



**Напрям підготовки
“гірництво”
Курс геології.**

**Тема 5.
Геологічні процеси.
Ендогенні процеси.**

Класифікація геологічних процесів.



- **Геодинамічні геологічні процеси (внутрішньої динаміки)**
 - 1. Магматичні і постмагматичні процеси**
 - 2. Метаморфічні процеси.**
- **Геологічні тектонічні процеси.**
- **Геологічні процеси зовнішньої динаміки.**
 - I. Процеси з активною атмосферою**
 - II. Звітрювання**
 - III. Геологічна діяльність вітру**

Класифікація геологічних процесів.



- **Процеси з активними текучими водою та льодом.**
 - I. Геологічна діяльність поверхневих текучих вод.**
 - II. Геологічна діяльність підземних текучих вод.**
 - III. Геологічна діяльність льоду.**
- **Процеси з активною водою у неперміщуваному об'ємі.**
 - I. Геологічна діяльність морів та океанів.**
 - II. Геологічна діяльність озер та боліт**
- **Антропогенні(техногенні) процеси.**

Магматичні процеси.

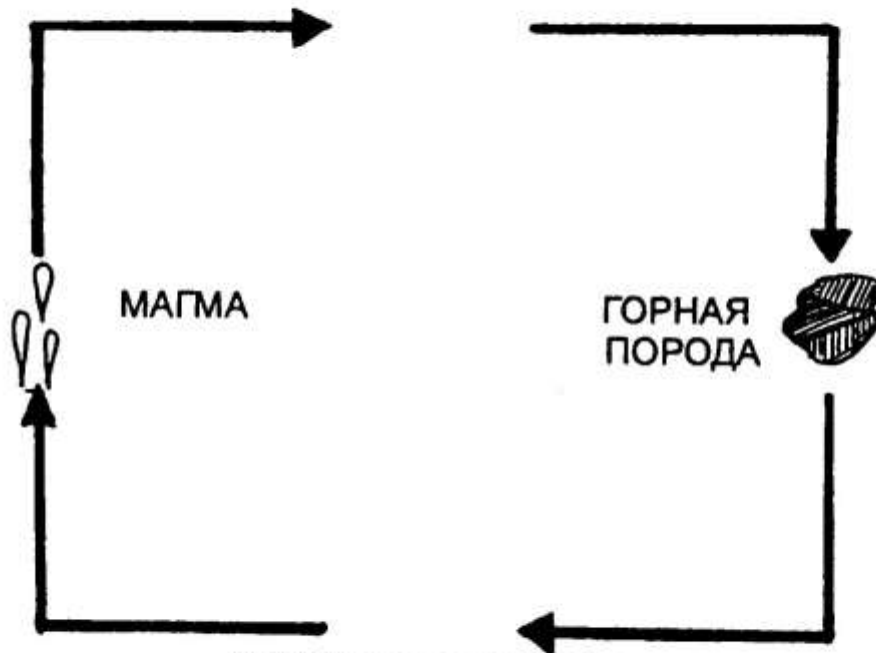


Магматичні процеси відбуваються за участю магми - тобто розплав, який утворюється в осередках земної кори та верхньої мантії. Розплавлена магма на певному етапі розвитку охолоджується та починає тверднути. Якщо утворення із магми твердої кристалічної породи відбувається в надрах Землі, процес називається інтрузивним, або плутонічним, а такі породи називають інтрузивними. При цьому кристалізація магми може відбуватися як в самому осередку, так і на значних відстанях від нього.

- Магма рухається і може досягти поверхні Землі та вилитись на неї. Тоді вона буде називатись лавою, сам процес виливання та затвердіння лави називається ефузивним, а утворені таким чином породи називаються ефузивними. Такі породи називають ще вилитими породами, а останнім часом їх називають вулканічними.**

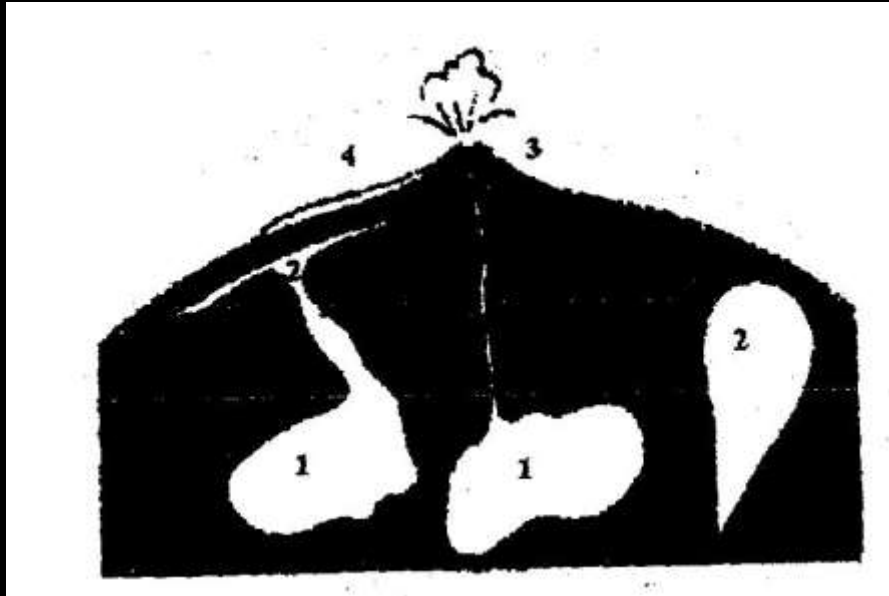
Магматичні процеси.

Магма застыаает при:
1) уменьшении температуры;
2) увеличении давления;
3) удалении летучих (флюидов)



Горная порода подвергается
плавлению при:
1) увеличении температуры;
2) снижении давления;
3) добавлении летучих (флюидов)

Магматичні процеси.



Магматичні тіла в земній корі:

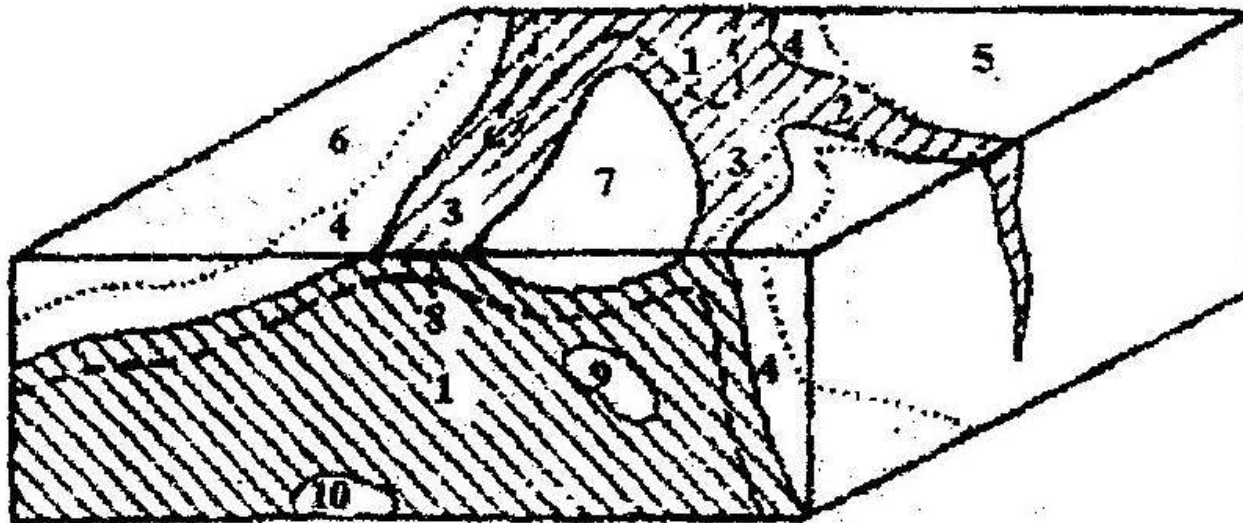
- 1. Магматичний осередок;**
- 2. Інрузивне тіло;**
- 3. Вулкан;**
- 4. Ефузивне тіло.**

Магматичні процеси.



- **Інtruзіями або інtruзівами називають геологічні тіла, які утворились внаслідок цих процесів. Охолоджуючись, магма кристалізується, твердіє та утворює інtruзивне тіло. Головними елементами такого тіла є: власне інtruзивне тіло; апофізи, які являють виростки від інtruзивного тіла, зони ендоконтакту, тобто змінені вдовж контакту інtruзивні породи; зони екзоконтакту - тобто змінені вдовж контакту вмшуючі породи; покрівля інtruзії; провиси покрівлі; апікальна (верхня) частина інtruзивного тіла; ксеноліти. чужорідні породи, що потрапили в магму із вмшуючих порід; шліри, які являють собою відокремлені округлі ділянки інtruзивних порід, що відрізняються за складом та кольором від оточуючих, і найчастіше є повністю переробленими ксенолітами. Для великих тіл, як правило, характерні всі перераховані елементи, для малих тіл - багато з них не є обов'язковими. Глибина затвердіння інtruзії може бути різною - від мінімальної поблизу земної поверхні до десятка кілометрів від неї.**

