Лекція 6. ГІДРОГЕОЛОГІЧНА СТРАТИФІКАЦІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД

1. Гідрогеологічна стратифікація

Від поверхні землі до глибин з критичними температурами води (374-450° С) всі пустоти та пори гірських порід заповнені (насичені) вільною та зв'язаною водою.

З позиції акумуляції підземних вод, їх просочування через товщу порід, а також віддачі породами води при експлуатації, виділяються водоносні та водотривкі породи. *Водоносними* називаються такі породи, які містять у собі вільну (гравітаційну) воду, здатні пропускати її через свою товщу і досить легко віддавати під дією сили тяжіння. До таких порід належать: галечники, гравеліти, піски, тріщинуваті скельні породи осадового, метаморфічного та магматичного походження. До *водотривких* (водонепроникних) належать такі породи, які дуже слабо пропускають воду або зовсім нездатні пропускати і віддавати її у природних умовах. Такими породами є глини, важкі суглинки, глинисті сланці, аргіліти, кам`яна сіль, мергелі, а також не тріщинуваті скельні породи.

Чергування по вертикалі в геологічному розрізі порід, різних за літологічними особливостями, дає можливість провести його розчленування на водоносні та водотривкі товщі (пласти, шари).

Гідрогеологічна стратифікація полягає в розчленуванні геологічного розрізу на товщі гірських порід або окремі зони, які розрізняються за характером та ступенем водоносності.

Принципи гідрогеологічної стратифікації – дискурсивне питання. При державній гідрогеологічній зйомці гідрогеологічну стратифікацію прийнято було основувати на принципі, який був названий М.Є. Альтовським стратиграфо-гідрогеологічним.

Гідрогеологічне розчленування розрізу проводиться на основі аналізу літолого-фаціальних і петрографічних характеристик порід, які корелюються з їх колекторськими властивостями, з обов`язковим урахуванням даних із динаміки підземних вод та гідрохімії.

При цьому в розрізі при відповідних гідрогеологічних умовах виділяються: водоносні горизонти та комплекси, водоносні зони екзогенної та ендогенної тріщинуватості, спорадично чи локально обводнені; водопроникні, але безводні товщі; регіональні та місцеві водотриви.

Водоносними горизонтами називають відносно витриману по площі і в розрізі, насичену вільною гравітаційною водою одно- чи різновікову товщу гірських порід, яка являє в гідродинамічному відношенні єдине ціле. Водоносні горизонти обмежені зверху та знизу або тільки знизу (ґрунтовий водоносний горизонт) водотривкими пластами. Водоносний горизонт може бути представлений як одним, так і декількома шарами водонасичених порід, які розрізняються або схожі за геологічним віком, літологічними особливостями і фільтраційними властивостями.

За умовами залягання та режимом виділяють ґрунтові водоносні горизонти (а), міжпластові безнапірні (б) та артезіанські (в) (рис. 11.1). У безнапірних водоносних горизонтах внутрішньопластовий тиск не перевищує атмосферного, у напірних – перевищує і, завдяки цьому при розкритті пласта свердловиною чи колодязем, рівень води в них піднімається вище водотривкої покрівлі горизонту і навіть вище поверхні землі (фонтануючі свердловини).

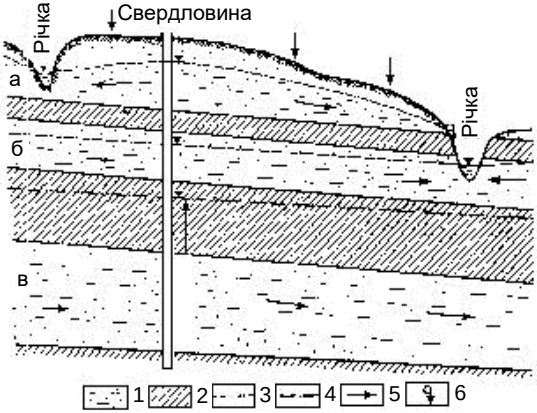

Рис. 11.1. Схема залягання водоносних горизонтів:
1 – водоносні горизонти (а – ґрунтові, б – міжпластові безнапірні і в – напірні);
2 – водотривкі пласти; 3 – рівень ґрунтових та безнапірних міжпластових вод;
4 – п‘єзометричний рівень напірних вод (стрілкою позначений напір над покрівлею);
5 – напрямок руху підземних вод; 6 – джерело

Водоносний комплекс являє собою регіонально розповсюджену водоносну товщу порід, яка складається з декількох одно- чи різновікових шарів водонасичених порід, різнорідних за складом, які мають між собою гідравлічний зв`язок (рис. 11.2). Водоносний комплекс відділяється від інших водоносних комплексів чи горизонтів регіональними водотривкими породами, які утруднюють їх гідравлічний зв`язок. До складу водоносного комплексу може входити декілька водоносних горизонтів різного ступеня витриманості, які мають подібні умови живлення, циркуляції та розвантаження підземних вод.

