

3.2. Будова земної кори

Земна кора – це тверда верхня оболонка Землі, складена осадовими, магматичними і метаморфічними породами. Кількісні співвідношення різних типів гірських порід у складі кори визначають характер будови самої кори і будови її поверхні. Тобто рельєф Землі та внутрішня будова її кори взаємозв'язані і перед тим як перейти безпосередньо до характеристики складу та будови кори необхідно коротко зупинитися на питанні будови її поверхні.

Основними орографічними складовими поверхні Землі є континенти і океани. В межах перших виділяються рівнини, які включають височини та низовини, і гірські області, представлені сукупністю гірських хребтів з вершинами абсолютні висоти яких сягають понад 5-8 тис. м. Найвищою вершиною на земній поверхні є гора Джомолунгма, або Еверест висотою 8848 м, яка входить до складу Гімалайської гірської області. Океани також характеризуються нерівномірністю будови поверхні дна. Зі сторони материків і до глибини близько 200 м, поверхня дна океанів називається **шельфом** (рис. 3.6), який переходить у **континентальний схил** підосва котрого досягає глибини 2500-3000 м. Шельф і континентальний схил є своєрідним продовженням материків і разом складають **підводну окраїну материків**, яка змінюється **ложем** океану. Складовими частина ложа океанів є значні за площею **абісальні рівнини**, розташовані на глибинах 4-6 км; **глибоководні жолоби** з глибинами 10-11 км (найглибшим на Землі є Маріанський жолоб у західній частині Тихого океану глибина якого становить 11022 м); **окраїнні моря**, прикладом яких можуть слугувати Охотське, Японське та інші; **острівні дуги**, такі як Курильська, Японська та інші; **серединно-океанічні хребти**, які в межах Землі утворюють планетарну систему через поєднання хребтів усіх океанів.

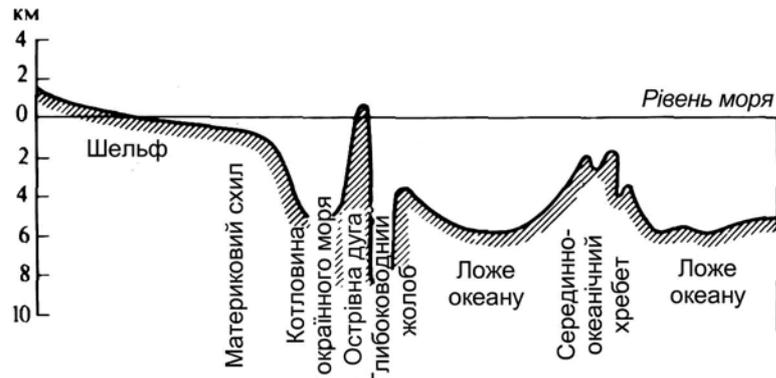


Рис. 3.6. Узагальнений профіль дна океану (за О.К. Леонтьєвим)

Для кожної з названих вище складових частин поверхні Землі характерний свій тип земної кори. Виділяють континентальний, океанічний, субконтинентальний і субокеанічний типи, які відрізняються за потужностями, складом і характером будови (рис. 3.7).

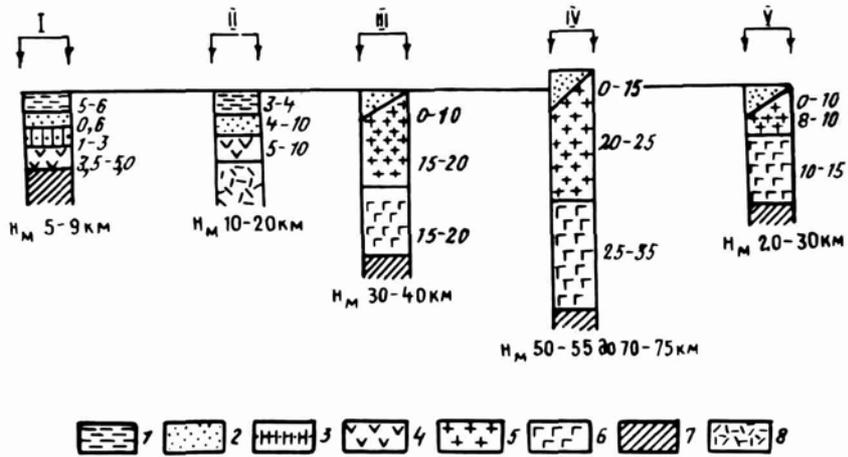


Рис. 3.7. Схема будови різних типів земної кори

I – океанічна кора під ложем океану; *II* – субокеанічна кора під океанічними западинами; *III* – континентальна кора під рівнинами; *IV* – континентальна кора під гірськими областями; *V* – субконтинентальна кора під острівними дугами;

