

## Лекція

### Споруди для приймання води з природних джерел

#### План

1. Джерела водопостачання та їх характеристика.
2. Водозабірні споруди для приймання з підземних джерел.

Вибір вододжерела є найважливішим завданням при проектуванні системи водопостачання, оскільки він визначає характер самої системи, технологічну схему і склад водопровідних споруд, а отже будівельну і експлуатаційну вартість водопровідного комплексу.

До джерел водопостачання ставлять наступні вимоги:

- 1) забезпечення безперебійного отримання необхідної кількості води з урахуванням перспективи зростання водоспоживання;
- 2) можливість подачі води об'єкту з найменшою витратою засобів на її транспортування;
- 3) якість води в джерелі повинна найбільшою мірою відповідати вимогам споживачів або необхідну якість можливо отримати шляхом простого і дешевого очищення;
- 4) достатня потужність для того, щоб отримання з них води не впливало на існуючу екологічну систему.

Використовувані для цілей водопостачання природні джерела можна підрозділити на дві групи: поверхневі джерела - річки, водосховища і озера; підземні джерела - ґрунтові й артезіанські води і джерела (ключі).

Основними чинниками, що впливають на вибір вододжерела, є:

- віддаленість від водозабезпечуваного об'єкта;
- санітарна і гідрологічна характеристика вододжерела (необхідність регулювання річкового стоку і умови його здійснення, якість і кількість води у вибраних джерелах);
- висота підйому води від джерела до об'єкта водопостачання.

В існуючій практиці з поверхневих вододжерел найчастіше використовують річки. Як правило, середні й великі річки за своїм дебітом

задовольняють потреби у воді звичайних об'єктів водопостачання, інакше проводять зарегулювання їх стоку.

Характерними особливостями якості річкової води є її велика каламутність (особливо весною і восени), високий вміст органічних речовин, рослин, часто значна кольоровість води. Річкова вода звичайно має відносно малий солевміст і, як правило, невелику жорсткість. Вода водосховищ і озер характеризується малим вмістом завислих речовин, значною кольоровістю, великою окислюваністю, наявністю планктону в літній час.

Річкам властиві сезонні коливання їх витрати і якості води. Тому при виборі річки як вододжерела слід перевіряти можливість отримання необхідних кількостей води в період найменшого її дебіту з урахуванням зміни контурів її русла. При цьому слід пам'ятати, що в періоди паводків річкова вода характеризується високою кольоровістю і низькою лужністю, великою кількістю завислих речовин, значною бактерійною забрудненістю, що ускладнює її кондиціонування.

Як правило, річкові води відрізняються малим вмістом мінеральних солей, невеликою жорсткістю і при цьому відносно великою каламутністю, високим вмістом органічних речовин, бактерій, часто значною кольоровістю.

Вода озер звичайно має малий вміст завислих речовин. Ступінь мінералізації озерної води різний.

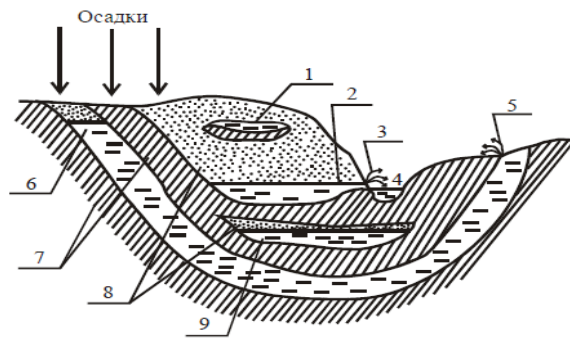
Поверхневі джерела характеризуються значними, іноді дуже різкими коливаннями якості води і кількості забруднень в окремі періоди року. Якість води озер і річок великою мірою залежить від забруднення їх поверхневими стоками і стічними водами міст і промислових підприємств.

Основним чинником, що впливає на вибір місця водозабірної споруди для господарсько-питних цілей, є санітарний стан місцевості, зокрема можливість організації зони санітарної охорони. Тому при виборі джерелом водопостачання річки водозабірні споруди слід розташовувати за течією річки обов'язково вище населених пунктів і промислових об'єктів, які можуть

забруднювати їх. Враховуючи це, іноді доводиться водозабірні споруди відносити на значні відстані від населеного пункту.

