

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ НА ТЕМУ «ПІДЗЕМНІ ВОДИ»

**Підземні води** формуються в основному з вод атмосферних опадів, що випадають на земну поверхню і просочуються (інфільтрують) у землю на деяку глибину, і з вод з боліт, річок, озер і водосховищ, також просочуються в землю. Кількість вологи, що проганяється таким чином в ґрунт, становить за даними А. Ф. Лебедева, 15-20% загальної кількості атмосферних опадів. Проникнення вод в ґрунти (водопроникність), що складають земну кору, залежить від фізичних властивостей цих ґрунтів. У відношенні водопроникності ґрунти діляться на три основні групи: водопроникні, напівпроникні і водонепроникні або водотривкі.

До **водопроникних порід** відносяться великоуламкові породи, галечник, гравій, піски, тріщинуваті породи і т.д. До **водонепроникних порід** - масивно-кристалічні породи (граніт, порфір, мармур), що мають вбирати в себе мінімальну кількість вологи і глини. Останні, просочившись водою, надалі її не пропускають. До напівпроникних порід відносяться глинисті піски, лес, пухкі пісковики, рихлі мергелі і т.п.

Підземні води в земній корі розподілені у **двох поверхах**. **Нижній поверх**, складений щільними магматичними і метаморфічними породами, містить обмежену кількість води. Основна маса води знаходиться у верхньому шарі осадових порід. У ньому за характером водообміну з поверхневими водами виділяють три зони: зону вільного водообміну (верхню), зону уповільненої водообміну (середню) і зону вельми уповільненого водообміну (нижню). Води верхньої зони звичайно прісні і служать для питного, господарського та технічного водопостачання. У середній зоні розташовуються мінеральні води різного складу. Це - стародавні води. У нижній зоні знаходяться високомінералізовані розсоли. З них добувають бром, йод і інші речовини.

Підземні води **утворюються різними способами**. Як вже зазначалося вище, один з основних способів утворення підземної води – **просочування, або інфільтрація**, атмосферних опадів та поверхневих вод (озер, річок, морів і т.д.). За цією теорією, що просочується вода доходить до водотривкому шару і накопичується на ньому, насичуючи породи пористого і пористо-тріщинуватого характеру. Таким чином виникають водоносні шари, або горизонти підземних вод. Поверхня ґрунтових вод, називається дзеркалом ґрунтових вод. Відстань  $h$  від дзеркала ґрунтових вод до водоупора називають потужністю водотривкого шару.

Кількість ґрунтової води, залежить не тільки від його фізичних властивостей, але і від кількості атмосферних опадів, нахилу місцевості до горизонту, рослинного покриву. Тривалий дрібний дощ створює кращі умови для просочування, ніж рясний дощ, тому що чим інтенсивніше опади, тим з більшою швидкістю випала вода стікає по поверхні ґрунту.

Круті схили місцевості збільшують поверхневий стік і зменшують просочування атмосферних опадів в ґрунт; пологі, навпаки, збільшують їх виділення. Рослинний покрив (ліс) збільшує випаровування випала вологи і в

той же час посилює випадання опадів. Затримуючи поверхневий стік, він сприяє просочуванню вологи в ґрунт.

Для багатьох територій земної кулі інфільтрація є основним способом утворення підземних вод. Однак є й інший шлях їхнього утворення - за рахунок **конденсації водяної пари** в гірських породах. У теплу пору року пружність водяної пари в повітрі більше, ніж у ґрунтовому шарі і нижчих гірських породах. Тому водяні пари атмосфери безупинно надходять у ґрунт і опускаються до шару постійних температур, розташованого на різних глибинах - від одного до декількох десятків метрів від поверхні землі. У цьому шарі рух парів повітря припиняється у зв'язку із збільшенням пружності водяної пари при підвищенні температури в глибині Землі. Внаслідок цього виникає зустрічний потік водяної пари з глибини Землі вгору - до шару постійних температур. У поясі постійних температур в результаті зіткнення двох потоків водяної пари відбувається їх конденсація з утворенням підземної води. Така конденсаційна вода має велике значення в пустелях, напівпустелях та сухих степах. У спекотні періоди року вона є єдиним джерелом вологи для рослинності. Таким же способом виникли основні запаси підземної води в гірських районах Західного Сибіру. Обидва способи утворення підземних вод - шляхом інфільтрації і за рахунок конденсації водяної пари атмосфери в породах - головні шляхи накопичення підземних вод.