1 – шар води; *2* – осадовий шар; *3* – другий шар океанічної кори з прошарками осадових гірський порід; *4* – третій шар океанічної кори; *5* – “гранітний” (граніто-гнейсовий, граніто-метаморфічний) шар континентальної кори; *6* – “базальтовий” (грануліто-базитовий) шар континентальної кори; *7* – нормальна мантія; *8* – розцільнена мантія.

Континентальна земна кора характеризується потужністю від 20 до 70 км при середній 33-40 км. Величина потужності кори знаходиться в прямій залежності від будови рельєфу континентів. Під рівнинами вона близька до середньої. Максимальна потужність характерна для молодих гірських областей, таких як Гімалаї та Анди, де вона досягає 70-75 км, а мінімальна (20-35 км) встановлена під континентальними западинами типу Угорської і під рифтовими зонами, прикладом яких може бути озеро Байкал. Континентальна кора характерна також і для підводних окраїн материків. В області шельфу її потужність складає 20-25 км при поступовому зменшенні в сторону континентального схилу, де вона на глибині близько 2,0-2,5 км виклинюється.

Континентальна кора складається з трьох шарів (зверху до низу): осадового, гранітного та базальтового (рис.3.7). Верхній, **осадовий шар** представлений осадовими гірськими породами. Його потужність змінюється від 0 до 5-10 км в межах рівнин, і зростає до 15-20 км в гірських областях. Середня потужність на всіх континентах складає 3 км. Швидкість проходження поздовжніх сейсмічних хвиль в породах даного шару знаходиться в межах 3-5 км/с.

“Гранітний” шар на 50% складений гранітами та на 40% метаморфічними породами низьких і середніх ступенів метаморфізму (переважно гнейсами і сланцями). Близько 10% його об'єму займають інтрузивні породи основного складу. Враховуючи це краще його називати **граніто-гнейсовим** або **граніто-метаморфічним**. Середній хімічний склад порід даного

шару близький до складу андезитів і ріолітів. Його потужність змінюється від 10 до 25 км, залежно від загальної потужності земної кори. Під рівнинними областями вона приблизно складає 15-20 км, а в гірських районах – 20-25 км. Швидкість поширення сейсмічних поздовжніх хвиль в породах шару змінюється з глибиною від 5,5 до 6,4 км/с.

“Базальтовий” шар складений інтрузивними породами основного складу (базитами), а також метаморфічними утвореннями високих ступенів метаморфізму (гранулітами) в зв’язку з чим його іноді називають **грануліто-базитовим**. Існує припущення, що в його будові беруть участь еклігїти, а також вкорінені ультраосновні породи типу піроксенітів і перидотитів. Потужність даного шару змінюється від 10-15 до 20 км під рівнинами і від 25 до 35 км – в районах гірських споруд. Швидкість поширення поздовжніх сейсмічних хвиль в його межах складає 6,6-7,2 (7,4) км/с.

Граніто-метаморфічний (“гранітний”) і грануліто-базитовий (“базальтовий”) шари розділені так званою **сейсмічною границею Конрада**, яка характеризується стрибкоподібним зростанням поздовжніх сейсмічних хвиль від 6,0 до 6,5 км/с. Довгий час вважалось, що ця межа розділяє “гранітний” і “базальтовий” шари континентальної кори в межах всіх континентів. Проте, детальне вивчення будови кори впродовж останніх десятиліть методами глибинного сейсмічного зондування показало, що границя Конрада фіксується лише на окремих ділянках земної кори. Зараз значною популярністю у дослідників користується чотирьохшарова модель будови земної кори (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Швидкісна модель земної кори континентів

1 – осадовий шар; 2 – граніто-гнейсовий шар; 3 – проміжний шар; 4 – грануліто-базитовий шар; 5 – мантія; 6 – напрямок можливого руху окремих блоків; 7- зони понижених швидкостей; 8 – площадки відбивання сейсмічних хвиль