Особливу трудність становить використання для цілей централізованого водопостачання гірських річок, що відрізняються не тільки різкими коливаннями дебіту, але і якістю води. Води озер і водосховищ характеризуються великою різноманітністю за ступенем мінералізації, високою прозорістю, кольоровістю і наявністю солей заліза в періоди паводків, високою окислюваністю, наявністю планктону в теплу пору року, низькою мінералізацією, невеликим лужним резервом і малою жорсткістю. Ці особливості якості води водосховищ і озер викликають відомі труднощі при вирішенні завдання поліпшення її якості. Походження, умови залягання і формування підземних вод.

Підземні води утворюються внаслідок проникнення углиб землі атмосферних опадів і поверхневих вод, а також конденсації водяної пари з атмосфери. Вони знаходяться в порожнечах усередині гірських порід. Порожнечі можуть мати форму пір (у пісках, супісках, суглинках, глинах) або тріщин і навіть цілих печер (у вапняках, пісковиках та в інших гірських породах). Підземні води, заповнюючи всі пори тих або інших порід, утворюють так звані водоносні пласти. У тріщинах і печерах вони протікають у вигляді підземних потоків. Водоносний пласт підстилає водотривкий пласт, називаний іноді водотривким ложем, або просто водоупором. Пласти породи, що перекривають водоносний пласт, називаються його покрівлею.



**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

Безнапірні підземні води насичують водоносний пласт не на всю його товщину, а мають вільну поверхню, названу дзеркалом ґрунтових вод. Рівень води в колодязях, опущених в такий пласт, встановлюється на тій же відмітці, на якій вода була зустрінута при розкритті пласта. Тиск над вільною поверхнею ґрунтових вод, тобто на їх дзеркалі, рівний атмосферному.

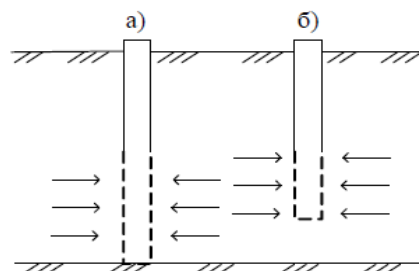
Потужність водоносного пласта визначається шаром водомісткої породи від водоупору до дзеркала ґрунтових вод. Підземні води, які насичують повністю водоносний пласт, покриті зверху

водонепроникними ґрунтами і мають п'єзометричний тиск, називаються напірними або міжпластовими. Напірні води характеризуються підйомом рівня води в колодязях вище за відмітку, на якій вода відзначена при влаштуванні колодязя. Тиск під покрівлею напірного пласта більший за атмосферний.

У місцях виходу водоносних пластів на поверхню землі утворюються джерела або ключі. У верхніх шарах ґрунту іноді зустрічаються води, звичайно називані верховодкою, які характеризуються непостійністю і невизначеністю залягання.

Підземні води, як правило, прозорі й безбарвні, але часто сильно мінералізовані, мають підвищену жорсткість, значний вміст фтору, заліза і т.п. Артезіанські води, перекриті зверху водонепроникними породами, захищені від надходження проникаючих з поверхні землі забруднених стоків і тому мають високі санітарні якості. Такі ж якості мають і джерельні води.

Разом з тим підземні води часто сильно мінералізовані, тобто містять велику кількість розчинених солей.



*Рис. 2.2* - Схема досконалого (а) і недосконалого (б) трубчастого колодязя

## 2. Споруди для приймання води з природних джерел.

**Водозабірні споруди з підземних джерел.** Вживані в практиці водопостачання типи споруд для отримання підземних вод можна підрозділити на такі типи:

- трубчасті колодязі;
- шахтні колодязі;
- горизонтальні водозбори;
- променеві водозбори;
- споруди для каптажа джерел.

Використовуваний тип водозабірних споруд залежить від глибини залягання і потужності водоносного пласта, умов залягання (характеру ґрунтів, наявності, тиску в пласті і т.п.).

Трубчасті колодязі споруджують шляхом буріння в землі вертикальних циліндрових каналів - свердловин. У більшості порід стінки свердловин укріплюють обсадними трубами (сталевими, азбестоцементними, поліетиленовими), що створюють трубчастий колодязь. У межах водоносного горизонту для можливості прийому води з ґрунту колодязь виконують з перфорованих труб, обладнаних спеціальним фільтром.