Гідрогеологічним підрозділам, які виділяються, присвоюють назви, які відображають геологічний вік із посиланням на їх генезис (осадові, метаморфічні, магматичні) та петрографічний склад. Наприклад, водоносний горизонт у відкладах сарматського ярусу (дрібно-середньозернисті піски).

Гідрогеологічні поверхи виділяються в межах великих тектонічних западин. Це сукупність водоносних комплексів і горизонтів, обмежених знизу або зверху та знизу потужними регіонально витриманими в межах гідрогеологічної системи (наприклад, артезіанського басейну) товщами водотривких порід. Гідрогеологічні поверхи визначаються найчастіше структурними поверхами і відрізняються один від одного *ступенем водообміну*, різними умовами формування та розповсюдження підземних

вод. Потужність гідрогеологічних поверхів визначається переважно такими геологічними стратиграфічними підрозділами, як система, сукупність систем, або навіть група.

Водоносні зони екзогенної та ендогенної тріщинуватості виділяються іноді в масивах геологічних порід, що складені міцно зцементованими осадовими, метаморфічними та магматичними породам, які являють собою тріщинні та карстові колектори підземних вод. Виділити водоносні горизонти, або комплекси в таких умовах немає можливості. Такі масиви відрізняються нерівномірною тріщинуватістю порід, строкатістю літологічного складу як за площею, так і в розрізі. Відмітною особливістю водоносних зон є їх локальне розповсюдження і відсутність гідравлічного зв'язку між окремими водоносними зонами навіть в одній і тій самій тектонічній структурі. Кожна з водоносних зон характеризуються своїми особливостями умов формування та розповсюдження підземних вод.

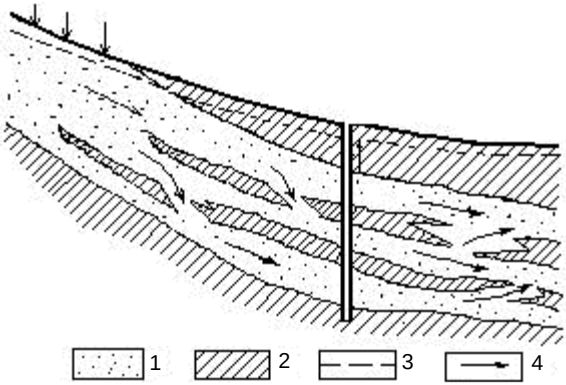

Рис. 11.2. Схема водоносного комплексу: 1 – водоносні пласти; 2 – водотривкі пласти; 3 – рівень підземних вод; 4 – напрямок руху підземних вод

Водотривкими товщами порід називають товщі водонепроникних або слабопроникних порід, які відокремлюють один від іншого водоносні горизонти, комплекси, гідрогеологічні поверхи. До таких порід належать: щільні не тріщинуваті магматичні та метаморфічні породи, щільно зцементовані осадові товщі, кам'яна сіль, гіпси, ангідрити, аргіліти, глинисті сланці, глини і багатолітньомерзлі породи.

2. Класифікації підземних вод

Класифікацій підземних вод існує багато. Це пояснюється складністю та великою різноманітністю природних умов знаходження підземних вод, а також різними вимогами, які ставляться при експлуатації тих чи інших типів підземних вод. Існують класифікації підземних вод за: температурою, мінералізацією, хімічним складом; є класифікації: мінеральних вод – за бальнеологічними властивостями, термальних – за їх використанням, промислових – за корисними компонентами тощо.

Питанню класифікації підземних вод присвячено багато наукових праць. Вони побудовані за різними ознаками.

Відома класифікація Г.М. Каменського за походженням підземних вод. Він виділяє три типи підземних вод: *інфільтраційні*, які утворилися внаслідок просочування в гірські породи атмосферних опадів; *морські*, які утворилися в результаті проникнення древніх морів у процесі відкладонакопичення чи пізніше при трансгресії моря; *метаморфічні*, які пов`язані з термальним та динамічним метаморфізмом і магматичними процесами.

Є класифікації підземних вод за умовами залягання, які враховують і деякі інші ознаки особливостей водовміщуючої породи, гідравлічних ознак тощо.

За умовами залягання та циркуляції виділяють підземні води в поверхневих водоносних горизонтах і підземні води, які залягають глибоко.

Є класифікація підземних вод за особливостями водовміщуючих порід: в осадових пухких породах виділяються порово-пластові підземні води, у тріщинуватих скельних породах – тріщинні води, у закарстованих породах – карстові води і т. д.

Існує класифікація підземних вод за гідродинамічними особливостями водоносних горизонтів: безнапірні води з вільною поверхнею; напірні води.

Ф.П. Саваренський (1939 р.) виділив 5 типів підземних вод за умовами їх розповсюдження і режиму: верховодка, ґрунтові, карстові, артезіанські, жильні (тріщинні).

