

Тема 5. Використання сучасних водних технологій в роботі підземних водозабірних споруд

1. Особливості роботи підземних водозабірних споруд.
2. Основні проблеми, що підлягають розв'язуванню для поліпшення роботи споруд при заборі води з підземних джерел.
3. Шляхи поліпшення роботи спеціальних водозаборів.

1. Улаштування водозабірних вузлів та їх окремих компонентів залежить від умов залягання, потужності, глибини та геологічної будови водоносних горизонтів, гідравлічних характеристик підземного потоку-напору, швидкості та напрямлення його руху. В залежності від конкретних умов для приймання підземних вод можуть бути застосовані споруди слідуючих основних типів: вертикальні, горизонтальні, комбіновані, променеві водозабори та каптажі. Вертикальні водозабори – це трубчаті бурові колодязі (свердловини) та шахтові колодязі. Свердловини застосовують при глибокому заляганні водоносних пластів (більше 10 м) та значній їх потужності (більше 5-6 м). В конструкції свердловини необхідно передбачити можливість проведення замірів дебіту, рівня та відбору проб, також виробництва ремонтних робіт. Для закріплення свердловини застосовують обсадні сталеві муфтові та електрозварні труби.

Вертикальні водозабори – це трубчаті бурові колодязі (свердловини) та шахтові колодязі. Свердловини застосовують при глибокому заляганні водоносних пластів (більше 10 м) та значній їх потужності (більше 5-6 м). Схема улаштування вертикального трубчатого колодязя показана на мал.3.11.

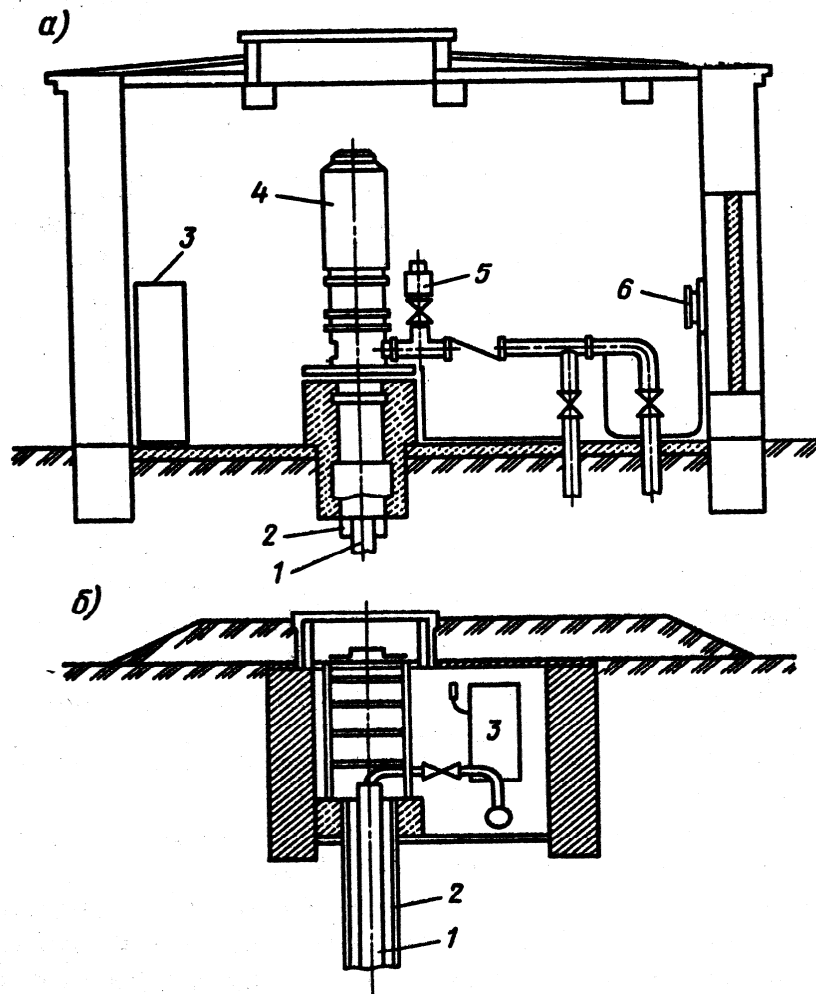


Рисунок 5.1 – Вертикальний трубчатий колодязь

а) наземний павільйон; б) підводна камера;

1- водопідйомний трубопровід; 2 – обсадна труба; 3- шафа електроуправління; 4- електродвигун насосу; 5 – вантуз; 6 – дифманометр витратовимірювача

При проектуванні водозабірних свердловин необхідно враховувати умови взаємодії з діючими або проектуємими водозаборами.