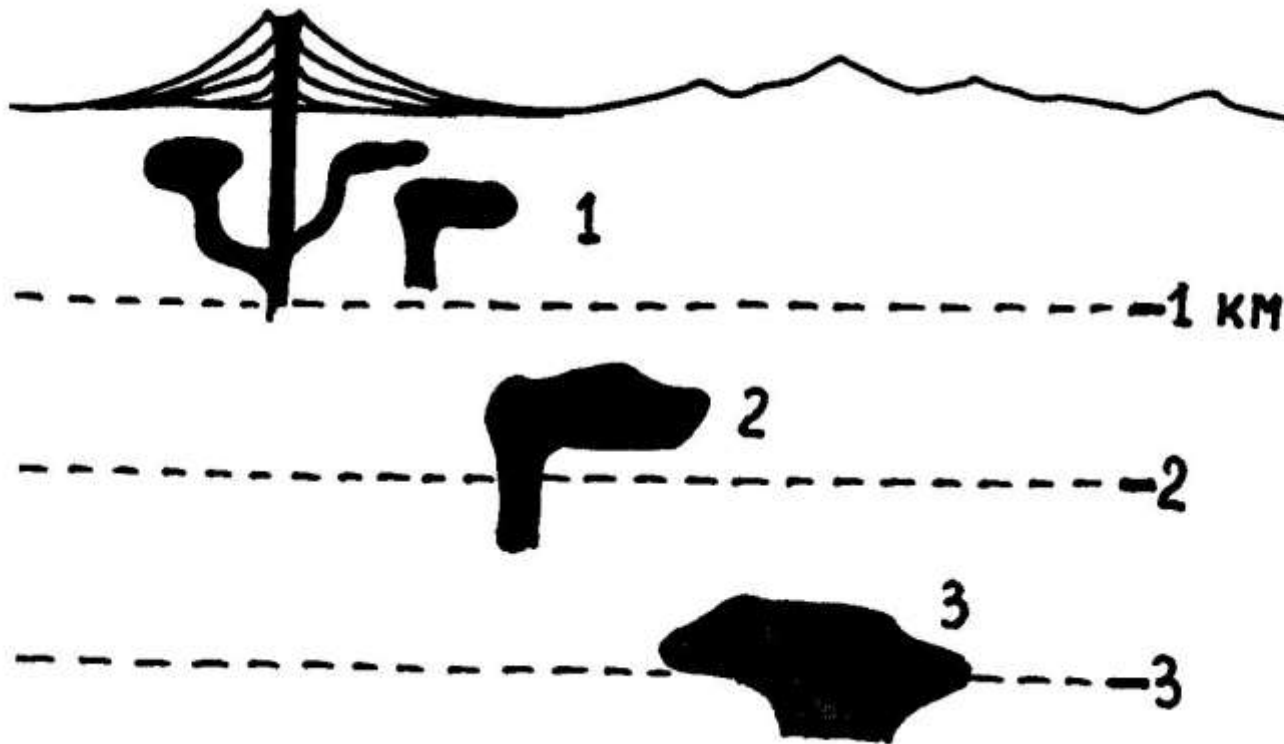
Магматичні процеси.



Елементи інтрузивного тіла:

1. Магматичні породи(інтрузив заштриховано);
2. Апофіз;
3. Зона ендоконтакту;
4. Зона екзоконтакту;
5. Вміщуючі породи;
6. Покрівля;
7. Провис покрівлі;
8. Апікальна частина інтрузиву;
9. Ксеноліт;
10. Шлір

Магматичні процеси.



Поділ інтрузивів за глибиною формування:

- 1. Субвулканічні(приповерхневі), до 1км;**
- 2. Гіпабісальні(середньоглибинні) 1-2км;**
- 3. Абісальні(глибинні), глибше 2-2,5км.**

Магматичні процеси.

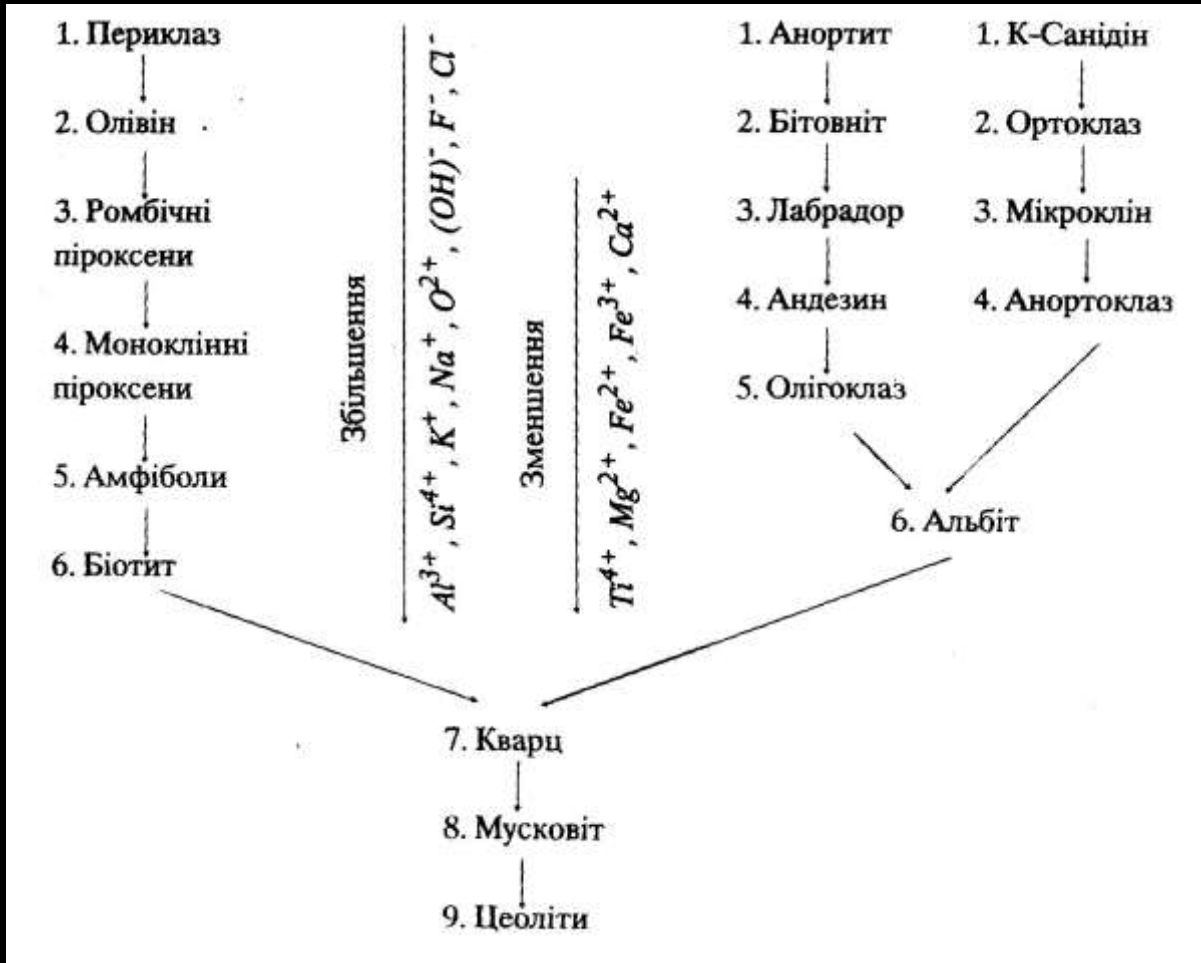


Схема кристалізаційної диференціації магми за Боуеном-Н.В.Беловим.

Магматичні процеси.

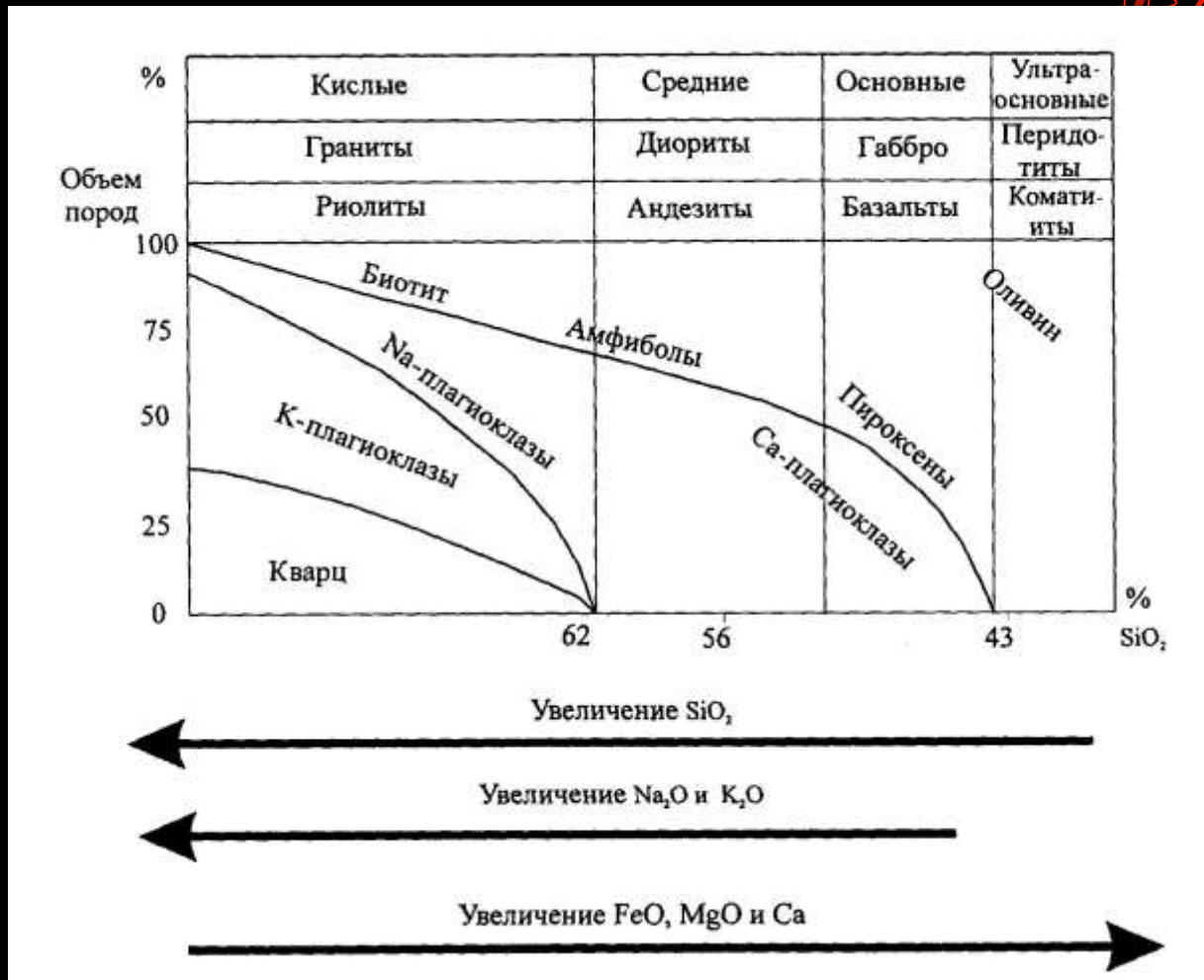


Як видно з наведеної схеми, мінерали при кристалізаційній диференціації магми виділяються у певній послідовності.

