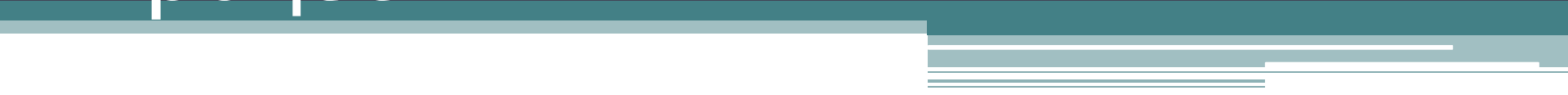


Фізика гірських порід і процесів



ЛЕКЦІЯ 3

За походженням гірські породи поділяють на три групи:

Магматичні - утворені із застиглої в надрах або на поверхні Землі магми;

Осадкові - утворені в результаті накопичення і перетворення продуктів руйнування, раніше виниклих гірських порід на поверхні Землі при звичайних температурах і нормальному тиску;

Метаморфічні – за рахунок зміни осадових і магматичних порід у результаті дії високого тиску, температур, природничого електричного поля, газоподібних речовин, що виділяються з магми і т.д.

Всі гірські породи характеризуються певними особливостями будови і фізичними властивостями. Це *щільнісні, пружні, міцнісні, теплові, електричні і магнітні* властивості.

Гірські породи, перерахованих трьох груп, різняться між собою за *умовами залягання, хімічним і мінеральним складом, структурою і текстурою, зумовленими особливостями розташування в породах мінералів і їх розмірами, наявності рудних і нерудних корисних копалин.*

Структура - сукупність ознак, що визначаються формою, розмірами і взаємним розташуванням окремих компонентів породи, тобто мінеральних зерен, уламків порід. У поняття структури входять ступінь кристалічності породи, розміри і форма кристалічних зерен, взаємовідношення розкристалізованого і склуватого матеріалу та ін.

Головними структурами магматичних порід являються:

- *тонкозерниста* (розмір зерен від 0,1 до 0,001 мм),
- *дрібнозерниста* (близько 1 мм),
- *середньозерниста* (від 1 до 5 мм),
- *крупнозерниста* (від 5 до 10 мм)
- *гігантозерниста* (більше 10 мм),
- *рівномірнозерниста* (приблизно однаковий розмір зерен) і *нерівномірнозерниста*;
- *порфіровидна* (з великими вкрапленнями - порфіровими виділеннями, зануреними в більш дрібнозернисту основну масу);
- *пегматитова* (її називають також письмовою або графічною), характерну для своєрідних кварцево-польовошпатових проростань в гранітних пегматитах та ін.

Для вилитих і гіпабісальних інтрузивних порід основного складу (базальтів, діабазів та ін.) характерні *офітова* і *діабазова* структури (*гіпабісальні* породи утворилися на невеликій глибині в результаті кристалізації порцій магми; *інтрузивні* породи закристалізувалися з магми, яка проникла в породи земної кори).

У структурах метаморфічних порід розрізняють: *гранобластову* - з переважаючою ізометричною формою зерен мінералів, *лепідобластову* - з пластинчастою або лускатою формою більшості зерен, *нематобластову* - з шестоватою, стовпчастою формою зерен, *фібробластову* - з волокнистою, голчастою формою зерен і ін.

Текстура - сукупність ознак, що визначають зовнішній вигляд породи і характеризуються взаємним розташуванням і орієнтуванням мінеральних агрегатів в об'ємі. Таким чином, характеристики окремих зерен мають значення для визначення структури, а характеристики мінеральних агрегатів і їх розташування в просторі - для визначення текстури.

Виділяють наступні основні текстури:

- ***масивну*** (однорідну),
- ***шарувату***,
- ***сланцевату***,
- ***флюїдальну*** (зі слідами течії в склуватих вулканічних породах),
- ***такситову*** (з нерівномірним і неправильним розташуванням ділянок різної структури)

У залежності від умов утворення текстури гірських порід поділяються на *первинні* та *вторинні*.

Первинні текстури вивержених порід утворюються в період охолодження магми. Серед первинної текстури вивержених порід відомі *лінійні* та *смугасті (або шаруваті)*.