В конструкції свердловини необхідно передбачити можливість проведення замірів дебіту, рівня та відбору проб, також виробництва ремонтних робіт.

Для закріплення свердловини застосовують обсадні сталеві муфтові та електрозварні труби. Для закріплення свердловини глибиною до 250 м допускається застосування неметалевих труб з обов'язковою затрубною

цементациєю. При улаштуванні свердловин у нестійких грунтах необхідно встановлювати фільтри, які попереджають занесення у свердловини частин ґрунту.

Шахові колодязі призначені для забору води з перших від поверхні безнапірних та малопотужних водоносних пластів на глибині до 30 м. Колодязі виконують круглої у плані форми діаметром $d = 1,0$ м. Стіни виготовляють з цегли, буту, бетону, залізобетону, дерева (мал. 3.12).

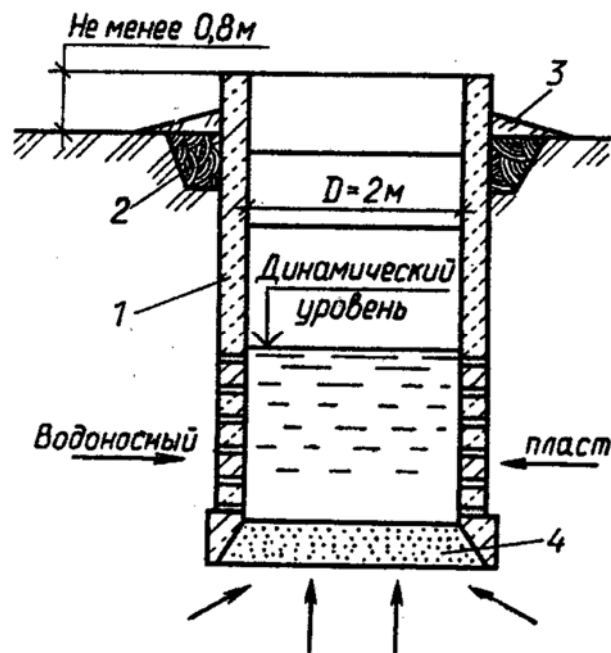


Рисунок 5.2 – Шаховий колодязь

1 – залізобетонні кільця; 2 – глиняний замок; 3 – відмостка; 4 – фільтр

Променеві водозабірні споруди застосовують для прийому води з пластів невеликої потужності (до 10 м), які залягають на глибині до 50 м від поверхні.

Шахта такого водозбору представляє собою бетонний або водозбірний колодязь діаметром 1-6 м, об'єм якого повинен бути достатнім для створення умов буріння горизонтальних свердловин, розміщення водопідйомного обладнання, накопичення запасу води та розташування наземного павільйону. Горизонтальні фільтрові промені виконують із сталевих перфорированих труб діаметром 80-250 мм та довжиною 5-80 м. Промені встановлюють методом

буріння або продавлення. Випускні кінці горизонтальних свердловин повинні бути вище дна шахти на 1-2 м (мал.3.13).