О.М. Овчинніков залежно від умов залягання виділив три основні типи підземних вод: верховодку, ґрунтові та артезіанські води. Залежно від характеру водовміщуючих порід (пористі або тріщинуваті породи) він поділив основні типи на ряд підтипів підземних вод. В особливі типи були виділені підземні води районів багаторічної мерзлоти та районів молодого вулканізму.

Розроблено рід класифікацій підземних вод, які ґрунтуються на особливостях земної кори (Б.В. Личков), на гідравлічних ознаках і умовах залягання підземних вод (О.К. Ланге), є також класифікації за хімічним складом підземних вод (В.І. Вернадський, В.О. Александров, С.О. Щукарєв, Н.І. Толстіхін, О.О. Альохін.

Відповідно до останніх уявлень про умови формування, розповсюдження, особливості гідродинамічного режиму, можливості використання, виділяють три основні типи підземних вод і сім особливих типів.

Основні типи включають: 1) води зони аерації; 2) ґрунтові води; 3) артезіанські води.

Особливі типи: 1) тріщинні води; 2) карстові води; 3) мінеральні води; 4) промислові води; 5) термальні води; 6) води районів багаторічної мерзлоти.

Наразі до особливих типів підземних вод відносять субмаринні води, або води морського й океанічного дна.

Таким чином, основні особливості підземних вод – умови живлення, гідравлічні властивості, закономірності руху, температура, газовий і хімічний склад – обумовлені знаходженням вод у відповідних географічних і вертикальних зонах, тобто закономірності їх існування залежать від характеру рельєфу, кліматичних особливостей, геологічної будови, тектоніки, літологічних і геоморфологічних умов.

Питання для самоконтролю:

Які основні ознаки водоносних і водотривких порід?

Дайте визначення водоносного шару, горизонту, комплексу.

Які класифікації підземних вод за їх умовами формування та розповсюдження ви знаєте?

ВОДИ ЗОНИ АЕРАЦІЇ ТА ГРУНТОВІ ВОДИ

У верхній частині земної кори найбільше розповсюдження мають дві гідрофізичні зони, які розрізняються станом, умовами формування та циркуляції в них води. Це – зона аерації та зона повного насичення водою.

3. Води зони аерації

Зона аерації знаходиться в самій верхній частині земної кори, від поверхні землі до рівня ґрунтових вод. У цій зоні значна частина пор заповнена повітрям із парами води. Деякий об`єм пор зайнятий фізично зв`язаною та капілярною водою. Під час атмосферних опадів та сніготанення через цю зону фільтруються гравітаційні води зверху вниз у вигляді окремих крапель і струминок.

За ступенем насиченості водою в розрізі зони аерації виділяються: рослинний шар, шар капілярної кайми, проміжний шар (рис. 12.1).

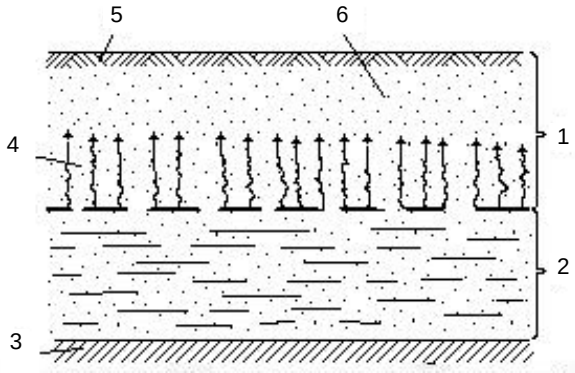

Рис. 12.1. Схема зони аерації: 1 – зона аерації; 2 – зона повного насичення; 3 – водотривкі породи; 4 – шар капілярної кайми; 5 – рослинний шар; 6 – проміжний шар

Рослинний шар знаходиться в самій верхній частині зони аерації. Води, які тут знаходяться, переважно капілярні (капілярно-підвішений тип). Вони тісно пов`язані з атмосферою, містять у собі велику кількість органічної речовини та мікроорганізмів і є джерелом живлення кореневої системи рослин.

Шар капілярної кайми розміщується над горизонтом ґрунтових вод. Утворюється цей шар внаслідок підйому вільної води з насиченої зони

капілярними порами. Потужність капілярної кайми залежить від розмірів пор і визначається висотою капілярного підняття для даних порід. Положення капілярної кайми змінюється в часі залежно від коливання рівня ґрунтових вод.

Проміжний шар знаходиться між шаром капілярної кайми та рослинним шаром. Тут значний об`єм пор і тріщин гірських порід заповнений повітрям із водяною парою.

У проміжному шарі можуть існувати ділянки, де гірські породи повністю насичені водою. Це специфічне гідрогеологічне утворення називається *верховодкою*. Вона являє собою перший від поверхні тимчасово існуючий горизонт безнапірних вод, який має вільну поверхню. Найчастіше вона утворюється на лінзах водотривких порід, що мають у плані обмежене розповсюдження (рис. 12.2). Іноді верховодка може утворюватися на шарах порід із меншою водопроникністю, ніж породи, які її оточують. Тривалість верховодки залежить від розмірів та потужності водотривких порід, які її підстеляють.