При цьому першими з магми виділяються мінерали з підвищеним вмістом Mg^{2+} , Fe^{2+} , Ti^{4+} , Al^{3+} та інших тугоплавких елементів. Вміст Si^{4+} в початкову стадію кристалізації магми, порівнюючи з заключною, значно нижчий і частково заміщується Al^{3+} . При подальшій розкристалізації магми, пов'язаної з пониженням температури, в мінералах відбувається збільшення Si^{4+} , Al^{3+} , K^+ , Na^+ , O^{2-} , $(OH)^-$, F^- , Cl^- з одночасним зменшенням Mg^{2+} , Fe^{2+} , Ti^{4+} , Fe^{3+} і деяких інших компонентів. Особливістю кристалізаційної диференціації магми при її розкристалізації згідно з наведеною схемою Боуена-Белова є те, що наступні мінерали формуються за рахунок попередніх при їх взаємодії з кремнієвою кислотою, яка знаходиться в розплаві.

В результаті розкристалізації магматичних розплавів різного складу формуються різноманітні гірські породи, серед яких за вмістом SiO_2 виділяють:

Магматичні процеси.

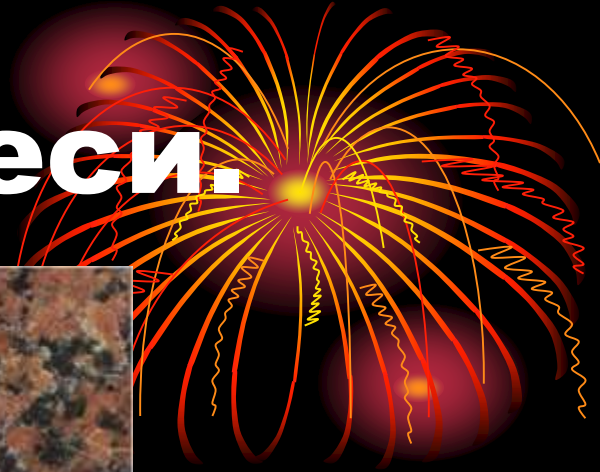


Магматичні процеси.

- **Головкою ознакою, яка дозволяє визначити, на якій глибині формувалась інтрузія, є структура порід: чим глибше відбувалась кристалізація магми, тим більш рівномірнозернистими стають структури. Так для порід гіпабісальних інтрузивів характерні порфіровидні, порфірові та афірові структури; мезоабісальних - нерівнозернисті, порфіровидні; абісальних - рівнозернисті, Ксеноліти, як правило, свідчать про невелику глибину формування інтрузії, а от шліри свідчать про велику глибину формування інтрузій. Відносно вміщуючих порід інтрузії бувають січними та згідними. Січні інтрузивні тіла перетинають геологічні межі вміщуючих порід. Найбільші з них - це батоліти, тобто величезні інтрузивні тіла з площиною горизонтального перерву в тисячі квадратних кілометрів та контактами з вміщуючими породами, що стрімко йдуть на глибину. Як правило, такі інтрузії складені гранітоїдами. Інтрузії, які схожі на батоліти за формою, але менших розмірів, з площиною горизонтальних перерізів до декількох сотень квадратних кілометрів, називають штоками. Інтрузії ще менших розмірів утворюють дайки, жили та некн. Дайки та жили заповнюють в земній корі тріщини, форма їх повністю визначається формою тріщин. На земній поверхні дайки, як правило, більш стійкі до зруйнування, ніж вміщуючі породи, вони нагадують кам'яну стіну. Назви «дайка» та «жила» синоніми, але термін «жила» частіше використовують при характеристиці геологічних тіл, що вміщують руду. Некн - трубоподібні тіла магматичних порід, які заповнюють підводні канали (жерла) потухлих вулканів. Згідні інтрузивні тіла не перетинають геологічних меж вміщуючих порід - січними у них бувають тільки канали, які підводять магму.**



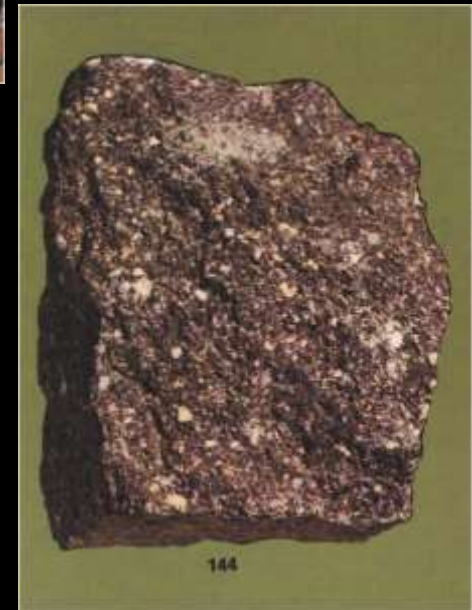
Магматичні процеси.



Приклад порфірової структури: граніт-порфір з Саксонії(Німеччина).

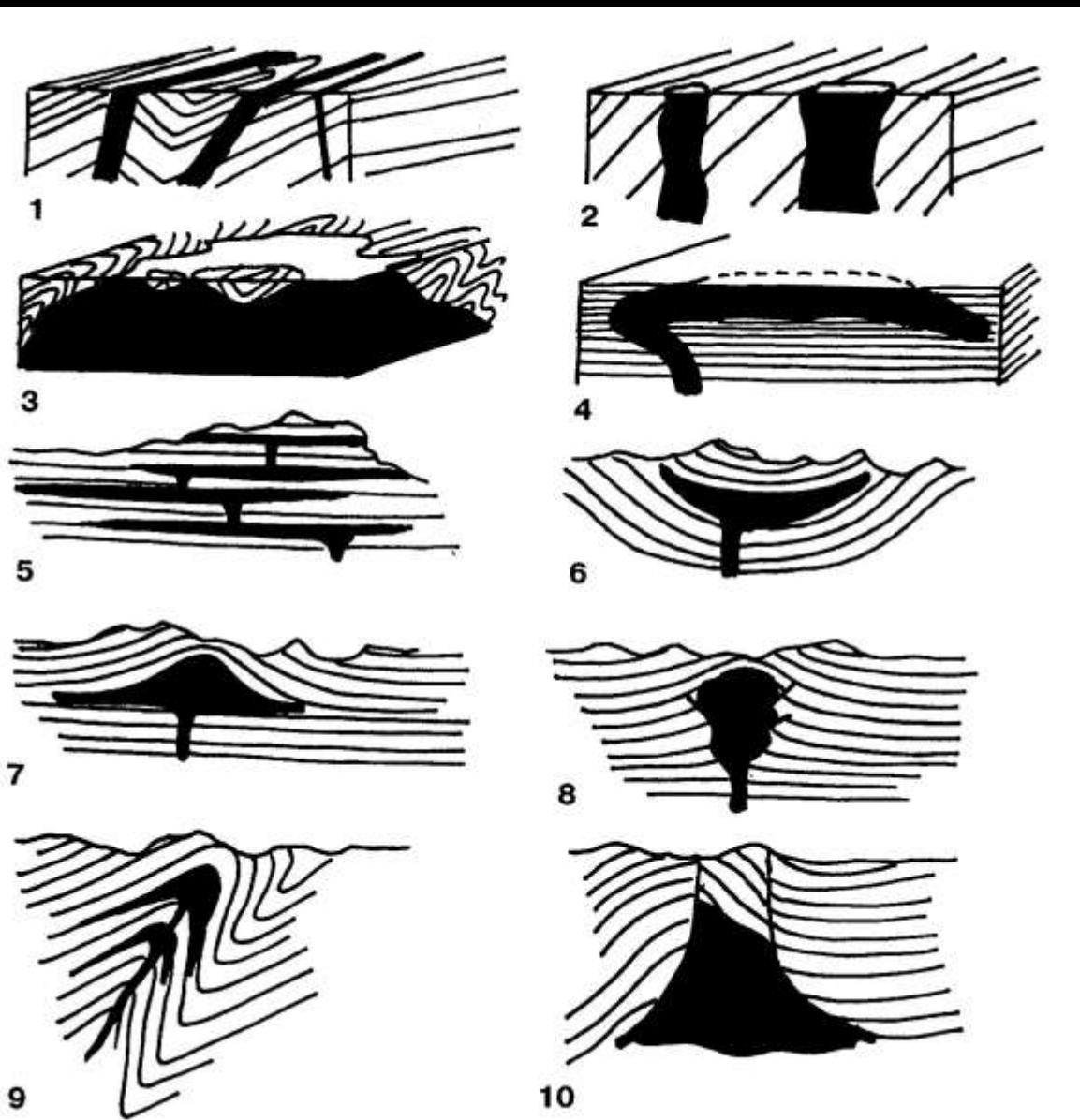
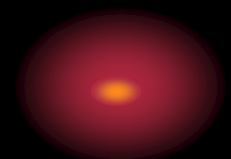


Приклад різнозернистого граніту: готський граніт, Швеція.



Приклад вилитої породи- метаріолит з Боцена, Північна Італія.

Магматичні процеси.