Під час весняного водопілля та паводків рівень води в річці, піднімаючись вище рівня річкового потоку, спрямованого до річки, викликає відтік води з неї і підйом рівня ґрунтових вод. Це знижує висоту рівня весняних повеней. На спаді ґрунтові води починають жити річку, і рівень ґрунтових вод знижується.

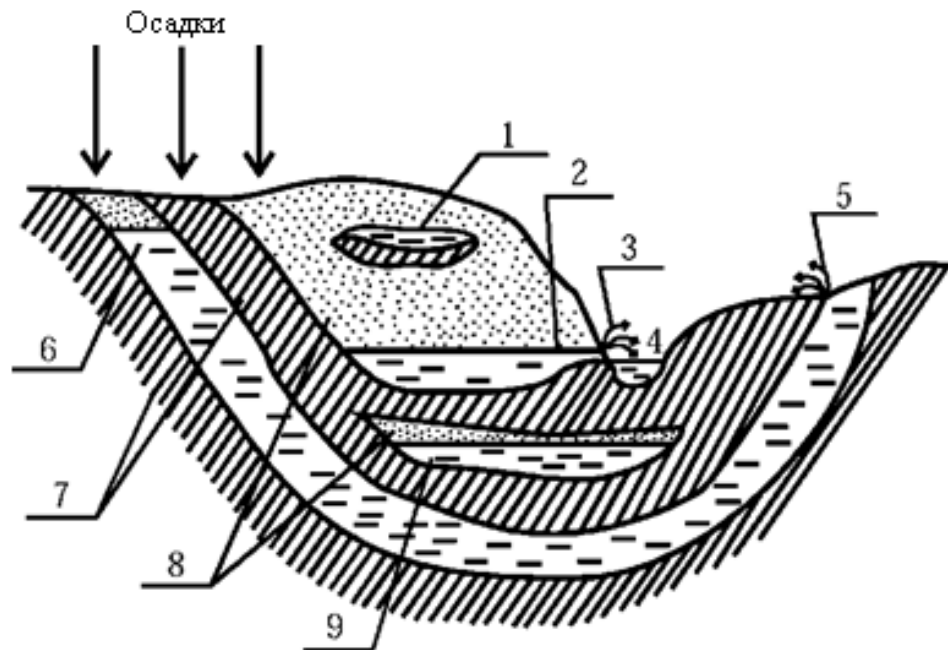
### **Класифікація підземних вод. Умови їх залягання**

У сучасній гідрогеологічній літературі є кілька класифікацій підземних вод. Багато дослідників в якості основного ознаки використовують приналежність різних видів підземних вод до конкретних зон : 1) зоні аерації і 2) зоні насичення. У зоні аерації можна виділити ґрунтові води і верховодку. За умовами залягання виділяють три типи підземних вод: верховодку, ґрунтові і напірні, або артезіанські.

**Верховодкою** називаються підземні води, що залягають поблизу поверхні землі і відрізняються непостійністю розповсюдження і дебіту. Зазвичай верховодка приурочена до лінз водотривких або слабо проникних гірських порід, що перебиваються водопроникними товщами. Верховодка займає обмежені території, це явище - тимчасове, і відбувається воно в період достатнього зволоження; в посушливий час голи верховодка зникає. Верховодка приурочена до першого від поверхні землі водотривкому пласту. У тих випадках, коли водотривкий пласт залягає поблизу поверхні або виходить на поверхню, в дощові сезони розвивається заболочування. До верховодки нерідко відносять ґрунтові води, або води ґрунтового шару. Ґрунтові води представлені майже зв'язаною водою. Крапельно-рідка вода в ґрунтах присутня тільки в період надмірного зволоження.