Вторинна текстура гірських порід утворюється під час тектонічних процесів. Вона характерна для таких метаморфічних порід як гнейси, кварцити, мармур та ін.

У текстурі породи розрізняють два типи закономірного орієнтування мінералів:

- за формою зерен і за внутрішньою будовою.

У залежності від ступеня орієнтування мінералів текстура може бути *повною* або *обмеженою*. За орієнтацією частинок і наявності порожнеч породи ділять на *масивні, пористі* та *шаровуваті*.

Твердість гірських порід

Твердість порід визначається твердістю головних породоутворюючих мінералів.

За твердістю породи розрізняють:

- *низької твердості*
- *середньої*
- *тверді*
- *досить тверді.*

Щільність гірських порід

розрізняють :

- *легкі* (породи з об'ємною вагою менше $1,5 \text{ г/см}^3$)
- *середні* (з об'ємною вагою $1,5\text{-}2,9 \text{ г/см}^3$)
- *важкі* (у яких об'ємна вага становить більше $2,9 \text{ г/см}^3$)/

Щільність є одною з найважливіших властивостей мінералів і гірських порід, що характеризує співвідношення між масою і об'ємом. Згідно сучасним уявленням, щільністю називається маса m одиниці об'єму V речовини, тобто відношення маси однорідної речовини до його об'єму при тиску $1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$ і температурі 293 К .

$$\rho_0 = \frac{m}{V},$$

У Міжнародній системі одиниць СІ щільність вимірюється в $\text{кг}/\text{м}^3$, або в грамах на кубічний сантиметр – $\text{г}/\text{см}^3$.

Об'єм, що зайнятий породою V , може складатися з об'єму твердої фази $V_{\text{ТВ}}$ і пор $V_{\text{П}}$. Тверда фаза складається з різних мінералів, а пори можуть бути заповнені водою $V_{\text{В}}$ і газом $V_{\text{Г}}$. Щільність такої породи в загальному вигляді знаходять за формулою

$$\rho_{\text{П}} = \rho_{\text{ТВ}} \cdot V_{\text{ТВ}}/V + \rho_{\text{В}} \cdot V_{\text{В}}/V + \rho_{\text{Г}} \cdot V_{\text{Г}}/V,$$

де $\rho_{\text{ТВ}}$, $\rho_{\text{В}}$, $\rho_{\text{Г}}$ – щільність відповідно твердої, рідкої і газової фаз.

З урахуванням коефіцієнтів водонасиченості k_v і газонасиченості k_g щільність можна визначити наступним чином:

$$\rho_n = (1 - k_n) \cdot \rho_{тв} + k_n \cdot (k_v \rho_v + k_g \rho_g), \quad (4.3)$$

З рівняння (4.3) видно, що щільність гірських порід істотно залежить від коефіцієнта загальної пористості. Для більшості порід магматичних і метаморфічних з первинною пористістю від 0 до 2-5% величина щільності буде визначатися головним чином щільністю мінерального складу. З рівняння (4.3) випливає, що при $k_n \rightarrow 0$ $\rho_n \rightarrow \rho_{тв}$.

Для водонасичених порід в рівнянні (4.3) можна прийняти $k_v = 1$, $k_g = 0$, тоді

$$\rho_n = (1 - k_n) \cdot \rho_{тв} + k_n \rho_v,$$

Для сухих зразків порід $\rho_v = 0$ и $\rho_g = 0$, тоді

$$\rho_n = (1 - k_n) \cdot \rho_{тв},$$

У данній формулі приймається допущення, що $\rho_g = 0$. Однак відомо, що щільність повітря при нормальних умовах дорівнює $1,2 \text{ кг/м}^3$, метану – $0,7 \text{ кг/м}^3$, пентану – $3,17 \text{ кг/м}^3$. Оскільки природний газ є сумішшю вуглеводнів, то щільність реального газу в породах близька до щільності повітря. Однак в масивах гірських порід при підвищених тисках щільність газу різко зростає (до 300 кг/м^3) в зв'язку з високою стисливістю. Тому користуватися попереднім виразом можна у випадках, коли немає необхідності у визначенні щільності з високою точністю.

