**6. МЕТАМОРФІЗМ І МЕТАМОРФІЧНІ ПОРОДИ**

*Метаморфізм* – це фізичне і хімічне перетворення гірських порід в глибинах Землі в умовах високих температур, тисків і циркуляції флюїдів (вода, вуглекислий газ, гарячі розчини з Na, Ca, F, B, S). Особливість метаморфічних процесів полягає в тому, що вони відбуваються без розплавлення порід. Якщо порода переплавляється, то утворюється магма, з якої вже утворюються магматичні породи. Там, де метаморфізм відбувається повністю, мінеральні асоціації стають дуже простими, і хімічні елементи в породах реорганізуються в невелику кількість мінералів (найчастіше від двох до шести).

*Метаморфічними гірськими породами* називають породи, які підлягли зміні під дією високих тисків, температури, а також хімічних речовин, які входять в склад магми, розпечених газів і гарячих водних розчинів.

**6.1. Типи метаморфізму**

Існує багато типів метаморфізму, але основні типи – це термальний, регіональний, контактовий і гідротермальний. Породи можуть одночасно або послідовно підлягати декільком типам перетворень. В деяких випадках переробка буває настільки глибокою, що неможливо з впевненістю встановити характер первинних порід.

Термальний і регіональний типи метаморфізму призводять до утворення сланцюватих порід.

***Термальний метаморфізм***. Загальне нагрівання порід, які занурені на великі глибини, викликає перекристалізацію. При геотермічному градієнті, рівному 3 °С на 100 м по вертикалі, температура на глибині 10 км досягне приблизно 300 °С, тобто вона достатня, щоб почалися зміни. На глибині 20 км температура, ймовірно, достягає вже 600 °С, що цілком достатньо для протікання метаморфічних реакцій.

При збільшенні температури за рахунок колишніх мінералів утворюються нові, наприклад, з глинистих мінералів утворюється хлорит; коли вугілля втрачає воду і леткі гази, утворюється антрацит. В ряді порід деякі кристали збільшуються в розмірах за рахунок більш дрібних кристалів такого ж складу, як це відбувається при формуванні крупнокристалічного *мармуру* з тонкозернистого вапняку. При помірному нагріванні перекристалізація особливо легко проходить в глинах, вугіллі, вулканічному склі, вапняках і солях.

***Регіональний метаморфізм*** (або *динамометаморфізм*). Цей термін включає в себе зміни, викликані дуже високими тисками і температурами на великих площах земної кори, а також тектонічними рухами, причиною яких є сильний орієнтований тиск. В часі і просторі він пов'язаний з інтенсивною складчастістю потужних товщ осадових порід. Формуються нові листові і лускуваті мінерали, площини яких розташовуються перпендикулярно тиску; виникають різні *сланці* і *гнейси*. В інших випадках виникають голчасті і видовжені кристали з орієнтуванням паралельно існуючому тиску.

Контактовий і гідротермальний типи метаморфізму призводять до утворення несланцюватих порід.

***Контактовий*** ***метаморфізм*** проходить поблизу магматичних інтрузій, і головними його факторами є висока температура і тиск гарячих флюїдів, які виділяються. Цей вид метаморфізму чітко зональний, поблизу контакту зміни найбільш повні, а в міру віддалення від контакту – часткові. Утворюються різноманітні *роговики*. Ширина ореолів змінених зон залежить від об’єму впровадженої магми і може бути від декількох метрів до сотень метрів.

Якщо процес відбувається при участі газів, то виникають різні *скарни*, і цей тип метаморфізму називають ***контактово-метасоматичним***.

***Гідротермальні зміни***. Причиною метаморфізму цього типу є гарячі магматичні води або підземні води, які нагрілися і стали активними завдяки інтрузії магми. Польовий шпат переходить в м’яку крейдоподібну масу слюдистого мінералу серициту або каолінової глини; рогова обманка перетворюється в хлорит, олівін – в серпентин.

Гідротермальний метаморфізм зазвичай супроводжується привнесенням в виносом речовини, при цьому утворюються *грейзени*. Звичайним явищем є заміщення, яке супроводжується накопиченням руд металів (рис. 6.1).

Безпосередньо близько до магматичного масиву утворюються високотемпературні руди вольфраму, урану, танталу, ніобію і рідкісноземельних елементів. По мері віддалення від магматичного осередку температура розчинів зменшується, і на віддалені від нього утворюються самі легкоплавкі сполуки ртуті, сурми, миш’яку. Контактово-метасоматичні і гідротермальні зміни часто проходять сумісно і доповнюють одні одних.