**Ґрунтові води** поширені в ґрунтовому шарі поблизу поверхні Землі. Їх формування пов'язане з процесами інфільтрації атмосферних опадів, сніготалих вод та конденсації атмосферної вологи. Вид та стан ґрунтових вод

визначають три основні чинники: загальна зволоженість ґрунту, потужність зони аерації та структурно - текстурні особливості ґрунту . На ділянках , де потужність зони аерації велика , а ґрунтові води знаходяться глибоко , в ґрунтовому шарі при зростаючому зволоженні утворюються підвишені капілярні води , що заповнюють міжзернові простори порід. Товщина такого шару капілярно-підвішених вод становить зазвичай десятки сантиметрів. У разі неглибокого залягання ґрунтових вод можливе харчування ґрунтів знизу за рахунок капілярно-піднятої води.



**Рис. 2.1** - Схема залягання підземних вод: 1 - верховодка; 2 - ґрунтові води; 3 - низхідне джерело; 4 - річка; 5 - висхідне джерело; 6 - артезіанські води; 7 - водотривкі породи; 8 - водопроникні ґрунти; 9 - міжпластові безнапірні води

Ґрунтові води, на відміну від верховодки, користуються значним поширенням. Це води першого від поверхні землі водоносного горизонту, який залягає на першому від поверхні водотривкі. Вони можуть накопичуватися як у пухких пористих, так і тріщинуватих твердих гірських породах. Відсутність водостійкої покрівлі сприяє їхньому живленню на всій площі поширення, тобто область живлення ґрунтових вод співпадає з областю їх поширення.

Елементами горизонтів ґрунтових вод є дзеркало ґрунтових вод та водотривке ложе. Під дзеркалом ґрунтових вод слід розуміти верхню межу поширення води в розрізі водоносного горизонту, а водотривке ложе – це водонепроникні породи, які підстеляють водоносний горизонт. Породи насичені водою називаються водоносним шаром, або водоносним горизонтом. Потужність водоносного горизонту – це відстань від дзеркала ґрунтових вод до водотривкого ложа. Ґрунтові води за своїми гідравлічними особливостями належать до безнапірних.

Рівень ґрунтових вод залежить від метеорологічних умов і кількості атмосферних опадів. До дзеркала водоносного горизонту примикає так звана капілярна облямівка, в межах якої пори породи частково заповнені водою. Усі ґрунтові води знаходяться в безперервному русі, який підпорядковується силі тяжіння та проявляється у вигляді потоків, що циркулюють по сполучених порах або тріщинах. Враховуючи, що дзеркало ґрунтових вод в деякій мірі повторює форми рельєфу поверхні, підземні води рухаються від підвищених ділянок, якими можуть бути вододіли, до понижених, тобто до ярів, річок, озер, морів, тощо. В межах останніх відбувається так зване розвантаження ґрунтових вод у вигляді дренажних джерел або прихованим субаквальним розосередженим способом, під водами русел, річок, на дні озер і морів. Такі області називаються областями розвантаження, або дренажування (франц. “дренаж” – стік) водоносних горизонтів. Потік ґрунтових вод направлений до місця дренажування, утворює криволінійну поверхню, яка називається депресійною, а сам процес руху води називається фільтрацією. Остання залежить від нахилу дзеркала ґрунтових вод, гідравлічного (напірного) градієнта, а також від водопроникних властивостей гірських порід.

Швидкість руху ґрунтових вод залежить від коефіцієнта проникності, або коефіцієнта фільтрації, який, в свою чергу, залежить від гранулометричного складу уламкових гірських порід, або від ступеня їх тріщинуватості. Так, наприклад, у дрібнозернистих однорідних пісках швидкість води при незначному нахилі дзеркала ґрунтових вод може досягати 1-5 м/добу, в грубозернистих пісках ця величина зростає до 15-20 м/добу, а в галечниках і сильно тріщинуватих, або закарстованих породах – до 100 м/добу і більше.

Рівень, якість та кількість ґрунтових вод з часом змінюються і знаходяться в безпосередній залежності від зміни зовнішніх гідрометеорологічних умов, але разом з тим вони тісно пов'язані з загальним водним режимом Землі. Провідним фактором при цьому є кліматичний фактор і, зокрема, кількість атмосферних опадів. У період випадання великої кількості останніх, рівень ґрунтових вод підвищується, а в період посухи, навпаки, понижується. В зв'язку з цим, коливання рівня має різко проявлений сезонний характер, що призводить до періодичного обводнення або осушення деяких верств порід. Таким чином, від земної поверхні до водотривкого ложа формується три чітко виражених зони, які відрізняються характером обводнення. **Перша від поверхні зона** – це зона аерації, яка не заповнюється водою, але є своєрідним “ситом”, через яке атмосферні опади проникають в зони, що залягають нижче. **Друга зона** – це зона періодичного насичення водою. Вона розташована між мінімальним рівнем підземних вод у посушливі періоди та найвищим рівнем, який встановлюється в багатоводні періоди. Ця зона періодично обводнюється та осушується. Третя зона, або зона повного насичення, розташована між водотривом і найнижчим рівнем ґрунтових вод та характеризується постійним обводненням.