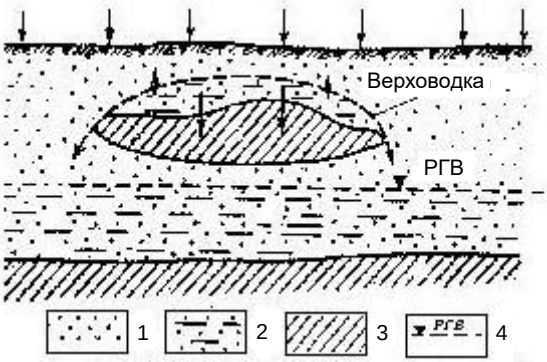

Рис. 12.2. Схема верховодки на лінзі морени: 1 – пісок; 2 – пісок водоносний; 3 – водотрив; 4 – рівень ґрунтових вод

Основним джерелом живлення верховодки є атмосферні опади, а в районах інтенсивної діяльності людини – води антропогенного походження. Витрачається вона на випарування та транспірацію рослинами, частково – на розтікання до країв слабопроникних лінз. Якщо породи, які підстеляють верховодку, відносно водотривкі, деяка кількість води може просочуватися крізь них і йти на живлення ґрунтових вод.

Загальна мінералізація та хімічний склад верховодки дуже непостійні. Як правило, у північних широтах, в умовах збільшеної зволоженості, вода характеризується невисокою мінералізацією. У південних посушливих областях вода верховодки часто буває солонуватою.

Залягаючи неглибоко від денної поверхні, верховодка дуже часто несе сліди забруднення, особливо в районах населених пунктів і підприємств.

Через слабку водозбагаченість, її непостійність, а також невисоку якість води верховодка здебільшого не може бути надійним джерелом водопостачання. У виняткових випадках, якщо немає інших джерел водопостачання, верховодка використовується для цілей питного водопостачання.

4. Умови розповсюдження та залягання ґрунтових вод

Ґрунтовими називаються підземні води, які залягають на першому від поверхні землі досить витриманому по площі водотривкому шарі і утворюють постійно існуючий водоносний горизонт.

Містяться ґрунтові води, головним чином, у четвертинних відкладах і значно рідше в дочетвертинних. Вміщуючі породи можуть бути найрізноманітнішого літологічного складу (гравій, пісок, суглинок, тріщинуваті скельні породи, закарстовані вапняки тощо), але всіх їх об‘єднує те, що вони залягають на першому від поверхні водонепроникному шарі і не мають у покрівлі водотривких шарів. Останній факт визначає характерну особливість ґрунтових вод, яка полягає в тому, що живлення ґрунтових вод за рахунок інфільтраційних (а частково, можливо, і конденсаційних) процесів здійснюється на всій площі їх поширення.

Відносно однорідні за літологічним складом і фільтраційними властивостями пласти гірських порід, які містять у собі ґрунтові води, називаються *ґрунтовими водоносними горизонтами*.

Пласт, який вміщує ґрунтові води, насичений не на всю потужність і не перекривається водотривкими шарами. Рівнева поверхня такого водоносного горизонту називається *дзеркалом ґрунтових вод*. Водонепроникний шар, який підстеляє водоносний горизонт, називається *нижнім водотривом*. Відстань між дзеркалом ґрунтових вод і нижнім водотривом – потужність горизонту (рис. 12.3).

Ґрунтові водоносні горизонти є безнапірними, з відкритою, вільною поверхнею.

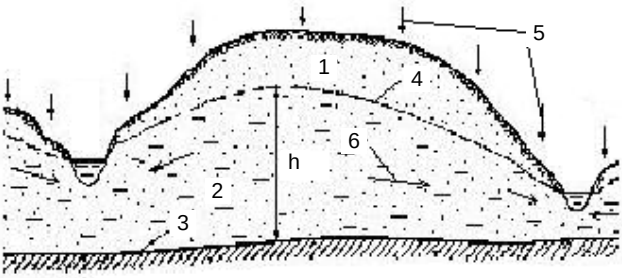

Рис. 12.3. Схема ґрунтового водоносного горизонту:
h – потужність ґрунтового водоносного горизонту; 1 – пісок сухий;
2 – пісок водоносний; 3 – нижній водотрив; 4 –дзеркало ґрунтових вод;
5 – атмосферні опади; 6 – напрямок руху ґрунтових вод

Живлення ґрунтових вод відбувається, в основному, за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Область живлення їх збігається з площею розповсюдження горизонтів.

У більшості випадків, ґрунтові водоносні горизонти залягають неглибоко від поверхні землі, і їх поверхня (дзеркало) слабко повторює рельєф місцевості з нахилом у бік знижень у рельєфі (яри, балки, річкові долини тощо). Рухаються ґрунтові води від ділянок із більш високим рівнем до ділянок із меншим рівнем, утворюючи так званий потік ґрунтових вод.