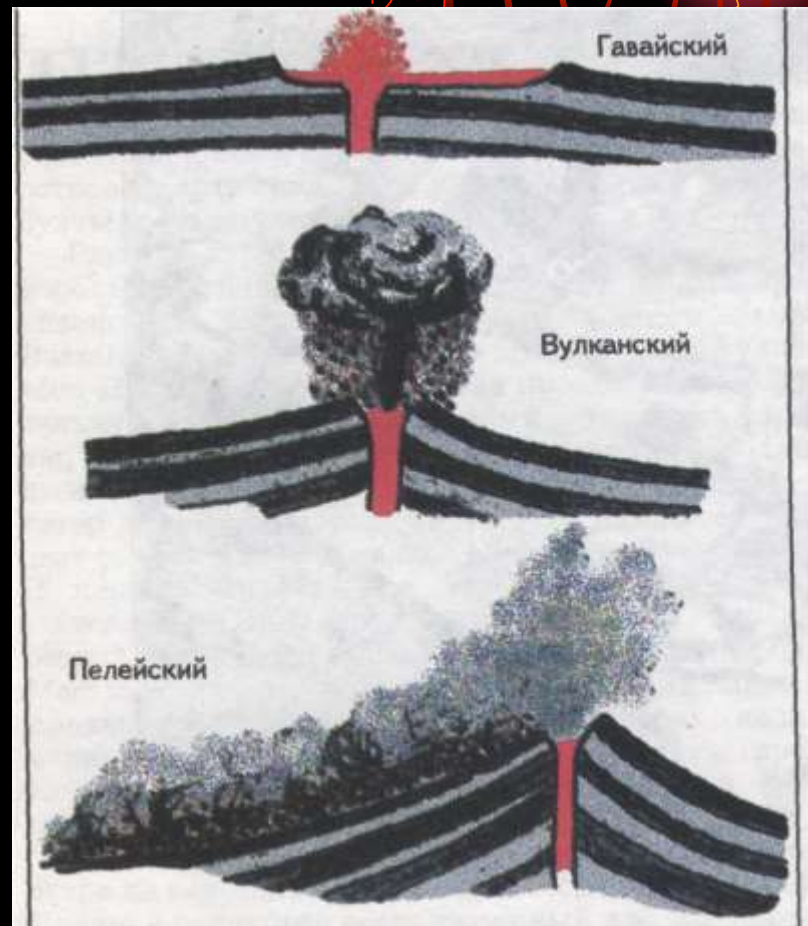
Форми інтрузивних тіл:

1. Дайки;
2. Штоки;
3. Батоліт;
4. Гарполіт;
5. Багатоярусні сіли;
6. Лополіт;
7. Лаколіт;
8. Магматичний діапір;
9. Факоліт;
10. Бісмаліт

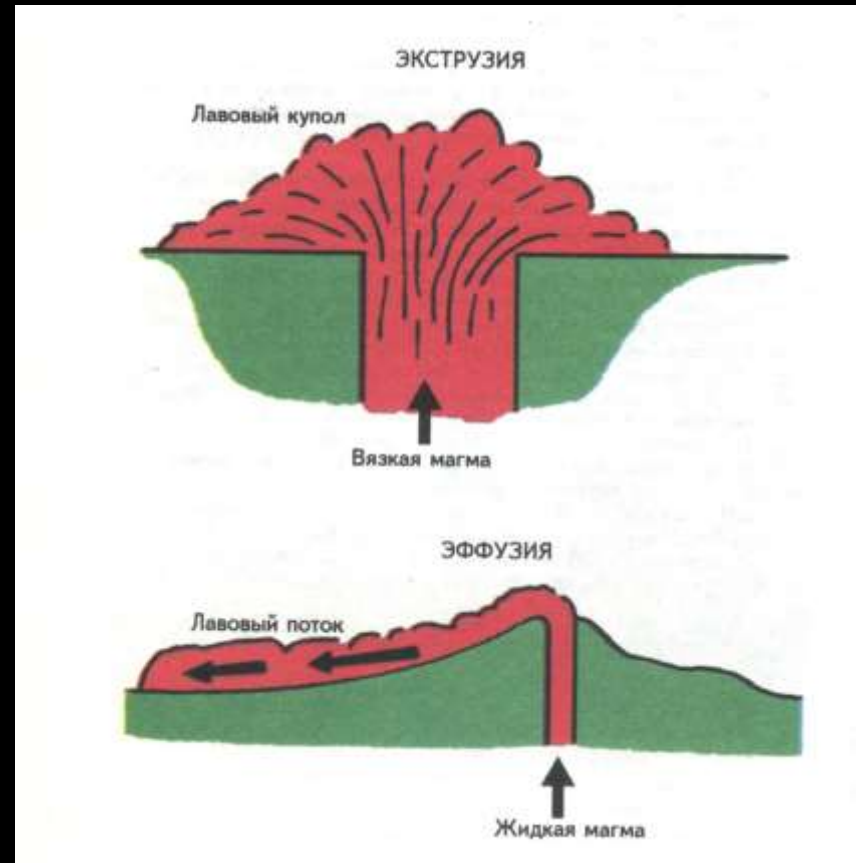
Магматичні процеси.



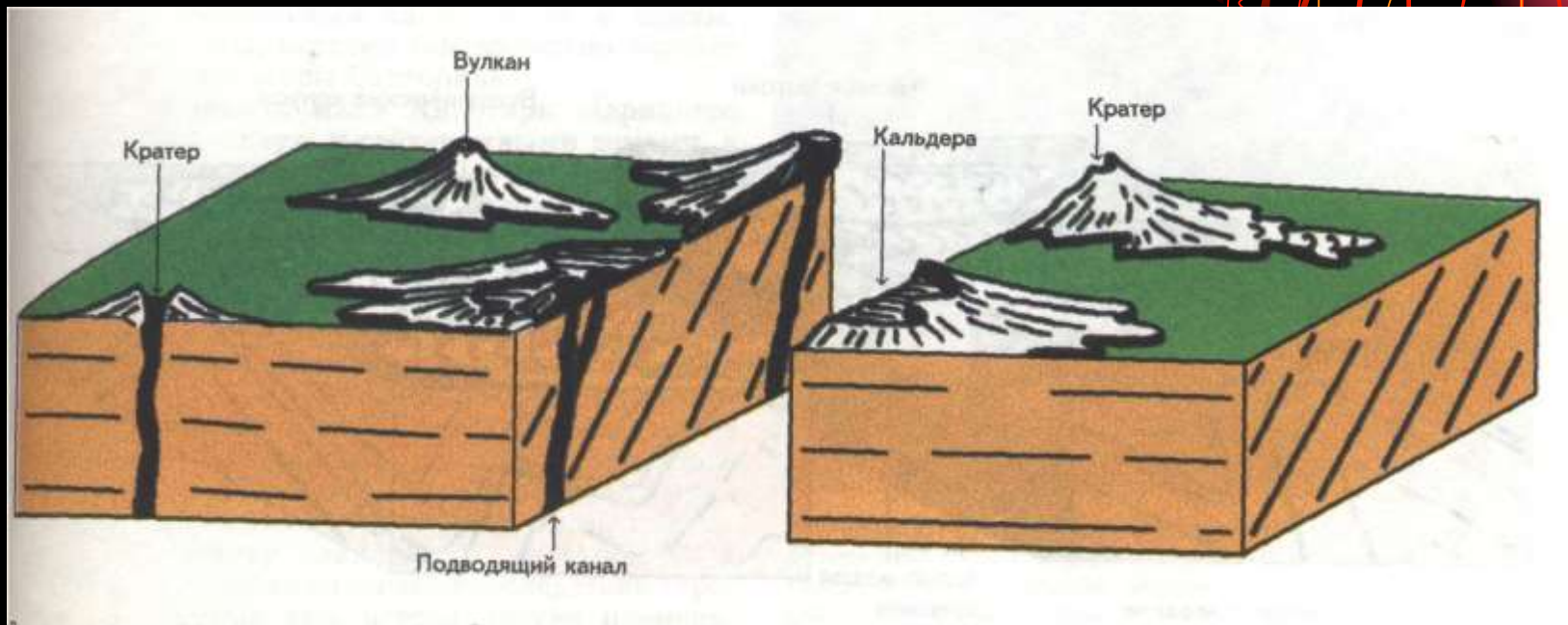
Типи вивержень



Магматичні процеси.

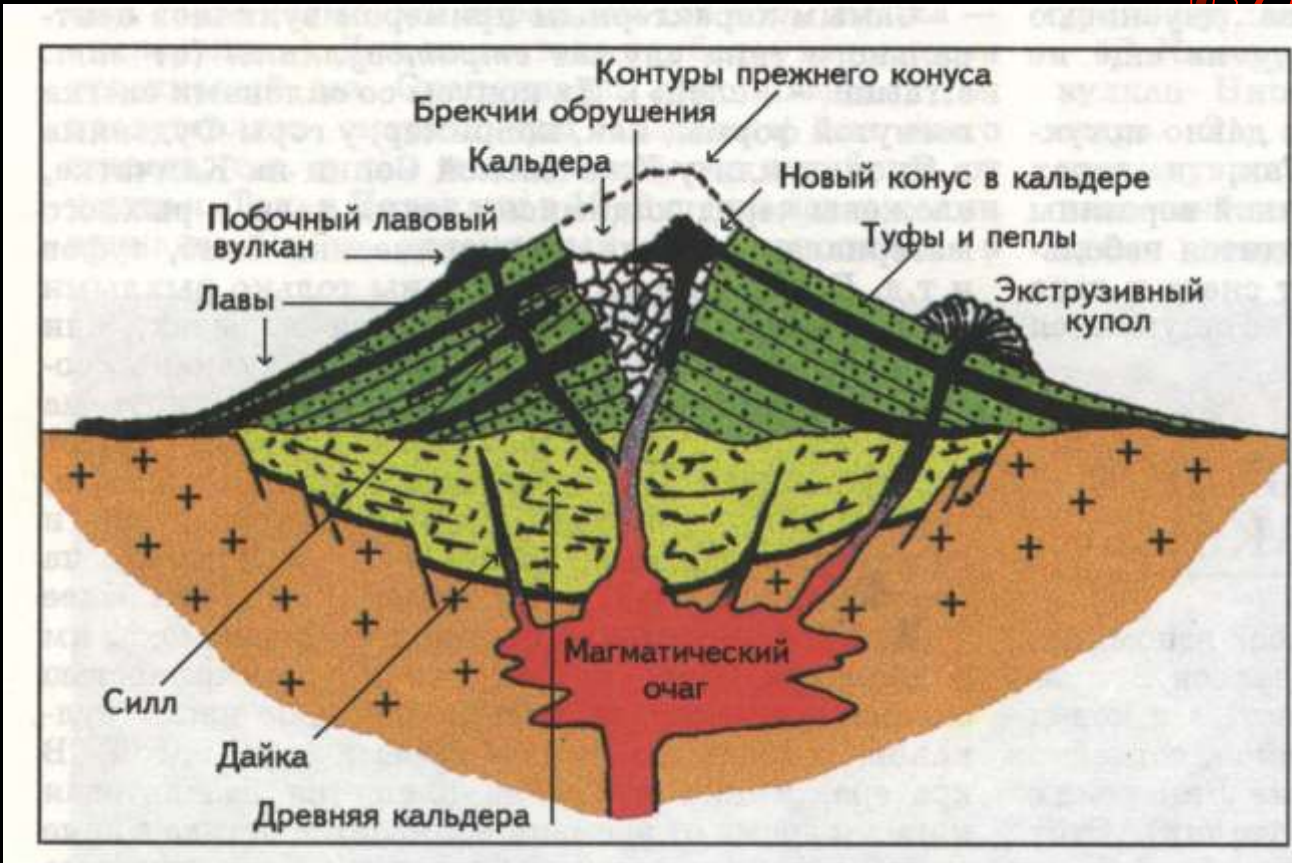
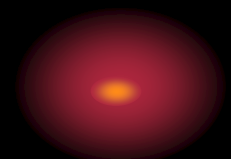


Магматичні процеси.