Окрім ґрунтових вод в земній корі мають місце також **міжпластові води**. **Міжпластові води** залягають у водоносному шарі, який лежить між двома водотривкими пластами. Вода може потрапити в цей шар тільки там, де над ним відсутній водотривкий шар. Тому міжпластові води поповнюються

дуже повільно. Міжпластові безнапірні (низхідні) води насичують водоносний пласт частково і стікають по ухилу так само як і ґрунтови. Якщо водотривкі пласти залягають чащоподібно, а водоносний шар між ними повністю заповнений водою, то міжпластові води перебувають під тиском і називаються *напірними (висхідними)*. Якщо до них пробурити свердловину, то вода під напором підніметься і вдарить фонтаном. За здатність підніматися під напором свердловиною і фонтанувати міжпластові води називають *артезіанськими*. Така назва походить від назви провінції Артуа у Франції, де в XII ст. вперше їх добули.

Водоносних шарів в одній місцевості може бути декілька. Вони залягають на різній глибині залежно від кліматичних умов: в посушливих умовах степів і пустель – значно глибше, ніж в достатньо зволоженому помірному кліматі.

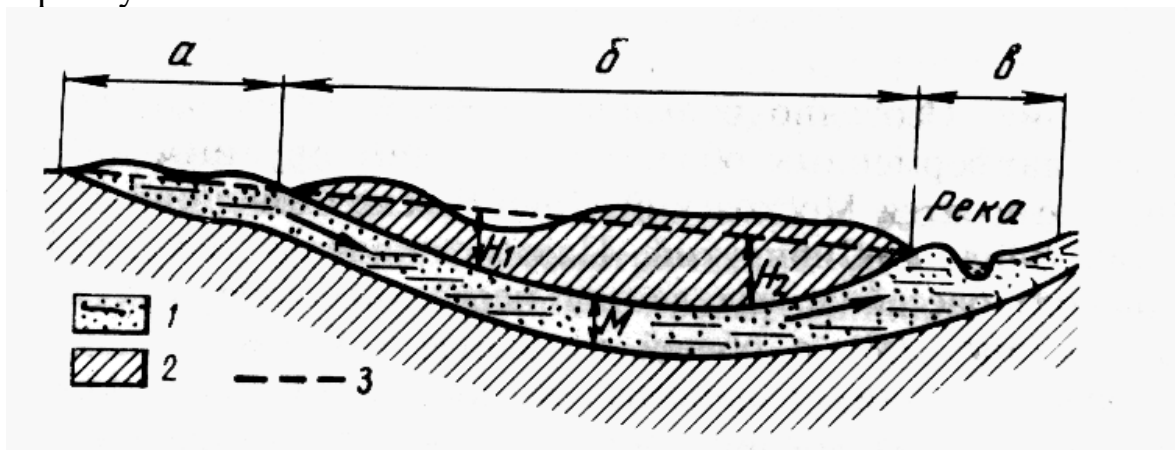


Рис. 2.2. Схема артезіанського басейну при мультисинклінальному заляганні гірських порід: а – область живлення; б – область напору; в – область розвантаження;  $H_1, H_2$  – величина напору; 1 – водоносний горизонт; 2 – водотривкі породи; 3 – п'єзометричний рівень напірних вод.

