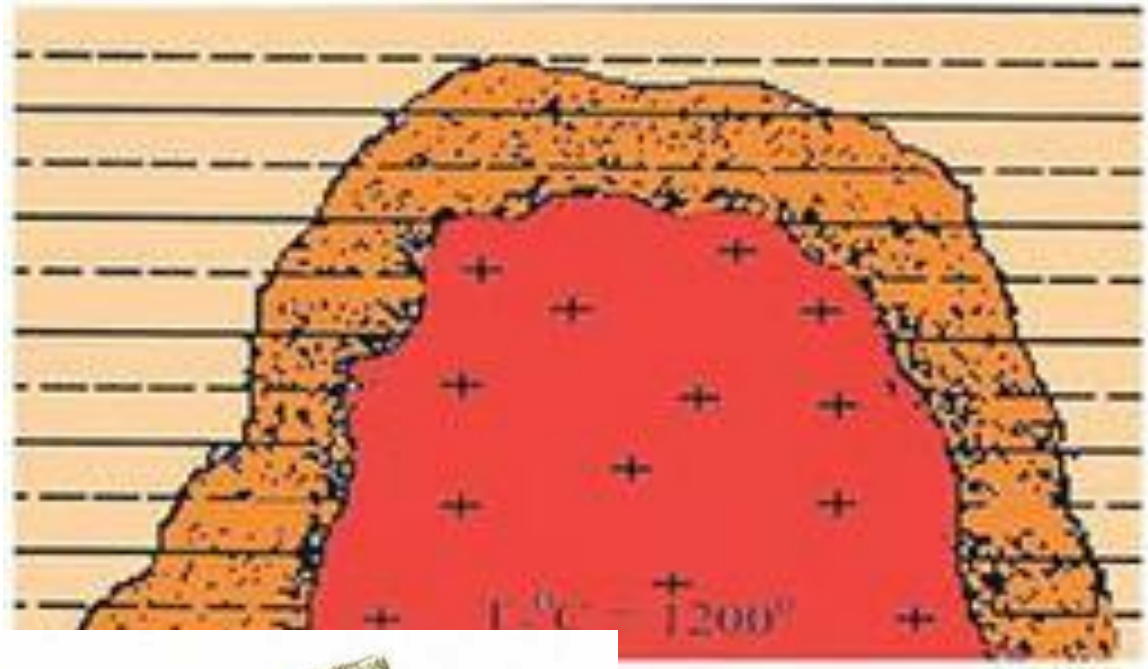
Регионально-метаморфизованные месторождения железа, бокситов, марганца, золота и урана



Метаморфические месторождения амфибол-асбеста, кианита и силлиманита, наждака, графита, слюд, граната и рутила.