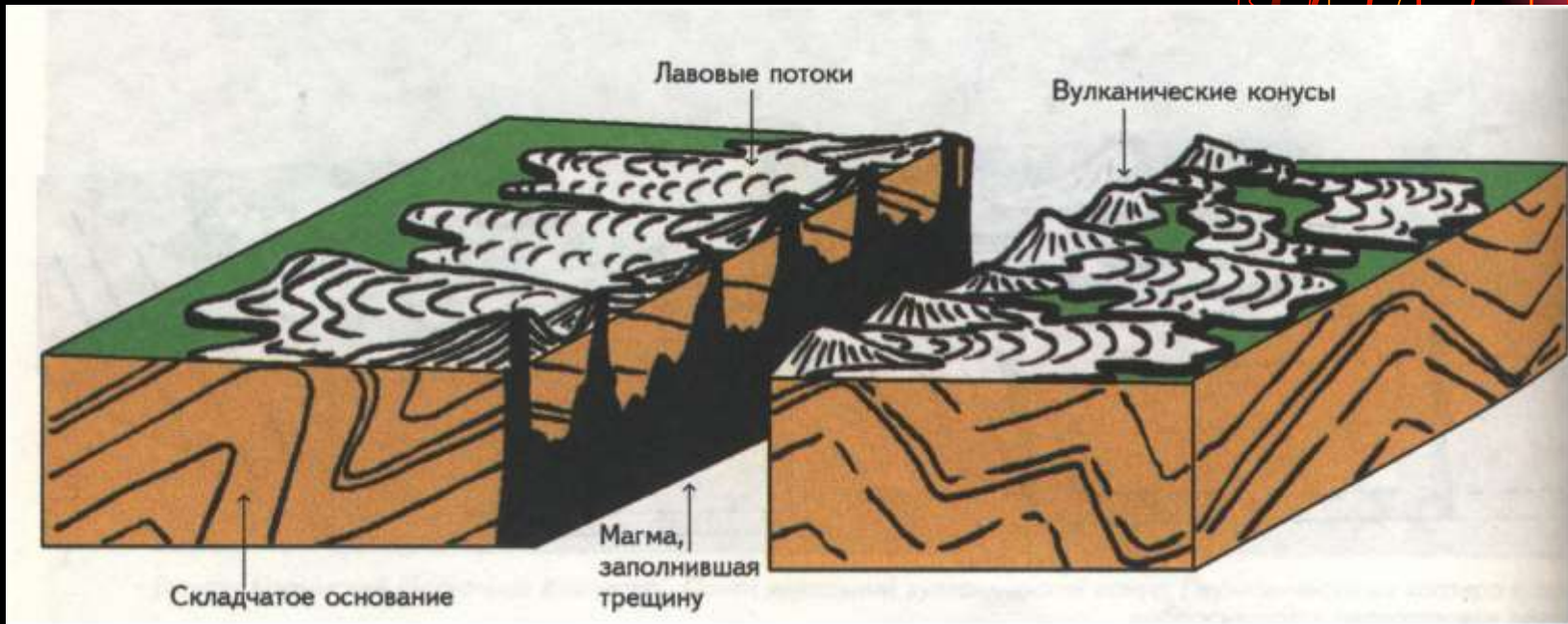
Центральний тип вулканів.

Магматичні процеси.



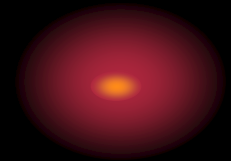
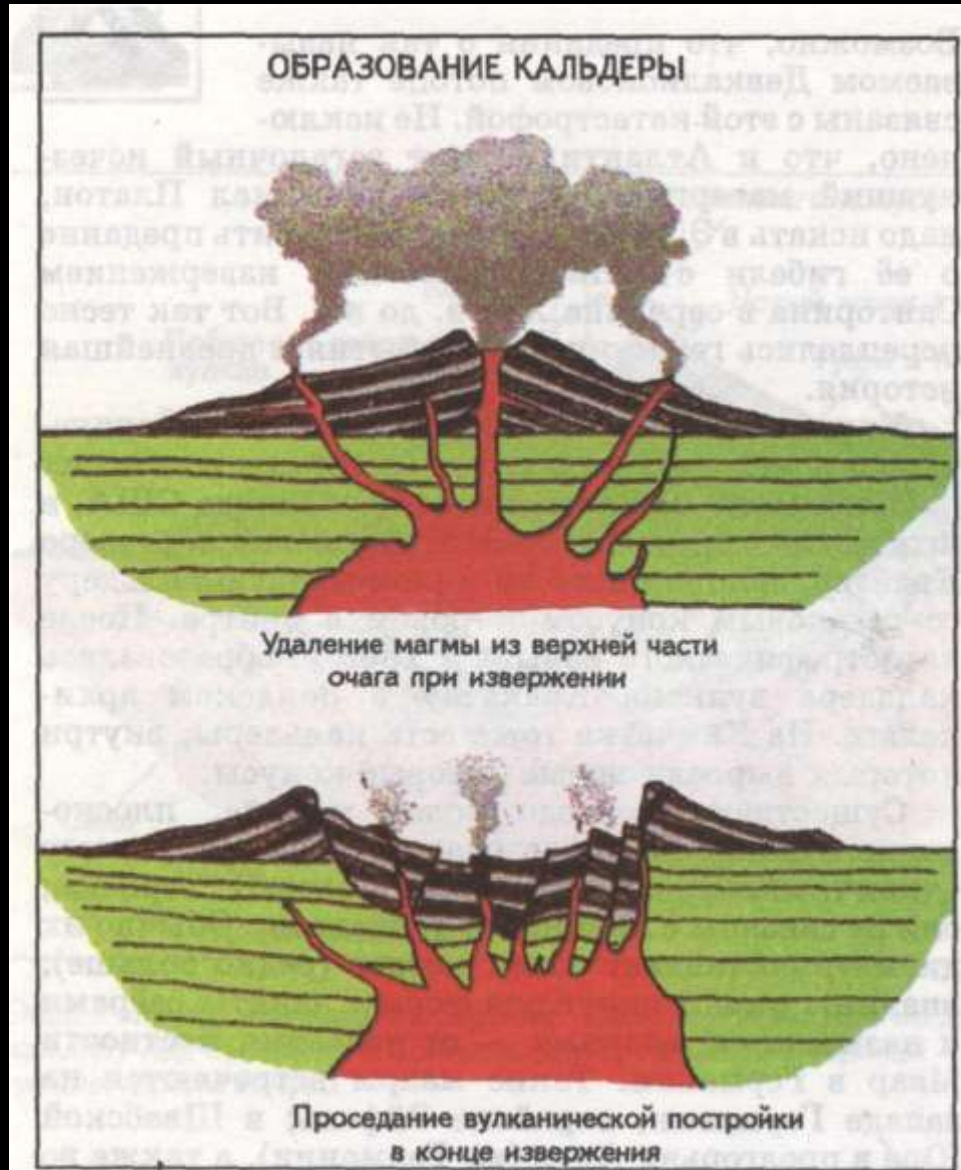
Стратовулкан

Магматичні процеси.