Під артезіанськими басейнами розуміють сукупність артезіанських водоносних горизонтів, що залягають у синеклізах та інших прогинах. У кожному артезіанському басейні (рис. 2.2) виділяються:

а) *область живлення* – площа виходу на поверхню водоносних порід, що розміщені на найвищих гіпсометричних відмітках;

б) *область розвантаження* – місця виходу на поверхню водоносного горизонту на більш низьких абсолютних відмітках у порівнянні з областю живлення. Таке розвантаження може здійснюватися у вигляді висхідних джерел, місцями ж у вигляді прихованих осередків розвантаження в місці відкладення під руслами річок або на дні моря (субмаринні джерела);

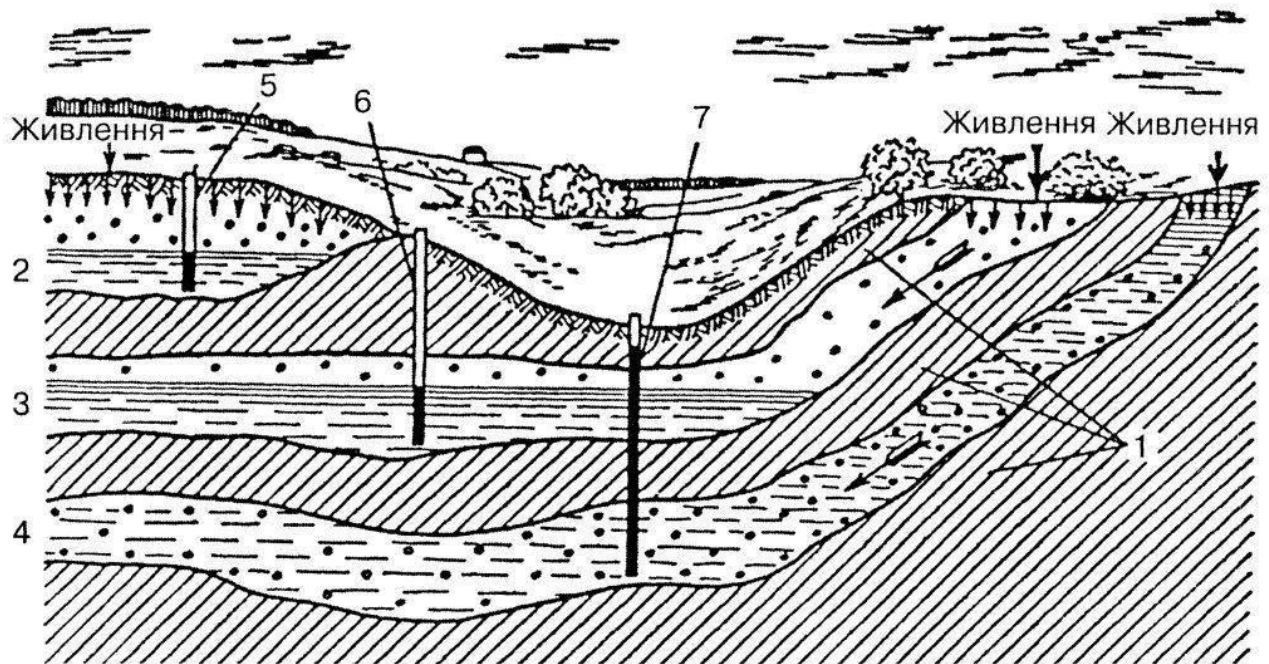
в) *область напору* – основна площа поширення артезіанських вод, розташована між областями живлення і розвантаження. В області напору рівень напірних вод завжди розташовується вище поверхні водоносного горизонту. Відстань по вертикалі від поверхні водоносного горизонту до цього рівня і називається напором.

Якщо на розрізі з'єднати лінією відмітки рівнів води в областях живлення і розвантаження, то ця лінія приблизно покаже, до якої висоти підніметься



напірна вода при розтині її колодзями або буровими свердловинами. Рівень напірних вод називають п'езометричним (грец. "п'езо" – тисну) і завжди виражається в абсолютних позначках, а величина напору – в метрах. П'езометрична поверхня напірного водоносного горизонту зазвичай зображується на спеціальних картах гідроізоп'езах. Гідроізоп'ези (іноді їх називають ізоп'ези, або п'езо-ізогіпси) – лінії, що з'єднують точки з однаковими абсолютними відмітками п'езометричного рівня.