Трубчасті колодязі застосовують при глибокому заляганні водоносних пластів і їх значній потужності. Характерною особливістю трубчастих колодязів є малий діаметр і відносно велика довжина водозабірної частини колодязя. Трубчасті колодязі використовують для отримання підземних вод

як безнапірних, так і напірних. Колодязь може бути доведений до підстилаючого водотривкого пласта - досконалий колодязь або закінчуватися в товщі найводоноснішого пласта - недосконалий колодязь. Для водопостачання крупних об'єктів споруджують декілька трубчастих колодязів, що об'єднуються в загальну систему водозбірних споруд.

У трубчастому колодязі розрізняють такі елементи (рис.2.3):

- водоприймальну частину (фільтр), яка служить для прийому води з водоносного горизонту;
- стовбур (або водопідіймальна частина), тобто глуху частину свердловини, по якій підіймається вода;
- гирло, вихідна частина колодязя, відповідним чином обладнана; вона розташовується в колодязі або спеціальному павільйоні.

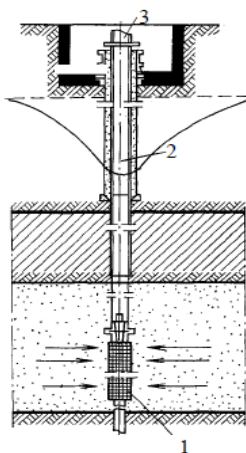


Рис. 2.3 - Елементи трубчастого колодязя:  
1 - фільтр; 2 - стовбур;  
3 - гирло

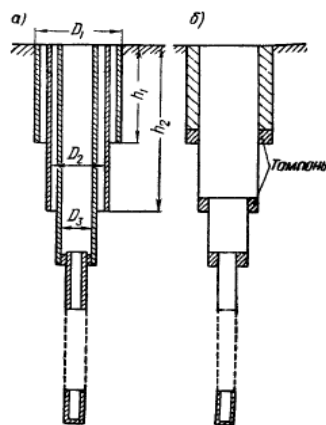


Рис. 2.4 - Схема трубчастого колодязя під час (а) і після (б) буріння

При значній глибині залягання водоносних порід досягти їх однією обсадною трубою не вдається, зважаючи на значне зростання опору при зануренні обсадних труб. Тоді послідовно використовують обсадні труби діаметра, що поступово зменшується. У цих умовах колодязь набуває телескопічного вигляду (рис. 2.4). Верхня частина колони обсадних труб повинна виступати над підлогою павільйону або заглибленої камери, де розташовується гирло свердловини, не менше ніж на 0,5 м. При цьому габарити павільйону в плані при висоті не менше 2,5 м повинні бути достатніми для розміщення електрообладнання і контрольно-вимірювальних

приладів. Оголовок свердловини повинен мати герметизацію, що виключає проникнення в міжтрубний простір забруднень.

Рівень води в колодязі за відсутності з нього водовідбору називається статичним. Для безнапірних підземних вод він відповідає рівню води у водоносному пласті. Для напірних підземних вод статичний рівень в колодязі вище за рівень води водоносного горизонту в даному місці, оскільки вода знаходиться у водоносному горизонті під тиском. При постійному відбиранні води з колодязя статичний рівень в ньому починає знижуватися і через деякий час встановлюється на певному горизонті, названому динамічним. Чим інтенсивніше водовідбір, тим нижче встановлюється динамічний рівень. Після припинення відкачування вода в колодязі знову піднімається до статичного рівня.

Шахтні колодязі (рис. 2.5) виконують з бетону, залізобетону, цегли, буту і дерева. Вони застосовуються для прийому безнапірних вод, при відносно невеликій глибині їх залягання (приблизно до 40 м). Найчастіше шахтні колодязі не доводяться до водоупору (колодязі недосконалого типу). Тоді вони приймають воду в основному через днище і частково через отвори в стінках. Шахтні колодязі мають значну площу поперечного перетину і малу довжину вертикальної частини. На дні шахтних колодязів для запобігання попаданню в них частинок ґрунту укладають піщано-гравійний фільтр. У крупних системах водопостачання для прийому необхідних кількостей води звичайно влаштовують не один, а декілька шахтних колодязів.