Розвантажуються ґрунтові водоносні горизонти в різні поверхневі водотоки та водоймища. При цьому вони також виходять на денну поверхню у вигляді *джерел.*

Режим ґрунтових вод непостійний. Положення їх рівнів залежить від кількості атмосферних опадів. У періоди дощів і весняного сніготанення рівні ґрунтових вод піднімаються, у посушливі літні місяці та взимку, коли живлення ґрунтових вод практично припиняється, вони знижуються.

Дзеркало ґрунтових вод у плані (на карті) відображається *гідроізогіпсами* – лініями, які з`єднують точки з однаковими відмітками рівнів води. Карта гідроізогіпс будується на основі лише одночасних вимірювань рівнів води у всіх точках спостережень.

Карта гідроізогіпс дає наочне уявлення про характер залягання дзеркала ґрунтових вод. За цією картою можна визначити напрямок ґрунтового потоку – по лінії, яка проведена перпендикулярно до гідроізогіпс у напрямку зменшення відміток рівня підземних вод (рис. 12.4).

Якщо на карту гідроізогіпс нанести рельєф поверхні землі в горизонталях, то в будь-якій точці такої карти можна визначити глибину залягання ґрунтових вод. Вона являтиме собою різницю між відміткою поверхні землі та відміткою дзеркала ґрунтових вод.

Ґрунтові води звичайно мають гідравлічний зв`язок із водами поверхневих водотоків і водоймищ. Цей зв`язок може бути різним, що встановлюється за характером гідроізогіпс. У районах із вологим і помірним кліматом річкові долини, як правило, дренують ґрунтові води, тобто дзеркало ґрунтових вод має похил до річки, і річкові води живляться за рахунок ґрунтових.

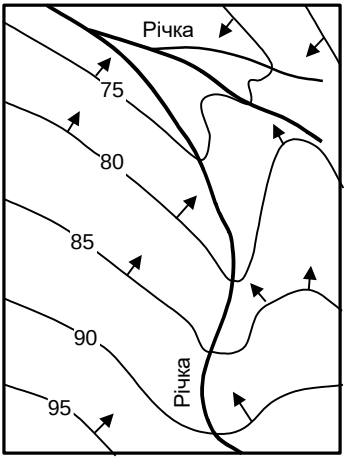

Рис. 12.4. Схема поверхні ґрунтових вод, вираженої гідроізогіпсами (стрілками зазначено напрям руху ґрунтових вод)

У районах із посушливим кліматом рівень ґрунтових вод часто знижується від річки в напрямку її берегів. Тут річкові води витрачаються на живлення ґрунтових вод. При гідравлічному зв`язку ґрунтових вод рівні цих вод у прибережній зоні змінюються протягом року (рис. 12.5). Під час повені, при високому рівні річкових вод у прибережній смузі поверхня ґрунтових вод має спад від річки, вода з річки перетікає у водоносний горизонт. Під час межені ухил ґрунтових вод спостерігається в бік річки (ґрунтові води стікають у річку).

Завдяки майже повсюдному поширенню ґрунтових вод та їх неглибокому заляганню, вони широко використовуються для водопостачання як окремих споживачів, так і великих міст.

Зважаючи на геолого-літологічні і загальнокліматичні умови, характер рельєфу тощо, ґрунтові води в різних областях можуть значно відрізняться за умовами живлення і залягання, водозбагаченістю, хімічним складом та іншими ознаками.

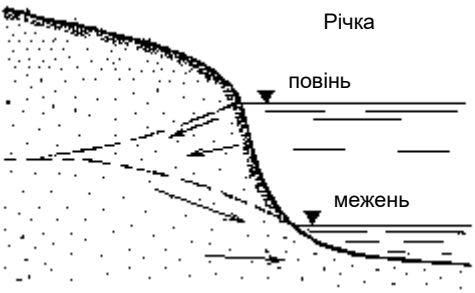

Рис. 12.5. Положення рівня та напрямок руху ґрунтових вод у прибережній зоні при зміні рівня води в річці

Залежно від умов залягання, розповсюдження та формування ґрунтові води, за класифікацією О.М. Овчиннікова, поділяються на види: 1) річкових долин; 2) льодовикових відкладів; 3) степів, напівпустель і пустель; 4) конусів виносу передгірських похилих рівнин; 5) гірських областей; 6) морських узбереж.

5. Ґрунтові води річкових долин

Водоносні горизонти, які пов`язані з річковими відкладами, містять значні ресурси підземних вод. Водовмісними породами є піщано-глинисті алювіальні відклади, в яких ґрунтові води утворюють потоки, які гідравлічно пов`язані з річковими.

Спрямовані потоки підземних вод до русел річок, іноді збігаються з напрямками поверхневих вод (особливо у прируслових частинах).