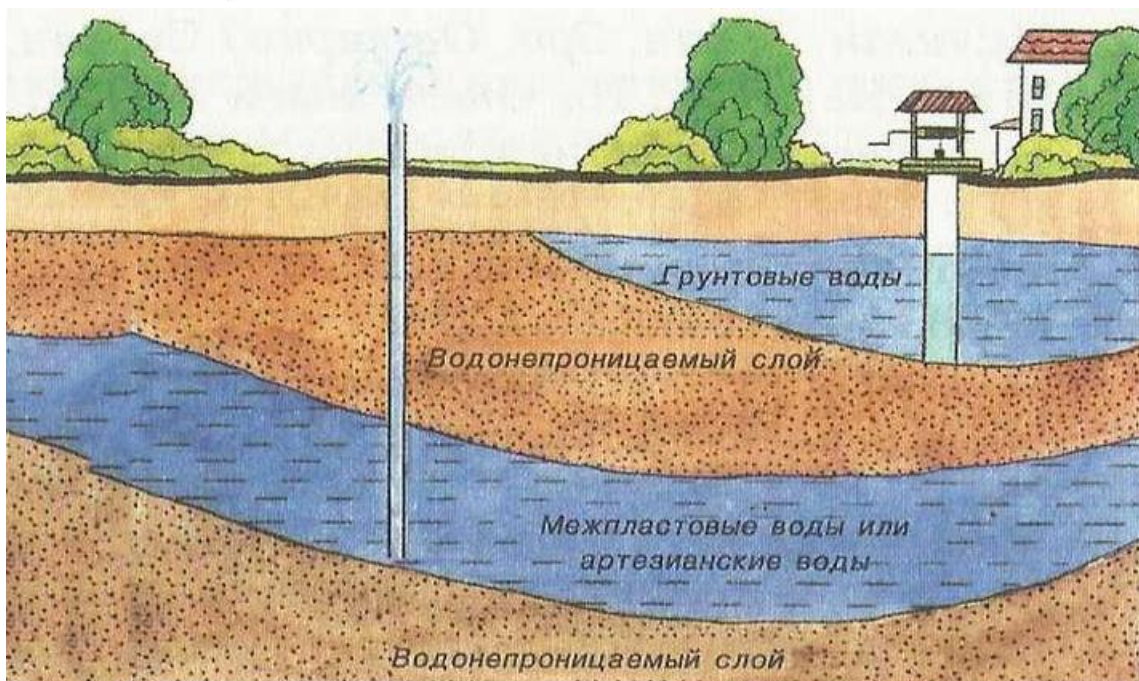
### Додаткова інформація

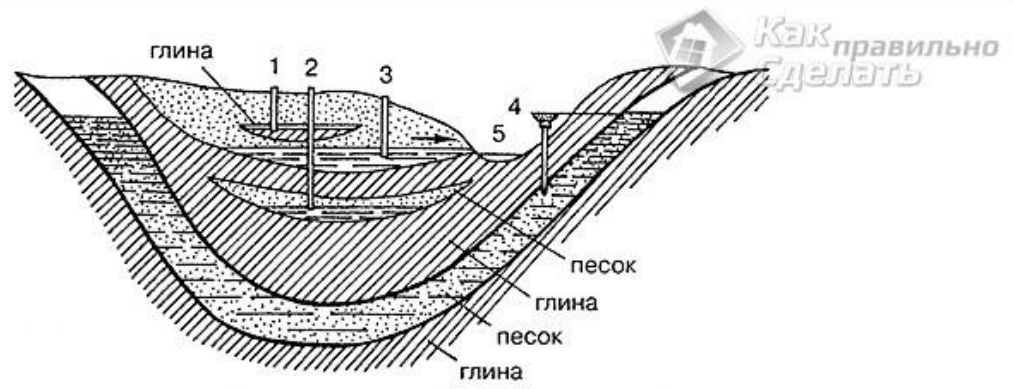


**Мал. 30.** Схема залягання підземних вод:

1 — водонепроникні шари; 2 — водоносний горизонт ґрунтових вод; 3 — водоносний горизонт міжпластових безнапірних вод; 4 — водоносний горизонт міжпластових напірних вод (артезіанських); 5 — колодязь, що живиться ґрунтовою водою; 6 — колодязь, що живиться міжпластовою безнапірною водою; 7 — колодязь, що живиться міжпластовою напірною (артезіанською) водою

profimed.at.ua





**Схема залегания подземных вод:** 1 — верховодка; 2 — межпластовые безнапорные воды; 3 — грунтовые воды; 4 — межпластовые напорные воды; 5 — поверхностный водоем