Згідно з зображеною на рис. 3.8 моделлю, консолідована частина континентальної кори, яка включає граніто-гнейсовий і грануліто-базитовий шари, розділена на три частини (поверхи), що відрізняються швидкостями проходження сейсмічних хвиль. Основними межами консолідованої кристалічної кори є її поверхня, тобто границя між осадовим та граніто-гнейсовим шарами (K_0) і границя Мохоровичича, для якої характерні високі межові швидкості поширення сейсмічних хвиль (7,8-8,3 км/с). Всередині консолідованої кори чітко фіксується три, відмінних за швидкостями проходження хвиль, поверхи, розділених межами K_1 і K_2 . Перша межа (K_1) проходить на глибині 10-15 км. Швидкість поширення поздовжніх хвиль в шарі, що розташований над нею коливається в діапазоні 5,9-6,3 км/с, а в шарі, який її підстеляє – 6,4-6,5 км/с. Межа між проміжним і власне грануліто-базитовим шарами (K_2) виражена більш чітко завдяки вужчому діапазону швидкості поширення сейсмічних хвиль, який становить 6,8-7,0 км/с.

Двом верхнім поверхам властиве розшарування речовини. Перший від поверхні поверх, власне граніто-гнейсовий,

характеризується шарувато-блоковою структурою. Проміжному поверху, який мало відрізняється від верхнього величинами поширення сейсмічних хвиль, притаманне субгоризонтальне розшарування кори. Це підкреслюється наявністю прошарків (пластин) з пониженими швидкостями сейсмічних хвиль (біля 6 км/с), а також аномальних за щільністю тіл і зон з підвищеною електропровідністю. Така неоднорідність проміжного шару за фізичними властивостями дає можливість говорити про нього як про ослаблений шар, по якому можливі горизонтальні рухи речовини. Вважається, що верхній шар консолідованої частини кори (граніто-гнейсовий), складений кислими породами, середній, або проміжний – породами середнього складу, а нижній (грануліто-базитовий) – основними. Їх кількісні співвідношення в об'ємі консолідованої континентальної кори В.Ю.Хаїн виражає у вигляді співвідношення між базальтами, андезитами і ріолітами як 6:3:1, тобто порід основного складу найбільше, середніх вдвічі менше, а кислих втричі менше від середніх.

Океанічна кора, як і континентальна, також характеризується трьохшаровою будовою, проте вона різко відрізняється від континентального типу як за загальною потужністю, так і за складом. Перша суттєва відмінність полягає у тому, що в розрізі океанічної кори відсутній граніто-гнейсовий шар (див. рис. 3.8), а її потужність змінюється від 5 до 12 км, складаючи в середньому 6-7 км проти 33-40 км континентальної кори.

Перший зверху – це осадовий шар, який складений різноманітними осадками, що знаходяться в пухкому розсипчастому стані. Його потужність змінюється від декількох сот метрів до 1 км. Швидкість поширення сейсмічних хвиль в цих породах становить 2,0-2,5 км/с.

Другий, середній шар, згідно з даними буріння, складений базальтовими лавами з прошарками карбонатних та кременистих порід. Його потужність змінюється від 1,0 до 3,0 км, а швидкість проходження хвиль – від 3,5 до 4,5 км/с.

Третій, нижній шар за своїми фізичними властивостями належить до високошвидкісного. Швидкість поширення

поздовжніх сейсмічних хвиль в його межах становить 6,3-6,5 км/с, а в окремих випадках вона може зростати до 7,0-7,4 км/с. Вважається, що він складений основними (габро) та ультраосновними (піроксеніти) породами, а також ортоамфіболітами. Потужність даного шару, за сейсмічними даними, змінюється від 3,5 до 5,0 км.

Субконтинентальний тип земної кори за будовою аналогічний континентальному. Його виділення було продиктоване нечітким проявленням у межах континентів границі Конрада. Цей тип кори пов'язують з острівними дугами (Курильська, Алеутська та інші) і окраїнами материків. Згідно з результатами проведення глибинного сейсмічного зондування в межах Курильських островів, верхній шар субконтинентальної кори складений осадово-вулканогенними відкладами. Його потужність змінюється від 0,5 до 5 км. Нижче знаходиться другий – острівнодужний граніто-гнейсовий (граніто-метаморфічний) шар, потужність якого змінюється від 5 до 10 км. Швидкість поширення сейсмічних хвиль в його межах становить 5,7-6,3 км/с. Третій, грануліто-базитовий, або базальтовий шар з швидкістю сейсмічних хвиль 6,8-7,4 км/с, залягає на глибинах 8-15 км і характеризується зміною потужності від 10 до 15 км.