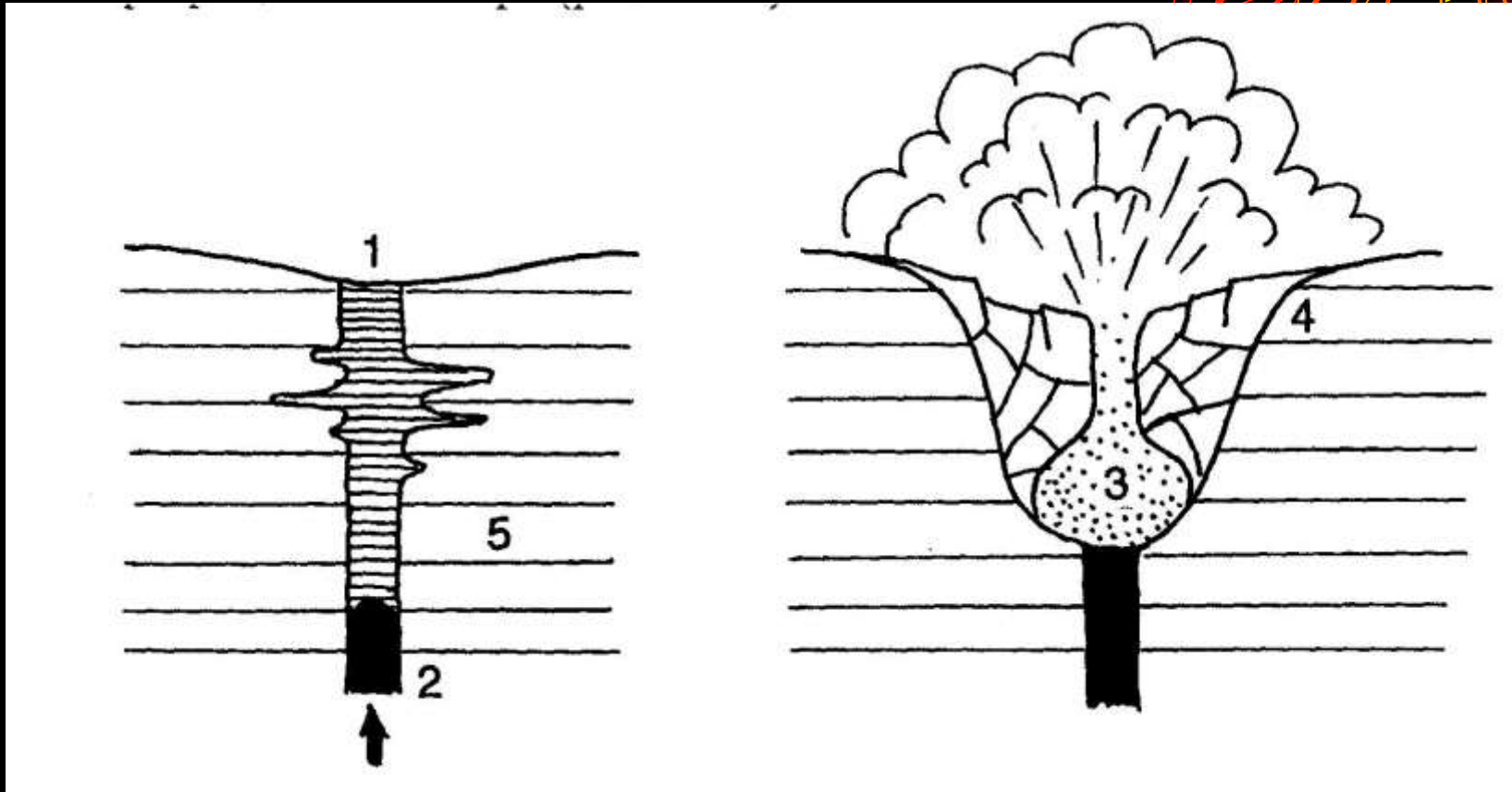


Вулкани тріщинного типу.

Магматичні процеси.

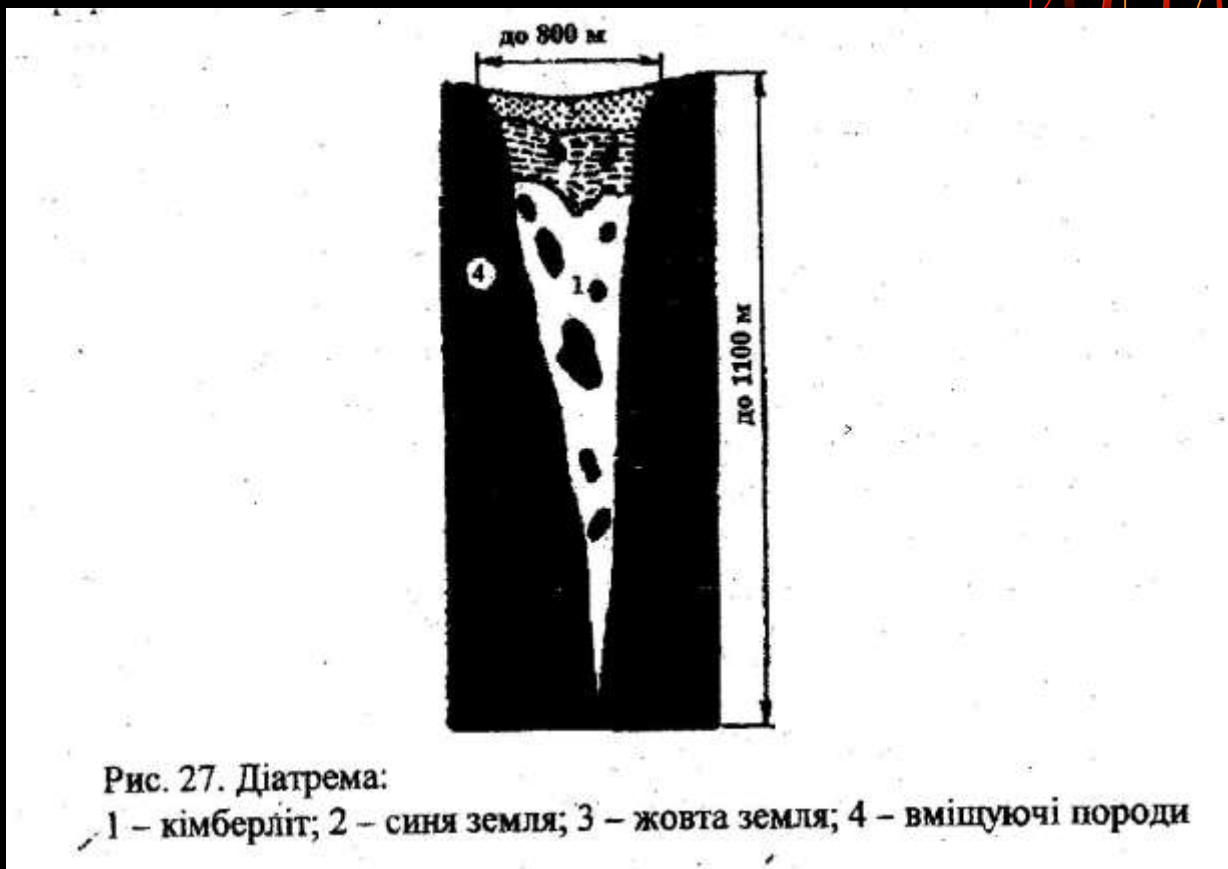


Магматичні процеси.



Утворення маару:1-вода;2-магма;3-вибух води, що скипає; утворення лійки і подрібнення порід; 4-лійка; 5-корінні породи

Магматичні процеси.



Магматичні процеси.

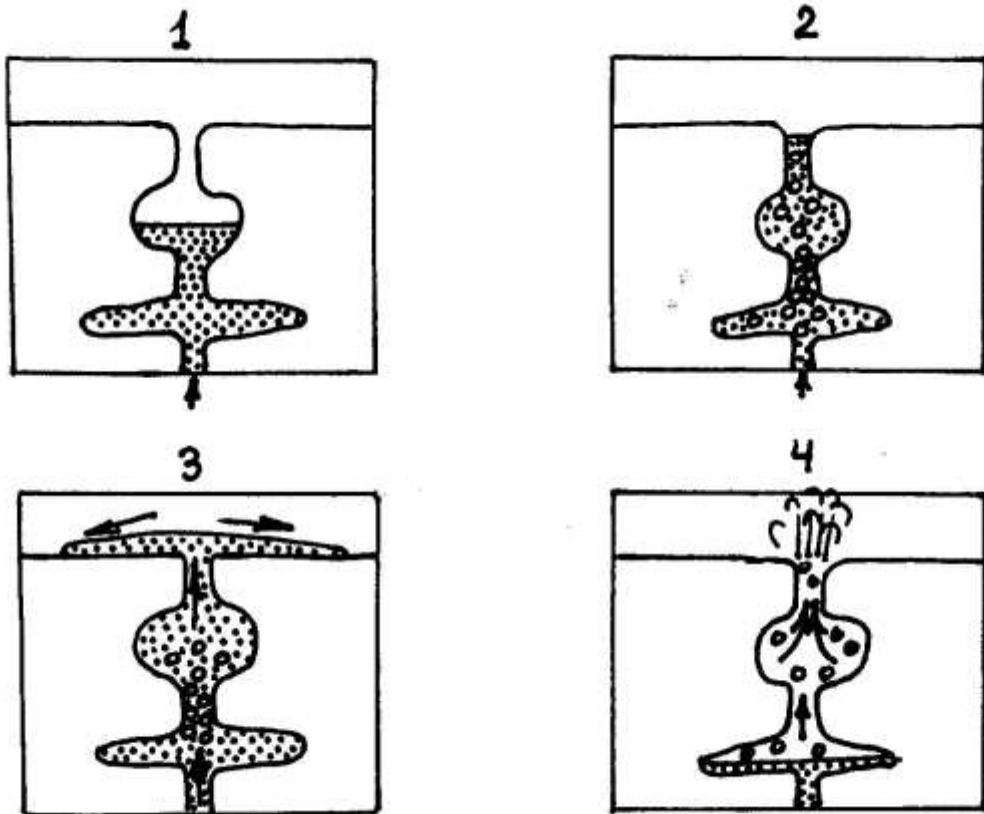


Схема дії гейзера: 1-знизу надходить гаряча вода; 2-рівень води підвищується, пухирчики газу збираються у вузькому місці; 3-пухирчики витискають воду вгору і вона переливається через край жерла; 4-зменшення тиску перетворює воду на пару і вона викидається разом з водою; гейзер фонтанує.



Магматичні процеси.