Живлення вод алювіальних відкладів відбувається за рахунок атмосферних опадів; поглинання на річкових терасах поверхневих вод, які стікають зі схилів долин; підтоку підземних вод з боку інших водоносних горизонтів (рис. 12.6).

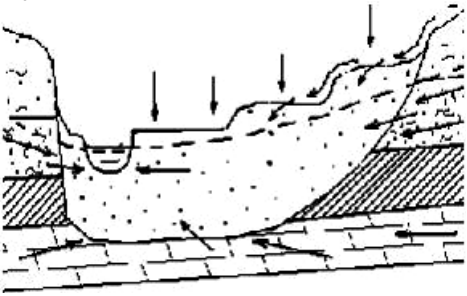

Рис. 12.6. Схема живлення ґрунтових вод річкових долин

Ґрунтові води річкових долин суттєво впливають на річковий стік. У меженний період вони є єдиним джерелом живлення річок.

Глибина залягання підземних вод алювіальних відкладів різна: від 0 до 10 – 12 і більше метрів.

Ґрунтові води річкових долин переважно прісні і за хімічним складом належать до гідрокарбонатного кальцієвого типу.

Зазвичай витрата річок у багато разів перевищує витрату підземного потоку в річкових долинах. Винятком можуть бути гірські річки, де ґрунтові води рухаються в дуже добре відсортованих товщах галечників, які мають високу водопроникність.

Ґрунтові води річкових долин широко використовуються для водопостачання. У сільських районах вони використовуються за допомогою неглибоких свердловин (до 8 м), а у промислових районах та містах – за допомогою систем взаємодіючих свердловин.

Так, наприклад, підземними водами з древніх алювіальних відкладів постачається столиця Індії м. Делі. Тут при глибині свердловин 100-500 м їх дебіт досягає 2000-2500 м^3/доб при зниженні рівня води на 10-12 м.

В Україні підземні води алювіальних відкладів широко використовуються в долинах річок Дніпро, Південний Буг, Тясмин, Случ тощо.

6. Ґрунтові води льодовикових відкладів

Льодовикові відклади утворилися на території древніх зледенінь. Після відступу льодовики залишили відклади найрізноманітнішого літологічного складу, в основному, водопроникні флювіогляціальні піски та відносно водотривкі валунні глини. Вони широко розповсюджені на півночі Європи (Німеччина, Польща, Білорусія, Росія). В Україні ці відклади поширені майже суцільним покривом у північній частині до широти Києва.

Поширення флювіогляціальних пісків пов'язане з давніми жолобами стоку талих льодовикових вод і збігаються з долинами таких великих річок, як Вісла, Одер, Ельба, Півн. Буг, Дніпро, Дон тощо.

Області поширення флювіогляціальних піщаних відкладів знаходяться у сприятливих для накопичення прісних підземних вод кліматичних умовах. Річна сума атмосферних опадів тут перевищує 600-700 мм. За геоморфологічними особливостями це здебільшого слаборозчленовані рівнини. Все це сприяє інфільтрації атмосферних опадів. У північній Німеччині та Польщі ґрунтові води у флювіогляціальних пісках широко використовуються для водопостачання міст і промислових підприємств. Ці води в районі Митищ довгий час були одним із основних джерел водопостачання м. Москва.

Флювіогляціальні відклади розвинуті в північній частині України і виражені дрібно- та середньозернистими пісками. На південь від міст Рівне, Шепетівки, Житомира, Києва флювіогляціальні піски замінюються потужною товщею лесів і лесовидних порід, що залягають на червоно-бурих глинах. На всій площі поширення в північних областях України піски водно-льодовикового походження вміщують досить продуктивний горизонт ґрунтових вод. Ці води широко використовуються для цілей водопостачання в сільській місцевості.

В Україні на всій площі поширення зандрові піски також вміщують досить продуктивний горизонт ґрунтових вод. Глибина залягання горизонту тут залежно від рельєфу місцевості змінюється від 2-3 до 10-12 м. Води цього горизонту широко використовуються для водопостачання в сільській місцевості. Дебіти шахтних колодязів, за допомогою яких добувають цю воду, становлять, як правило, 1,5-2,0 м^3/год.

Проте, при неглибокому заляганні та відсутності водотривких шарів, які перекривають ці водоносні горизонти, ґрунтові води льодовикових відкладів можуть підлягати забрудненню з поверхні землі.

7. Ґрунтові води степів, напівпустель та пустель

Території степів, напівпустель та пустель знаходяться в районах із засушливим кліматом. Незначні атмосферні опади (від 150 до 300 мм/рік) витрачаються, в основному, на випарування і, в незначній кількості, на інфільтрацію. Гірські породи, в основному, четвертинного віку, представлені пісками, лесами, лесовидними суглинками та глинами. Таким чином, умови для накопичення ґрунтових вод у степах і особливо в напівпустелях та пустелях дуже несприятливі.