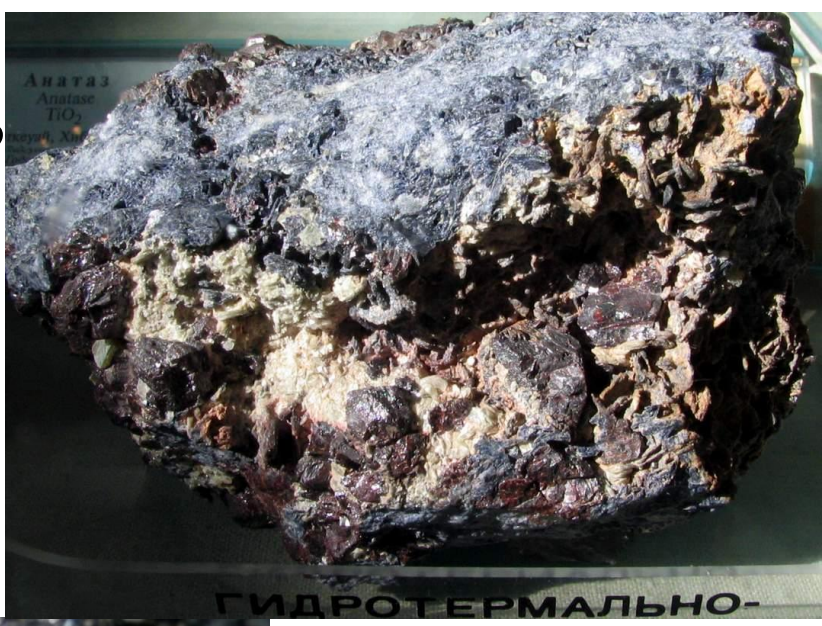


**- *контактовый* – от тепла остывающей
МАГМЫ**

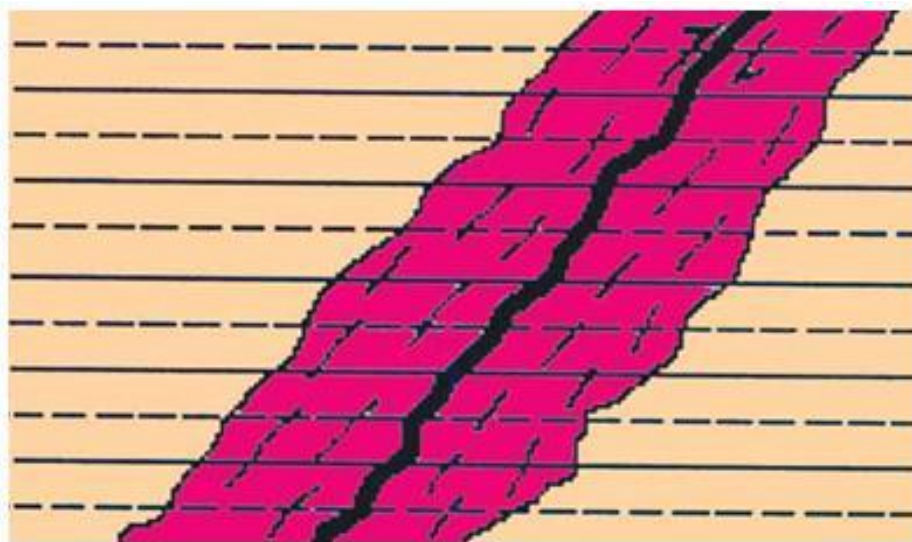


Контактово-метаморфические

месторождения
железа, графита,
корунда и
наждака.



- динамометаморфизм – в зонах разломов,



- импактный – при ударе метеорита о поверхность планеты.

Импактиты, Попигай, алмазы



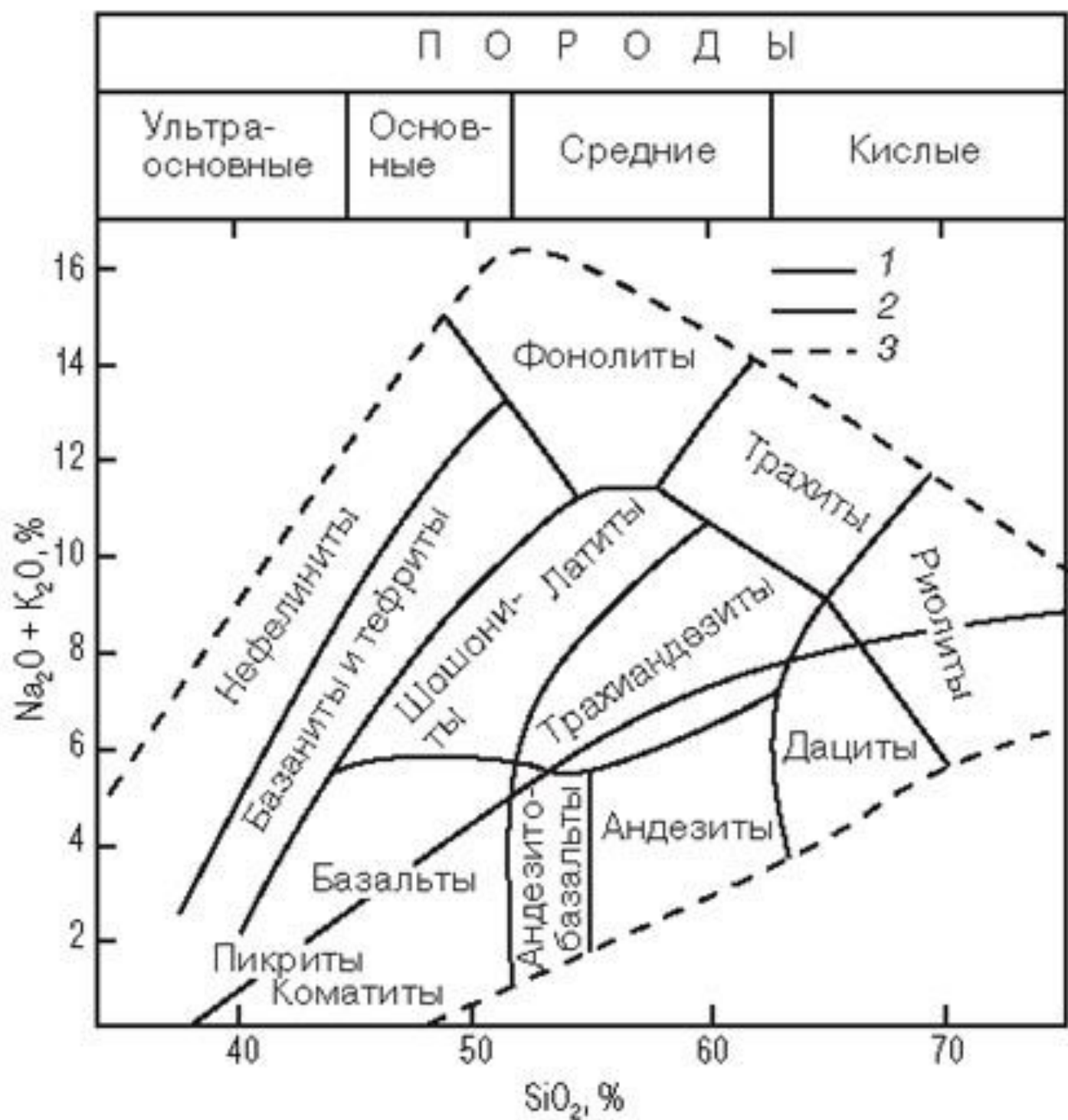


Рис. 1. Номенклатура главных типов вулканических пород в координатах $SiO_2 - K_2O + Na_2O$ по Cox et al., 1979 с дополнениями автора.

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