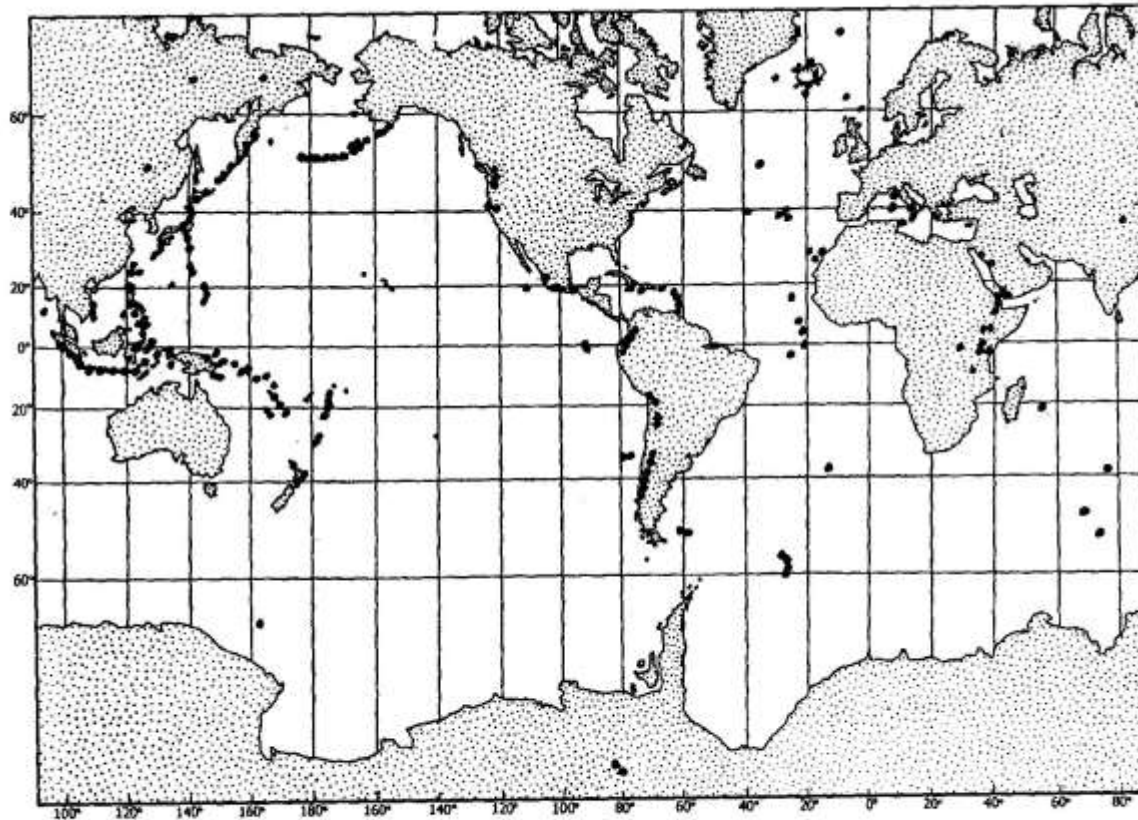
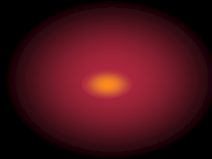


Рис. 15.49. Расположение действующих вулканов на земном шаре.
Черные кружки — вулканы

Основні мінеральні асоціації магматогенних родовищ

Група родовищ	Материнські породи	Мінерали		
		головні	типоморфні та другорядні	рудотворчі
Ранньо-магматичні (протомагматичні)	Дуніти	Олівін, піроксени	Магнетит, ільменіт, рутит, хроміт	Хроміт, ільменіт, магнетит, пентландит
	Перидотити	Олівін, піроксени	Шпінель, піротин	Платина, халькопірит
Ліквацийні	Габбро	Основні плагіоклази, піроксени, олівін, рогова обманка, біотит	Апатит, магнетит, ільменіт, сфен	Піротин, пентландит, халькопірит, ільменіт
Пізньо-магматичні (гістеромагматичні)	Перидотити	Олівін, піроксени, основні плагіоклази	Магнетит, піроп, шпінель	Хроміт, магнетит, ільменіт
	Нефелінові сієніти	Калієвий польовий шпат, піроксени, біотит	Циркон, сфен, апатит	Нефелін, циркон, апатит



Пегматитові процеси мінералоутворення



Типи пегматитів	Мінерали		
	головні	типоморфні	рудотворчі
Слюдяні	Кварц, мікроклін, кислі плагіоклази, мусковіт	Мусковіт, турмалін, топаз, біотит, циркон	Мусковіт
Рідкометальні та рідкоземельні	Кварц, альбіт, мікроклін, ортоклаз, мусковіт, біотит, нефелін	Берил, сподумен, колумбіт, танталіт, лепідоліт, каситерит, уранініт, монацит, ксенотим, циркон	Берил, сподумен, колумбіт, танталіт, лепідоліт, каситерит, уранініт, монацит, циркон, ксенотим
Кришталеносні	Кварц, мікроклін, ортоклаз, мусковіт, біотит	Моріон, берил, топаз, флюорит, сидерит	Кварц-моріон, топаз, берил

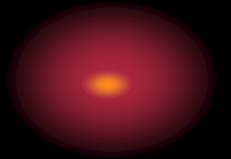
Пневматолітово-гідротермальні процеси мінералоутворення

Основні мінеральні асоціації пневматолітових родовищ

Генетичні типи	Мінерали		
	головні	типоморфні і другорядні	рудотворні
Вулканогенні (пов'язані з вулканічною діяльністю)	Сірка, гематит, сильвін, тенардит, ангідрит	Сірка, гематит, реальгар, ауріпігмент, сфалерит, галеніт	Сірка
Власнепневматолітові (пов'язані з глибинним магматизмом)	Кварц, мусковіт, кальцит, флогопіт	Моріон, топаз, берил, каситерит, вольфраміт, молібденіт, арсенопірит, сидерит, флюорт, барит, шеєліт	Кварц-димчатий, кварц-моріон, берил, топаз, каситерит, вольфраміт, шеєліт

Пневматолітово-гідротермальні процеси мінералоутворення

Основні мінеральні асоціації гідротермальних родовищ



Групи	Типи родовищ	Мінерали		
		головні	типоморфні	ті, що утворюють родовища
1	2	3	4	5
Гідрогермально-плутоненні	Золото-кварцеві	Кварц, барит	Пірит, галеніт, топаз, халькопірит, арсенопірит, тм'яні руди, золото	Золото
	Кварц-вольфрам-молібденові	Кварц, адуляр, мусковіт, кальцит, пірит	Топаз, флюорит, каситерит, вольфраміт, арсенопірит, пірит, піротин, халькопірит, шееліт	Вольфраміт, молібденіт, каситерит, берил, золото
	Кварц-галеніт-сфалеритові	Кварц, кальцит, барит, сидерит, флюорит	Халькопірит, сфалерит, галеніт, пірит, піротин, золото, арсенопірит, тм'яні руди	Галеніт, халькопірит, сфалерит, золото, тм'яні руди, борніт

1	2	3	4	5
	Золото-кварцеві	Кварц-опаловидний, халцедон, адуляр, барит, флюорит	Золото, марказит, халькопірит, сфалерит, антимоніт	Золото
Гідротермально-вулканогенні	Кварц-антимонітові	Кварц, халцедон	Антимоніт, вольфраміт, арсенопірит, реальгар, кіновар, аурипігмент	Антимоніт, вольфраміт
	Кварц-каситеритові	Кварц, хлорит, топаз, турмалін	Каситерит, піротин, пірит, халькопірит, арсенопірит	Каситерит
	Кварц-молібденітові	Кварц, серицит, польові шпати	Молібденіт, борніт, галеніт, сфалерит, тм'яні руди	Молібденіт, халькопірит, борніт
	Кварц-мідноколчеданові	Кварц, кальцит, барит	Халькопірит, сфалерит, пірит, борніт, халькозин, золото, тм'яні руди	Халькопірит, галеніт, сфалерит, золото, тм'яні руди
Гідротермально-немагматогенні	Кварц-кіноварні	Кальцит, кварц, доломіт	Кіновар, барит, опал	Кіновар
	Кварц-антимонітові	Кварц, кальцит, барит	Антимоніт, флюорит, доломіт	Антимоніт
	Кварц-флюоритові	Кварц, кальцит, барит	Халцедон, флюорит, опал	Флюорит
	Кварц-баритові	Кварц, кальцит, флюорит	Барит, флюорит	Барит



Пневматолітово-гідротермальні процеси мінералоутворення

Метаморфічні процеси.

- **Метаморфізм-це процес перетворення первинно магматичних або осадових порід під впливом температури, тиску, флюїдів, переважно водно-вуглекислих рідинних або гаозорідинних флюїдів, що містять іони K, Na, Ca, F, B, S та ін., які часто існують в надкритичних розчинах.**



Метаморфічні процеси.

- **Метаморфічна фація- це серія асоціацій метаморфічних мінералів, неодноразово сильно проявлених у просторі і часі і які відображають постійні, і, таким чином, передбачувані, співвідношення між мінеральним та хімічним складом. Мінеральні асоціації, які складють метаморфічну фацію, являють собою системи, що досягли рівноваги за даних умов метаморфізму, тобто умов, які контролюються сукупністю пов'язаних одні з іншими термодинамічних зон, хімічних, концентраційних, структурно-текстурних та інших факторів.**



Метаморфічні процеси.

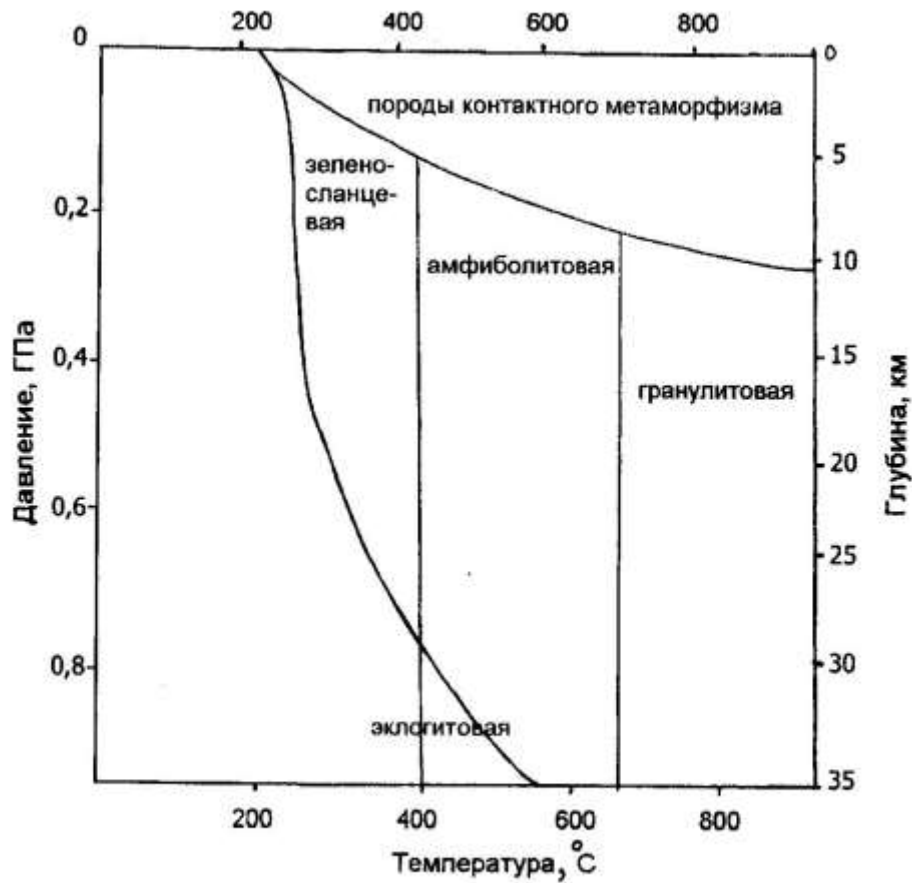


Рис. 16.1. Основные фации метаморфизма

Метаморфічні процеси.