У степових районах України ґрунтові води містяться в лесових відкладах. Водотривким шаром є більш важкі різновиди лесових суглинків або червоно-бурі глини. Поверхня цього водотриву хвиляста і має численні заглиблення. В них акумулюється вода, що профільтрувалася зверху через лесові породи, утворюючи спорадично обводнені ділянки і де ґрунтові води переважно мають характер верховодок.

Рівень ґрунтових вод найчастіше знаходиться на значній глибині – до 20-30 м, води мінералізовані (5-10 г/дм^3) переважно сульфатного кальцієвого, натрієвого складу. Найбільш сприятливі умови для накопичення підземних вод існують у знижених формах рельєфу. Сюди взимку зноситься сніг та стікають поверхневі води. В цих місцях ґрунтові води залягають на невеликих глибинах і часто мають задовільний хімічний склад.

Леси та лесоподібні породи характеризуються слабкою водовіддачею. Дебіти шахтних колодязів, які експлуатують цей водоносний горизонт, рідко перевищують 10 м^3/доб. Тому ґрунтові води тут використовуються тільки в сільській місцевості для господарсько-побутових потреб.

У пустелях та напівпустелях ґрунтові води характеризуються підвищеною мінералізацією. Глибина залягання ґрунтових вод, залежно від геоморфологічних умов, значно коливається. При великій глибині залягання мінералізація води висока. На ділянках неглибокого залягання спостерігається така закономірність: чим ближче залягають ґрунтові води до поверхні землі, тим вони більш мінералізовані, що пояснюється інтенсивним випаруванням.

У районах розвантаження річок та на зрошувальних масивах поверхневі води фільтруються в гірські породи. Внаслідок цього хімічний склад ґрунтових вод змінюється в бік опріснення. Іноді утворюються прісні води, які плавають на поверхні солоних вод як лінзи. В умовах слабкої рухомості води межа між прісними та солоними водами виражена досить чітко. Води цих лінз широко використовуються для водопостачання.

У Приузбойських Каракумах у Туркменії відкрито декілька лінз прісних вод, з яких найбільш відома Ясханська (походження невідоме). Площа її більше 2000 км^2, потужність 80 м.

На зрошувальних масивах при перевищенні норми подачі води рівні ґрунтових вод дуже підвищуються. Якщо глибина залягання ґрунтових вод менше висоти капілярного підняття, відбувається інтенсивне випаровування води, що призводить до засолення ґрунтів.

8. Ґрунтові води конусів виносу та передгірних похилих рівнин

Ці форми рельєфу утворюються в передгірних районах, у місцях виходу річок з гір. Тут швидкість потоку зменшується, і, внаслідок цього, осідає мінеральний матеріал. У нижній частині конуса виносу і ближче до схилів гір залягає більш грубий матеріал, у верхній частині та далі від ущелин – дрібніший (рис. 12.7).

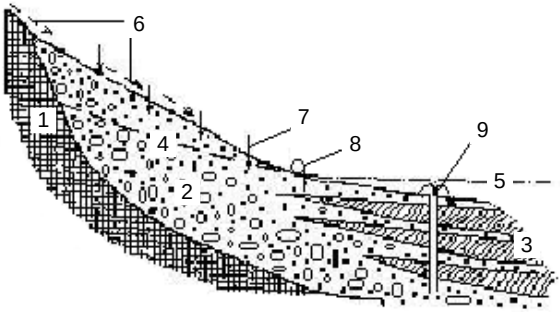

Рис. 12.7. Схематичний гідрогеологічний розріз конусу виносу:
1 – корінне ложе конусу виносу; 2 – гравійно-галечні та піщані відклади; 3 – суглинки;
4 – рівень ґрунтових вод; 5 – п‘єзометричний рівень; 6 – напрям поверхневого стоку;
7 – інфільтрація поверхневих та атмосферних вод; 8 – джерело;
9 – фонтануюча свердловина

Ґрунтові води тут утворюються внаслідок поглинання річкових вод, інфільтрації атмосферних опадів, приплив води з порід корінних схилів гір.

Рівень ґрунтових вод у конусах виносу поблизу гір залягає глибоко, у напрямку до периферії він піднімається вище, і нарешті виходить на поверхню у вигляді численних джерел.

З віддаленням від підніж гірських хребтів умови залягання підземних вод поступово змінюються, і ґрунтові води замінюються артезіанськими. Також змінюється і мінералізація води. Якщо ґрунтові води перед гірськими шлейфами слабко мінералізовані, то в глибоких частинах перед гірськими западинами вони часто бувають високо мінералізованими.

За хімічним складом ґрунтові води у верхній частині конусів виносу є прісними і не відрізняються від річкових. Ближче до периферії конусів виносу рівень води наближається до денної поверхні, зменшується швидкість фільтрації, збільшується випарування і мінералізація води підвищується.