Субокеанічний тип земної кори приурочений до улоговинних частин окраїнних та внутрішньоконтинентальних морів з глибиною понад 2 км. За складом він схожий на океанічний, але відрізняється від останнього потужнішим осадовим шаром (до 10 і більше км), який залягає на високошвидкісному (габро-піроксенітовому) шарі, тобто тут відсутній океанічний шар для якого, як зазначалося вище, характерна асоціація базальтових лав і осадових порід. Сумарна потужність земної кори субокеанічного типу становить 10-20 км. Місцями вона досягає 25-30 км за рахунок збільшення потужності осадового шару.

Своєрідна будова земної кори спостерігається в центральних рифтових зонах серединно-океанічних хребтів, таких як Серединно-Атлантичний, Тихоокеанський та інші. Тут під другим океанічним шаром залягають утворення, які

характеризуються швидкостями проходження сейсмічних хвиль 7,4-7,8 км/с. Вважається, що це своєрідні виступи аномально розігрітої мантії або суміш корового та мантійного матеріалу.

Територія **України** знаходиться в межах поширення кори континентального типу. При цьому спостерігається чітка закономірність між потужністю кори, глибиною залягання її консолідованої частини (фундаменту), тобто граніто-гнейсового і грануліто-базитового шарів, і будовою рельєфу території (рис. 3.9). Так, у Карпатському регіоні потужність кори змінюється від 45 до 55 км, досягаючи максимальних значень під високогірними хребтами. В межах Волино-Подільської височини вона зменшується до 40-45 км. Під Українським щитом, який займає територію Придніпровської та Приазовської височин, потужність кори знову зростає до 45-50 км, а в районі Канева вона досягає 52 км, що спричинено зануренням у цьому регіоні поверхні Мохоровичича на глибину більше ніж 55 км. В центральній частині Придніпровської низовини, де розташована Дніпровсько-Донецька западина, потужність кори зменшується до 35 – 40 км, а під Донецьким кряжем вона дещо зростає до 40 – 45 км. На півдні України під Причорноморською низовиною її потужність знаходиться в межах 25-35 км. В акваторії Чорного моря спостерігається зменшення потужності кори зі сходу на захід від 25-30 до 15-20 км.

В розрізі земної кори на території України, окрім верхнього осадового шару, виділяється ще п'ять шарів, які відрізняються за складом порід, швидкостями поширення сейсмічних хвиль і складають консолідовану частину кори.

Перший зверху шар складений в основному метаморфізованими осадовими породами швидкості поширення в яких сейсмічних хвиль коливаються в межах від 6,0 до 6,2 км/с. В будові шару основна роль належить парасланцям і парагнейсам.

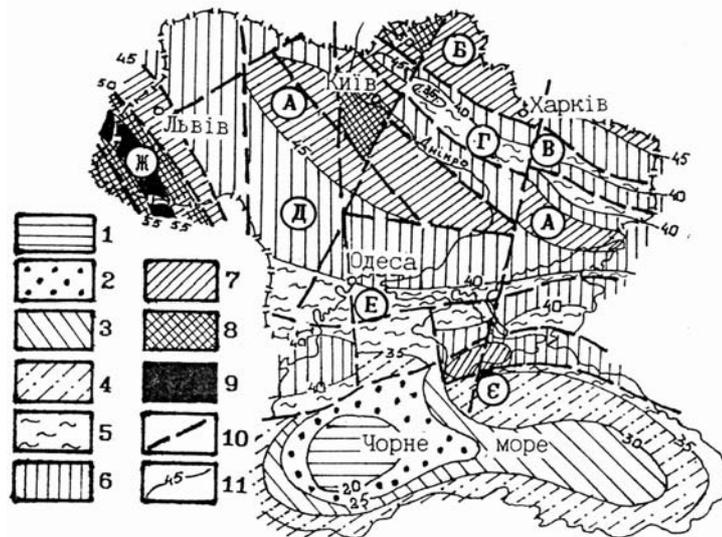


Рис. 3.9. Схема залежності потужності земної кори від рельєфу території України (побудована з використанням даних О.В.Чекунова)

Потужності: 1 – менше 20 км; 2 – 20-25 км; 3 – 25-30 км; 4 – 30-35 км; 5 – 35-40 км; 6 – 40-45 км; 7 – 45-50 км; 8 – 50-55 км; 9 – більше 55 км.