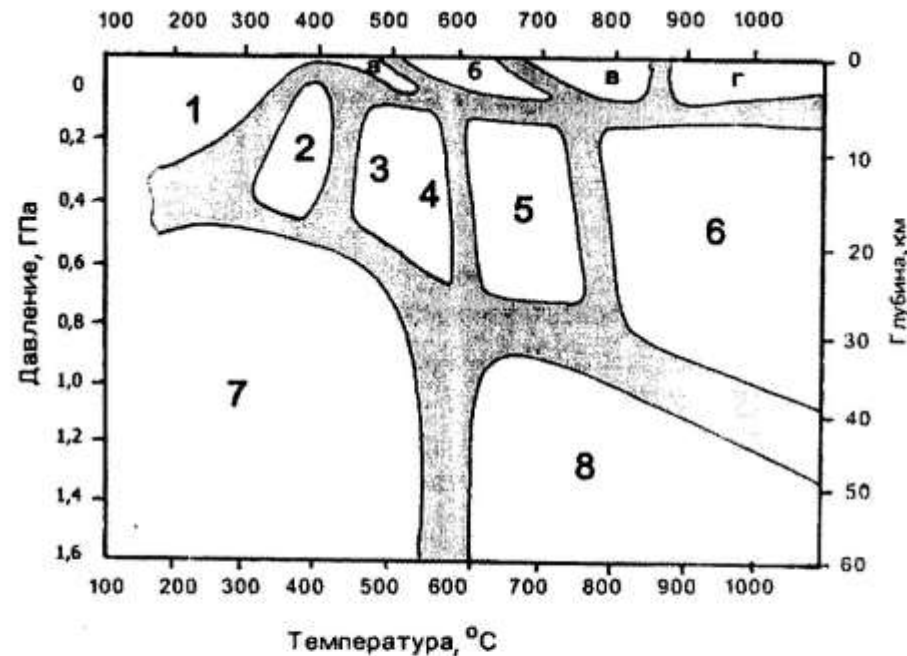


Рис. 16.2. Метаморфические фации горных пород (по Л. Л. Перчуку и В. И. Фельдману). Фации регионального метаморфизма: 1 – цеолитовая; 2 – пренит-пумпелиитовая; 3 – зеленых сланцев; 4 – эпидот-амфиболитовая; 5 – амфиболитовая; 6 – гранулитовая; 7 – голубых сланцев; 8 – эклогитовая. Фации контактового метаморфизма: а – эпидот-альбитовых роговиков; б – роговообманковых роговиков; в – пироксеновых роговиков; г – санидинитовая

Метаморфічні процеси.



Регіональний метаморфізм названий з тієї причини, що його продукти – метаморфізовані породи займають великі площі. Зростання тиску та температур тут відбувається при опусканні ділянок земної кори і забезпечується величезним тиском порід, що лежать вище, при збільшенні температури з глибиною. Англійський геолог У. Тіллі запропонував розділити метаморфічні породи в залежності від тиску та температури, при яких вони утворились, на породи нижчого, середнього та високого ступеня метаморфізму.

Метаморфічні процеси.



Автометаморфізм відбувається в породах магматичного походження, які повільно охолоджуються, коли деякі раніше викристалізовані мінерали під дією гарячих розчинів та газів при більш низьких температурах стають нестійкими і перетворюються в інші, більш стійкі. Нерідко цей процес відбувається з додатковим внесенням ряду елементів.

Динамометаморфізм приурочений до зон розламу в земній корі. Уподовж вузьких зон розламів в земній корі виникають умови для метаморфізму. Блоки гірських порід, дотикаючись по розламу, притискаються та труться один об одного, внаслідок чого значно підвищуються тиск та температура. Але на останній стадії динамометаморфізму температура та тиск все-таки не виходять за межі нижчого ступеня метаморфізму.

Метаморфічні процеси.



- **Контактово-метаморфічні процеси відбуваються на контакті магматичних мас з вміщуючими породами. При цьому відбувається як термічна, так і хімічна взаємодія обох середовищ, що призводить до часткової перекристалізації різних мінералів, так і формування цілком нових мінералів.**

Метаморфічні процеси.



Ультраметаморфічний процес – глибинний, в якому високі температури приводять до утворення рідкої фази – розплаву. Склад рідкої фази в цьому процесі характеризується дивовижною постійністю. Розплав являє гранітну магму або мігму, тобто силікатний розплав, часто з окремими зернами нерозплавлених мінералів. З утворенням мігматитів – продуктів метаморфізму, пов’язані процеси гранітизації, коли первинний матеріал повністю перетворюється в породу гранітного складу. Тут велика роль належить метасоматозу. Метасоматоз об’єднує метаморфічні процеси, в яких, на відміну від власне метаморфізму, на первинні породи діють не тільки водно-вуглекислі флюїди, а й різноманітні розжарені гази та розчини, внаслідок чого склад порід істотно змінюється.

Метасоматоз

- - це всяке заміщення гірських порід із змінами хімічного складу, яке відбувається як при екзогенних, так і при ендогенних умовах, при якому розчинення старих мінералів і відкладання нових відбувається майже одночасно, так що впродовж процесу породи, що заміщуються, зберігають твердий склад(Коржинський, 1936, 1953)



Метасоматичне мінералоутворення



Альбітиту і асоціації мінералів утворюються в результаті метасоматичної переробки порід гранітоїдного ряду постмагматичними пневматоліто-гідротермальними розчинами. Цей процес супроводжується інтенсивною перекристалізацією верхніх частин інтрузій з утворенням альбіту, лепідоліту, пірохлору, колумбіту, берилу, циркону, монациту та інших мінералів (табл.4.6).

Скарни та асоціації їх мінералів утворюються в результаті взаємодії магматичних розплавів і гідротермально-пневматолітових розчинів, що з них виділяються, з карбонатними породами. Вони виникають в основному на контакті алюмосилікатних (гранітоїдних) порід у вигляді різноформних і різномасштабних зон, гнізд та тіл іншої форми. Їх мінеральні асоціації досить різноманітні і залежать як від хімічного складу метасоматичних розчинів, так і від бокових порід, за рахунок яких вони утворилися (табл.4.6).

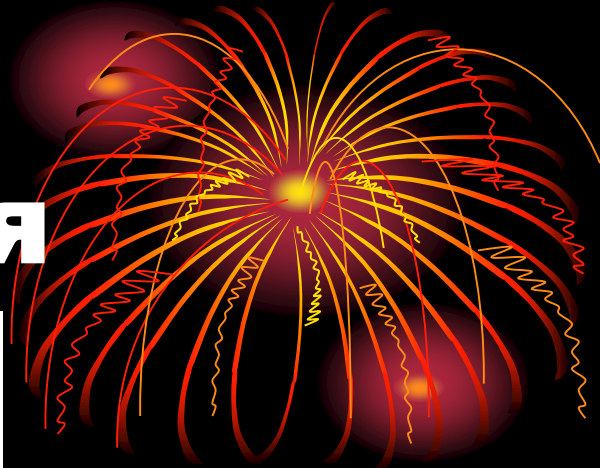
Грейзени та асоціації їх мінералів утворюються в результаті переробки гранітоїдів, ефузивів та деяких кремній- і алюмовміщуючих осадових і метаморфічних порід постмагматичними пневматоліто-гідротермальними розчинами.

Групи постмагматичних утворень	Типи постмагматичних утворень	Мінерали		
		головні	типоморфні і другорядні	ті, що утворюють родовища
Альбітити	Гранітоїдно-кислого ряду	Альбіт, кварц, мусковіт, мікролін	Мусковіт, берил, вольфраміт, молибденіт	Берил
	Гранітоїдно-лужного ряду	Альбіт, мікролін кварц, мусковіт	Біотит, егірин, пірохлор, колумбіт, монацит та інш.	Колумбіт, танталіт, пірохлор
Скарни	Магнезіальні	Форстерит, діопсид, флогопіт, кальцит, магнетит	Плагіоклази, кварц, апатит, шпінель, сфен, актиноліт	Флогопіт, магентит, лазурит
	Вапнякові	Кальцієві гранати, діопсид, геденбергіт, везувіан, епідот, волостоніт	Гранати кальцієві, діопсид, шееліт, молибденіт, флюорит, пірит, халькопірит, галеніт	Золото, каситерит, магнетит, галеніт, сфалерит, халькопірит
Грейзени	Кислі гранітоїдні	Кварц, мусковіт, топаз, берил	Мусковіт, топаз, берил, молибденіт, арсенопіри	Берил, каситерит, шееліт, вольфраміт



Метасоматичне мінералоутворення

Метаморфічне мінералоутворення



Типи родовищ	Назва порід, до яких приурочені родовища	Мінерали		
		головні	другорядні	ті, що утворюють родовища
Залізних руд	Залізисті кварцити	Кварц, магнетит, гематит, гетит	Біотит, альбіт, егірин, доломіт, сидерит, хлорити	Магнетит, гематит, гетит
Золоті	Конгломерати	Кварц-галька, польові шпати, слюди	Хроміт, циркон, ільменніт, корунд, гранати	Золото
Графітові	Метаморфізоване кам'яне вугілля	Графіт	Пірит, марказит	Графіт
Дистенові	Кварц-дистенові і слюдисто-кварцеві сланці	Дистен, силіманіт	Корунд, гранати, кварц, мусковіт, графіт	Дистен, силіманіт, андалузит
Корундові	Бокситоліти	Корунд (наждак)	Магнетит, хлорити, маргарит	Корунд-наждак