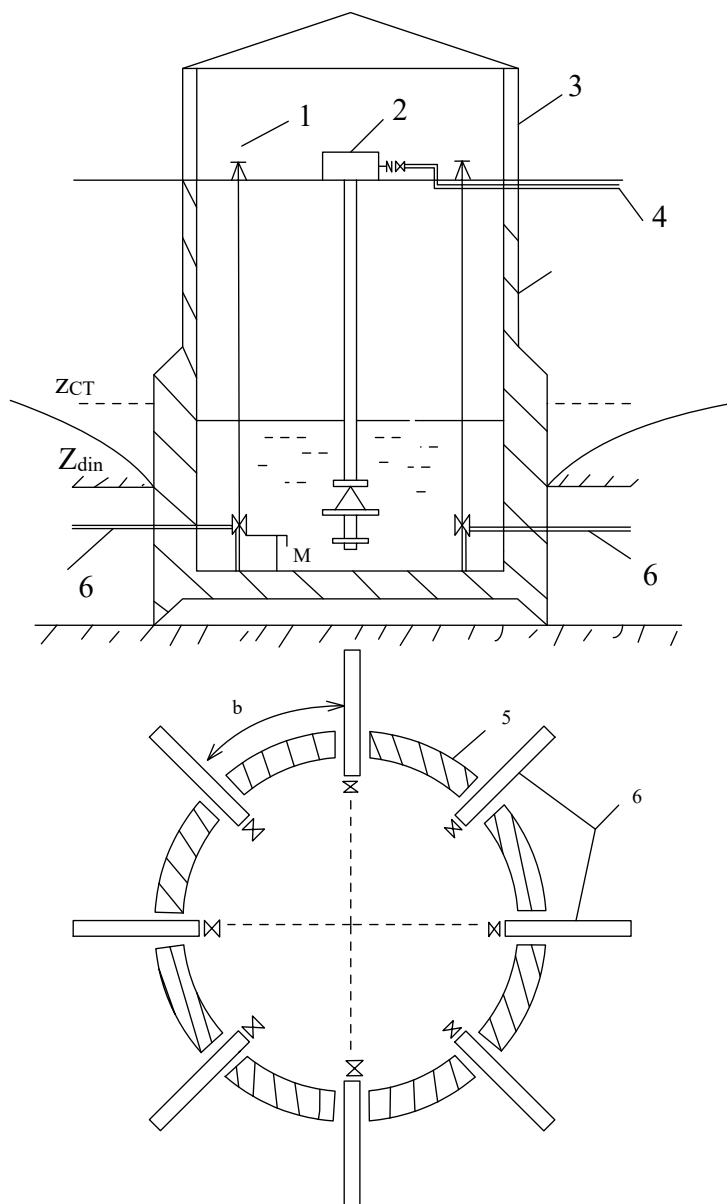


Рисунок 5.3 – Схема променевого водозбору

1 – механізм управління засувками; 2 – електродвигун; 3 – наземний павільйон; 4 – трубопровід напірний; 5 – шахта; 6 – горизонтальні водозбірні труби

Місто Брюссель (Бельгія) і його пригороди на 70% живляться з підземних джерел, що розташовані на різній глибині на території близько 3 тис.км². Розходження умов забору води обумовили різноманіття водозабірних споруд, розташованих у 27 пунктах. Підземна вода забирається як з вироблених кар'єрів і шахт, так і зі спеціальних споруд, включаючи

каптажні пристрої для захоплення спадних джерел, інфільтраційні галереї, шахтні колодязі, променеві водозабори і кущі артезіанських свердловин.

Усього для забору підземних вод побудовано 30 кущових і одиночних водозаборів. У 21 з цих споруд вода відповідає вимогам стандарту якості питної води. Найбільший дебіт (52 тис.м³/доб) мають інфільтраційні галереї, які влаштовані в схилах вапнякових пагорбів у Модаві. На інших водозаборах вода вимагає обробки. Поверхнева вода р. Маас також забруднена і вимагає очищення.

Інфільтраційні галереї, як правило, виконані перетином 1,2×1,8 м і розташовані на глибині 60 м і більше. На водозборі Модав довжина галерей перевищує 6 км. Свердловини, які просвердлені в піщаних породах, мають діаметр від 400 до 1000 мм і глибину до 60 м. Фільтри виконані з гравійним обсіпанням у два шари. На деяких водозаборах, що експлуатують водоносний горизонт у пісках, використовують шахтні колодязі з бетонних елементів внутрішнім діаметром 2,5 м.

Свердловини у вапняках мають діаметр 550 мм і глибину близько 50 м. Найглибші свердловини (до 400 м) виконані в крейдових відкладеннях. Обсадні труби мають початковий діаметр 800-1000 мм. Фільтри виконані з перфорованих труб.

У відкладеннях вапняку північніше м. Намюра розташовані вироблені шахти, де раніш добували пірит (залізний колчедан). Штреки цих шахт використовують як інфільтраційні галереї. Глибина їх закладення - близько 130м.