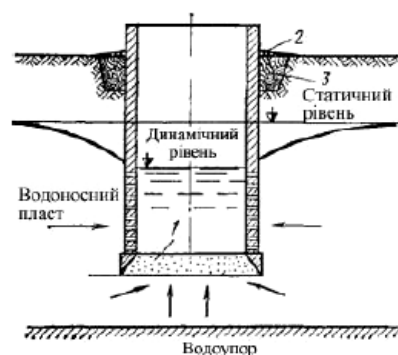
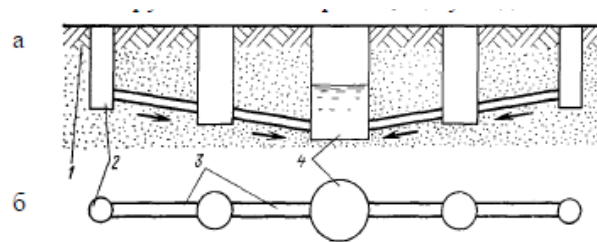


Рис. 2.5 - Схема шахтного колодязя:  
1 – фільтр; 2 – відмостка;  
3 – глиняний замок

Горизонтальні водозбори (рис. 2.6) споруджують при невеликій глибині залягання водоносного пласта (до 5-7 м) і малій його потужності. Вони є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водоносного пласта, перпендикулярно до напрямку ґрунтового потоку. Навколо дренажних труб або галерей укладають гравієві фільтри. Вода, що поступає з ґрунту в дренажні труби або галереї, відводиться по них в збірний колодязь (резервуар), звідки відкачується насосами. На водозбірних лініях через кожні 25 м встановлюють оглядові колодязі.



*Рис. 2.6* - Схема горизонтального водозбору:  
 а – розріз; б – вид зверху;  
 1 – статичний рівень підземних вод; 2 – контрольні оглядові колодязі;  
 3 – дренажні труби; 4 – водозбірний колодязь

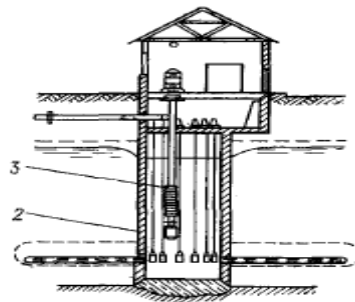
Променевий водозабір (рис. 2.7) є водопримальною спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водоносних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодязя. Дрени можуть розташовуватися як уздовж берега річки (у водонасичених ґрунтах), так і під самим її руслом. Променеві дрени виконують з перфорованих сталевих труб і встановлюють способом продавлювання з шахтного колодязя.

Ключі (джерела) підрозділяють на дві групи: висхідні й низхідні. Висхідні ключі утворюються при проникненні в поверхневі шари ґрунту розташованих нижче напірних вод в результаті порушення міцності перекриваючих їх водонепроникних порід. Низхідні ключі утворюються в результаті виклинювання на поверхню землі безнапірних водоносних пластів, що покоються на водонепроникних породах. Споруди для прийому джерельних вод одержали назву каптажних споруд, а процес збору джерельної води - каптажу джерел (ключів).



Для каптажу висхідних ключів (рис. 2.8, а) водоприймальні споруди виконують у вигляді резервуара або шахти, які споруджують над місцем найбільш інтенсивного виходу джерельної води. У тому випадку, коли корінні породи, через які поступає джерельна вода, покриті невеликим шаром наносного ґрунту, його видаляють. Коли корінні породи представлені щільними тріщинуватими утвореннями, їх поверхня повинна бути розчищена і, якщо спостерігається винесення частинок піску, перекрита шаром гравію. Якщо вода виходить з піщано-гравелистих порід, для каптажної споруди обов'язковим є влаштування зворотного гравієвого фільтру.

Каптаж низхідних ключів (рис. 2.8, б) здійснюють шляхом влаштування водоприймальних камер, що розташовуються в місці найбільш інтенсивного виходу джерельної води. Іноді для повнішого захоплення води влаштовують споруди у вигляді перемичок, підпірних стінок і т.п. перпендикулярно до основного напрямку руху води для її перехоплення і передачі до приймальної камери. Іноді уздовж цих перемичок укладають горизонтальні водозбірні труби або галереї, які збирають воду і тим полегшують її передачу до приймальної камери.



**Рис. 2.7 - Схема променевого водозабору:**  
 1 — перфоровані сталеві променеві дрени;  
 2 — залізобетонний шахтний колодезь; 3 — занурений насос