У міру накопичення уламкового матеріалу окремі конуси виносу зливаються в суцільну смугу, утворюючи похилі рівнини, які облямовують підніжжя гір. Умови формування ґрунтових вод тут такі самі, як і в окремих конусах виносу. Води конусів виносу та передгірних рівнин широко використовуються для зрошення та водопостачання за допомогою

окремих свердловин, групових водозаборів та кяризів (підземних водозбірних галерей), які самопливом виводять підземні води на поверхню (рис. 12.8).

Дебіти окремих кяризів сягають 200-300 дм^3/сек.

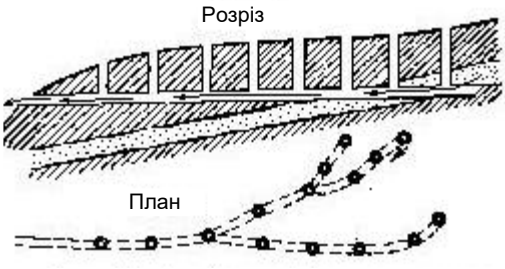

Рис. 12.8. Схема будови кяризу

В Азербайджані, наприклад, існує близько 900 діючих кяризів, водою з яких зрошується до 50 тис. га землі. В Ірані кількість кяризів досягає 300 при загальній їх довжині 15 тис. км. Найбільша глибина головних колодязів, через які при будівництві кяризів подається гірська порода на поверхню, досягає 250 м. Сумарна витрата каптованої кяризами води, становить 560 м^3/с. Цією водою зрошується близько 50 % сільськогосподарських земель і постачається 18000 населених пунктів.

9. Ґрунтові води гірських областей

У гірських областях ґрунтові води поширені в рихлих четвертинних (піщаних і грубоуламкових відкладах), у породах кори вивітрювання, а також у тріщинах та більш крупних тектонічних порушеннях скельних дочетвертинних порід.

Гірські райони характеризуються високою розчленованістю рельєфу та глибокими врізами річкових долин. Внаслідок великих похилів поверхні коефіцієнт поверхневого стоку місцями досягає 0,9. Від цього і рух підземних вод відбувається досить швидко, а в зниженнях рельєфу спостерігаються виходи численних джерел.

Живляться ґрунтові води тут за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і танення льодовиків.

Значні ґрунтові потоки спостерігаються в долинах гірських річок, де алювіальні відклади представлені крупноуламковим матеріалом досить великої потужності. Часто витрати підруслових потоків перевищують витрати річок.

У замкнених міжгірських котловинах спостерігається зменшення глибини залягання ґрунтових вод від крайових частин до центру. У тому ж напрямку змінюється літологічний склад осадових порід у бік зменшення розмірів часток порід (до пісків, суглинків, супісків). Це призводить до збільшення випарування та накопичення в ґрунтових водах солей.

В гірських районах випадає велика кількість атмосферних опадів, а рівень ґрунтових вод знаходиться на значних глибинах, що виключає випаровування, тому підземні води на таких площах є прісними. В центральних же частинах міжгірських котловин випадає менше атмосферних опадів, тому ґрунти тут не промиваються, а неглибоке залягання ґрунтових вод сприяє випаровуванню та накопиченню солей.

10. Ґрунтові води піщаних морських узбереж та островів

На морських узбережжях, які складені дюнними пісками, на окремих ділянках розташовані лінзи прісних ґрунтових вод. Живлення їх відбувається за рахунок проникнення в піски атмосферних опадів. Поверхня ґрунтових вод тут у згладженому вигляді повторює дюнний ландшафт. Прісні ґрунтові води на деякій глибині поступово змінюються солоними (морського походження).

На морських островах і деяких ділянках морських узбереж атмосферні опади накопичуються в піщаних породах у вигляді лінз прісних вод, які залягають на солоних (рис. 12.9). Змішування прісних вод із солоними відбувається шляхом дифузії дуже повільно, тому прісна вода в цих лінзах зберігається тривалий час.

Потужність лінз прісних вод може досягати 3-5 м.

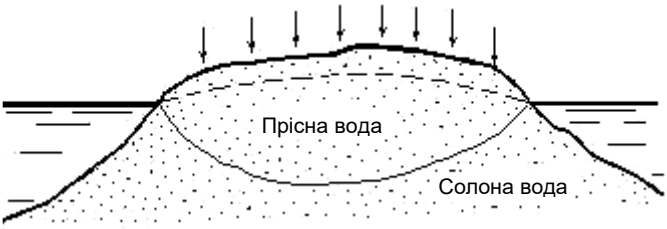

Рис. 12.9. Схема розташування лінзи прісних вод на морських островах

Прісні ґрунтові води дюн широко використовуються для водопостачання міст та селищ у Голландії та на островах Балтійського моря.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке зона аерації?
2. Чим верховодка відрізняється від ґрунтових вод?
3. Дайте порівнювальну характеристику ґрунтових вод річкових долин у рівнинних та гірських регіонах.
4. Чим пояснюється існування лінз прісних ґрунтових вод у постелях та піщаних морських островах.