***Рис. 6.1. Зональність зруденіння відносно магматичного осередку***

**6.2. Класифікація метаморфічних порід**

Метаморфічні породи поділяють на сланцюваті і несланцюваті (табл. 6.1), тобто основа класифікації базується на генетичному принципі – типі метаморфізму. *Сланцюваті* породи мають шарувату, смугасту, сланцювату, плойчату, очкову текстуру, *несланцюваті* – масивну та іноді плямисту текстуру. Структура в метаморфічних породах повнокристалічна.

В склад метаморфічних порід входить багато мінералів, які характерні для магматичних і осадових порід (кварц, слюди, рогова обманка, мікроклін, альбіт). Одночасно з цим в них велику роль відіграють мінерали, які притаманні лише цим породам. Типовими мінералами метаморфічних порід є силікати алюмінію – андалузит, дістен і силіманіт. Всі ці мінерали мають однаковий хімічний склад Al2SiO2, але різний набір іонів в кристалічній ґратці. Наявність одного з них в породах вказує на термодинамічні умови метаморфізму. Характерними для метаморфічних порід є також багаті на залізо водні силікати – хлоритоїд і ставроліт, мінерали з групи гранатів, слюдо-подібні мінерали – тальк, хлорити, а також такі мінерали, як хризотил-азбест, воластоніт, везувіан та інші.

*Таблиця 6.1*

***Метаморфічні породи***

|  |  |
| --- | --- |
| Метаморфічна порода  | Материнська порода |
| Сланцюваті |
| Глинистий сланець | Глиниста порода, туф |
| Філіт | Глиниста порода, туф |
| Кристалічні сланці (багато різновидів) | Глиниста порода, глинистий пісковик, туф, ріоліт, андезит, базальт |
| Гнейс | Граніт, гранодіорит, діорит,габро, конгломерат, аркозовийпісковик |
| Несланцюваті  |
| Мармур | Вапняк, доломіт (іноді з домішками) |
| Кварцит | Кварцовий пісковик |
| Роговик | Глиниста порода |
| Серпентиніт | Породи, багаті на олівін (дуніт, перидотит) |
| Скарн | Карбонатні породи |
| Грейзен | Глинисті і кварц-польовошпатові породи |
| Жировик (талькова порода) | Серпентиніт |
| Антрацит, графіт | Бітумінозне вугілля |

Нижче коротко описані найбільш поширені метаморфічні гірські породи.

*Глинисті сланці* утворюються на початковій стадії метаморфізму глинистих порід. Ступінь метаморфізму глинистих сланців настільки незначна, що іноді їх відносять до осадових порід. За зовнішнім виглядом глинисті сланці часто подібні до звичайних аргілітів.

*Філіти* є перехідними породами від глинистих сланців до кристалічних. Утворюються за рахунок подальшого метаморфізму глинистих сланців і кварц-польовошпатових порід.

*Кристалічні сланці* — породи із сланцюватою текстурою. Серед них розрізняють слюдяні, талькові, роговообманкові та інші. Назва кристалічних сланців вказує на те, який мінерал переважає в їх складі.

*Гнейси* за складом близькі до гранітів і мають смугасту, сланцювату або очкову текстуру. Між гранітами і гнейсами часто спостерігається поступовий перехід. Утворюються гнейси за рахунок метаморфізму осадових (парагнейси) і магматичних (ортогнейси) порід.

*Мармури* утворюються за рахунок термального метаморфізму вапняків.

*Кварцити* утворюються за рахунок метаморфізму кварцових пісків і пісковиків. Вони дуже міцні, відносяться до найвищої категорії порід за буримістю (12-а категорія). За одну добу проходка свердловини по кварцитах може складати лише десятки сантиметрів, в той час як в звичайних неметаморфізованих породах можна пробурити за добу багато сотень метрів.

*Скарни*, *грейзени*, *роговики*, *серпентиніти* виникають при участі інтрузій в присутності водних і газових флюїдів.

Вивчення метаморфічних порід і процесів їх утворення має великий практичний інтерес, так як з ними пов’язані родовища різних корисних копалин. Найбільше значення серед них мають родовища залізних руд, олова, слюди, графіту, золота, флюориту, вольфраму, молібдену, міді, цинку, миш’яку, сурми, ртуті, радіоактивних елементів, азбесту, тальку, рідкісних і розсіяних елементів.

***Питання для самоперевірки***

*1. Що таке метаморфізм і як він проходить?*

*2. Назвіть типи метаморфізму.*

*3. Які мінеральні асоціації виникають при метаморфізмі?*

*4. На чому основана класифікація метаморфічних порід?*

*5. Назвіть сланцюваті породи.*

*6. Як виникають сланцюваті метаморфічні породи?*

*7. Як виникають несланцюваті метаморфічні породи?*

*8. Які породи є материнськими для метаморфізму сланцюватих порід?*

*9. Які породи є материнськими для метаморфізму несланцюватих порід?*

*10. Чи існують специфічні метаморфічні мінерали?*