Частинки гірських порід - мінеральні агрегати, мінерали - мають різну силу зчеплення, яка залежить від структурних зв'язків між ними. Переважний тип зв'язку між частинками породи характеризує породи з точки зору їх міцності :

рихлі, сипучі або роздільно-зернисті – зв'язки між частинками молекулярні. Ці породи представлені механічною сумішшю частинок (пісок, гравій, галечник).

слабозв'язні – глинисті породи, суглинки, леси – зв'язки в них сильно залежать від вологості.

міцнозв'язні, тверді, скельні. У цій категорії порід розрізняють зв'язкі і крихкі породи. Зв'язок між частинками цього типу порід - хімічний. До таких порід відносяться пісковики, гнейси, граніти і ін.

ЛЕКЦІЯ 4

Неоднорідність гірських порід

Гірська порода загалом є багатокомпонентною, багатофазною гетерогенною системою. *Неоднорідність гірських порід* визначається наступними видами.

- *Фазовий склад.* Порода може бути представлена кількома фазами, наприклад, трьома - твердою, рідкою, газоподібною; двома - твердою і газоподібною, рідкою і газоподібною.
- *Компонентний (мінеральний) склад.* Кожна фаза може бути представлена одним, двома або кількома твердими мінералами (тверда фаза), рідинами і газами (рідка і газоподібна).
- *Хімічний склад.* Тверда, рідка і газоподібна фази мають цілком визначений склад з хімічних елементів. Гетерогенність породи визначається різним походженням складових компонентів.
- *Структурно-текстурна будова.* Цей параметр обумовлений складним утворенням, що складається з двох і більше різних порід.

Фазова неоднорідність – це поверхні розділу між фазами. Наприклад, в глинистому колекторі тверда фаза і вільна вода займають відособлені об'єми, а між ними поверхнею розділу є фізично зв'язана вода.

Зв'язки мінералів в гірських породах діляться на *адгезійні, дифузійні, хімічні, структурні і комплексні.*

Адгезійні зв'язки

Поява на поверхні зерен будь-якого першого з мінералів нових кристалів другого мінералу призводять до утворення границь з адгезійними зв'язками. Адгезійні зв'язки виникають в породах різного генезису, проте вони найбільш характерні для гідротермальних порід.

Дифузійний зв'язок

Дифузійний зв'язок між мінералами обумовлений взаємною дифузією їх іонів, завдяки підвищеній температурі, наявності тиску. Від тривалості дії цих параметрів залежить міцність зв'язку, тобто глибина взаємного проникнення іонів. Температура є активаційним фактором, який пришвидшує дифузійні процеси і масоперенос часток. Роль тиску зводиться до підтримки щільного контакту між поверхнями мінералів.

Хімічний зв'язок

Цей тип зв'язку можна проілюструвати на прикладі залізистих кварцитів, до складу яких входять три основних мінерали - кварц, магнетит і гематит. Характерна для залізистих кварцитів смужчатість обумовлена чергуванням шарів кварцу і оксидів заліза. Між цими шарами утворюється фаяліт - новий мінерал. Однак обов'язковим є наявність хімічного контакту між вихідними мінералами.

Структурні зв'язки

У багатьох породах, наприклад в граніті, зерна мінералів, що входять до його складу, найчастіше мають неправильну форму і характеризуються механічним зчепленням один з одним, тобто структурним зв'язком. Між мінералами межі гладкі і чіткі. Як правило, при руйнуванні породи з таким типом зв'язку процес утворення тріщин йде по межах зерен, проте можливі відколи виступаючих частин мінеральних зерен. Цей тип порід характеризується досить високою міцністю, що відповідає, в основному, міцності мінералів.

Механізм утворення структурних зв'язків визначається умовами зростання мінералів.

Комплексні зв'язки

У породах, як правило, зв'язки між мінералами носять комплексний характер, тобто діють одночасно кілька зв'язків. До комплексних зв'язків відносяться, наприклад, *дифузійно-хімічні, структурно-адгезійні, дифузійно-адгезійні* і т.д.