Елементи рельєфу (цифри в кружечках): 1 – Карпати; 2 – Волино-Подільська височина; 3 – Придніпровська височина; 4 – Приазовська височина; 5 – Придніпровська низовина; 6 – Донецький кряж; 7 – відроги Середньоруської височини; 8 – Причорноморська низовина; 10 – Гірський Крим.

Другий шар представляють метаморфізовані вулканогенно-осадові відклади, серед яких переважають ортогнейси та ортосланці кислого і середнього складу (дацити, андезити і ріоліти). Швидкість поширення сейсмічних хвиль в породах цього шару становить 6,2-6,4 км/с.

Третій шар складений високометаморфізованими осадово-вулканогенними породами зі швидкістю поширення сейсмічних хвиль 6,4-6,6 км/с. Це здебільшого парагнейси і параамфіболіти з підпорядкованою кількістю ортопорід.

Для **четвертого** шару характерні швидкості поширення сейсмічних хвиль від 6,6 до 6,8 км/с. у його складі присутні породи гранулітової і еклогітової фації метаморфізму.

П'ятий шар відрізняється від попередніх основним складом порід, які його складають, і різким зростанням швидкостей поширення сейсмічних хвиль від 6,8 до 7,4 км/с, що відповідає швидкостям у "базальтовому" (грануліто-базитовому) шарі. Звертає увагу на себе те, що між четвертим та п'ятим шарами зростання швидкостей поширення сейсмічних хвиль відбувається поступово, тобто так звана межа Конрада під територією України виражена не чітко, а четвертий шар можна вважати за перехідний між "базальтовим" (грануліто-базитовим) і "гранітним" (граніто-гнейсовим), який об'єднує третій, другий і перший.

В акваторії Чорного моря, яке належить до внутрішньоконтинентальних улоговинних морів, кора характеризується рисами кори субокеанічного типу. Тут відсутній "гранітний" шар і кора представлена осадовим та "базальтовим" шарами (рис. 3.10).

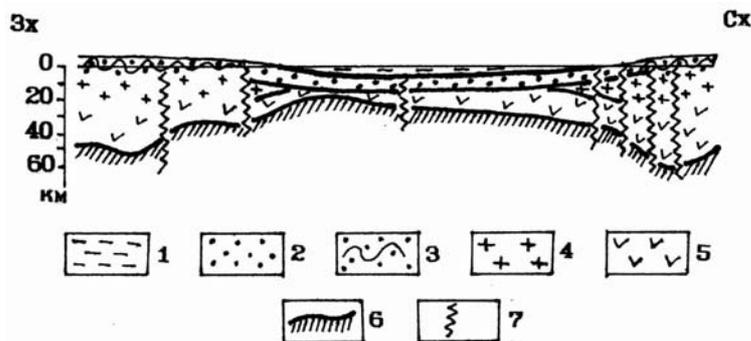


Рис. 3.10. Схематичний розріз земної кори в акваторії Чорного моря (за О.В. Чекуновим)

1 – шар води Чорного моря; 2 – осадовий шар; 3 – інтенсивно зм'яті породи осадового шару; 4 – "гранітний" шар; 5 – "базальтовий" шар; 6 – поверхня Мохоровичича; 7 – глибинні розломи

З наведеного впливає, що за характером будови земна кора під територією України відповідає типовій моделі кори континентального типу з ознаками переходу до субокеанічної кори під водами Чорного моря.

Запитання для самоконтролю

1. *Які є типи земної кори ?*
2. *В чому полягає відмінність між корою континентального і океанічного типів ?*
3. *Як змінюється потужність земної кори від характеру будови її поверхні ?*
4. *Охарактеризуйте будову континентального типу земної кори.*
5. *Який тип властивий для земної кори під територією України ?*
6. *Що таке “гранітний” шар і які швидкості поширення сейсмічних хвиль для нього характерні ?*
7. *Що таке “границя Конрада” ?*
8. *Які швидкості поширення сейсмічних хвиль властиві породам “базальтового” шару ?*
9. *Як змінюється потужність океанічної кори в межах акваторії океанів ?*
10. *Що таке субокеанічний і субконтинентальний типи кори і для яких ділянок земної поверхні вони характерні ?*