Поряд із шахтами для забору води використовують стародавні кар'єри, у яких колись добували чорний мармур. Один з таких кар'єрів об'ємом 400 тис.м³ знаходиться в м. Лінії, три кар'єра об'ємом 2 млн.м³ – у м. Екосена.

На заплавної терасі р. Маас у Івуар-Шампаля і Бен-Ахена, яка складена до глибини 10 м алювіальними піщано-гравійними відкладеннями, забір води здійснюється групами шахтних колодязів, у тому числі з горизонтальними променями. Променеві водозабори мають шахти діаметром по 3,0 м із двома ярусами променів. У кожному ярусі знаходиться шість променів довжиною 12-30 м. Над шахтами влаштовані павільйони, у яких розміщене устаткування.

Подача води зі свердловин і колодязів здійснюється глибинними насосами.

Джерелом водопостачання Будапешта служить ґрунтова інфільтраційна вода р. Дунай, а також річкова й артезіанська вода. Інфільтраційна вода надходить з галечникових і гравелистих відкладень. Вона характеризується гарною якістю і не вимагає обробки. Водонесні шари залягають на глибині 6-12 м. Для забору цієї води використовуються 43 шахтних променевих водозаборів. Кущі колодязів і променевих водозаборів, обладнаних глибинними насосами, розташовані по берегах островів Сентендре і Чепель. Забір поверхневої води здійснюється водоприймачем берегового типу.

Джерелом водопостачання м. Варшава є води р. Вісла. У місті – два комплекси головних споруд: право- і лівобережний. На правому вода забирається насосами I підйому і подається на очисну станцію продуктивністю 480 тис.м³/доб.

На другому комплексі забір здійснюється з підруслового потоку променевим водозабором у вигляді шахти і 15 горизонтальних променів діаметром 300 мм і довжиною близько 100 м кожний. Промені виконані з перфорованих сталевих труб із щілинами шириною 1,2 і 3 мм. Верхню частину шахти використовують під насосну станцію I підйому. З берегом водоприймач з'єднаний тунелем.

Відень забезпечується в основному джерельною водою з двох високогірних водопроводів, а також підземною водою, що відбирається в межах міста, і в невеликій кількості – поверхневою водою з водоймищ. Сумарна продуктивність джерельних водопроводів складає 430 тис.м³/доб. Джерельна вода виходить із тріщинуватих крейдових і доломітових порід. Забір її здійснюється за допомогою каптажних споруд. Її відносна витрата складає 80,3% від загальної витрати міста. Навколо водозаборів організовані зони санітарної охорони: на першому високогірному водопроводі площею 24 тис.га, на другому – 53 тис.га.

Підземна вода, використовувана для водопостачання, знаходиться в делювіальних відкладеннях долини р. Дунаю. Вона забирається свердловинами і променевими водозаборами, обладнаними глибинними насосами. Променеві водозабори в південно-східній парковій зоні Відня мають шахти глибиною 10-12 м. Ґрунтова вода залягає в гравійно-галечникових відкладеннях із включенням каменів на глибині 2,5-3 м від поверхні. Із шахти виходять 12 променів з перфорованих труб діаметром

200 м і довжиною 20 м. Кожна шахта обладнана трьома насосами, з яких один резервний.

Місто Гамбург забезпечується підземними водами з водоносних шарів, що залягають на глибині 5-20 м. Для забору води пробурено 210 колодязів, згрупованих у 20 куцах навколо міста. Найбільш далекий з цих куців знаходиться на відстані 65 км від міста.

У системі водопостачання Лондона вода забирається п'ятьма водоприймачами з р. Темзи і трьома з р. Лі (припливу Темзи). Крім того, частина води (13% загальної витрати) забирається з підземних джерел. Система обслуговує територію в 1400 км² з населенням близько 6 млн.люди. Вода з Темзи і Лі відбирається відкритими каналами, проходить через грубі ґрати і по каналах і тунелях підводиться до насосних станцій I підйому, які подають воду в прибережні водоймища (у системі водопостачання їх 39). Самі великі з цих водоймищ Райсбурі і Датчет. Водоймище Датчет має площу дзеркала 192 га при найбільшій глибині 23 м і корисному об'ємі 37 млн.м³. Вода надходить у водоймище через баштовий вхідний оголовок, який обладнано циркуляційними насосами і струминними випусками для запобігання застоювання води (рис. 24).

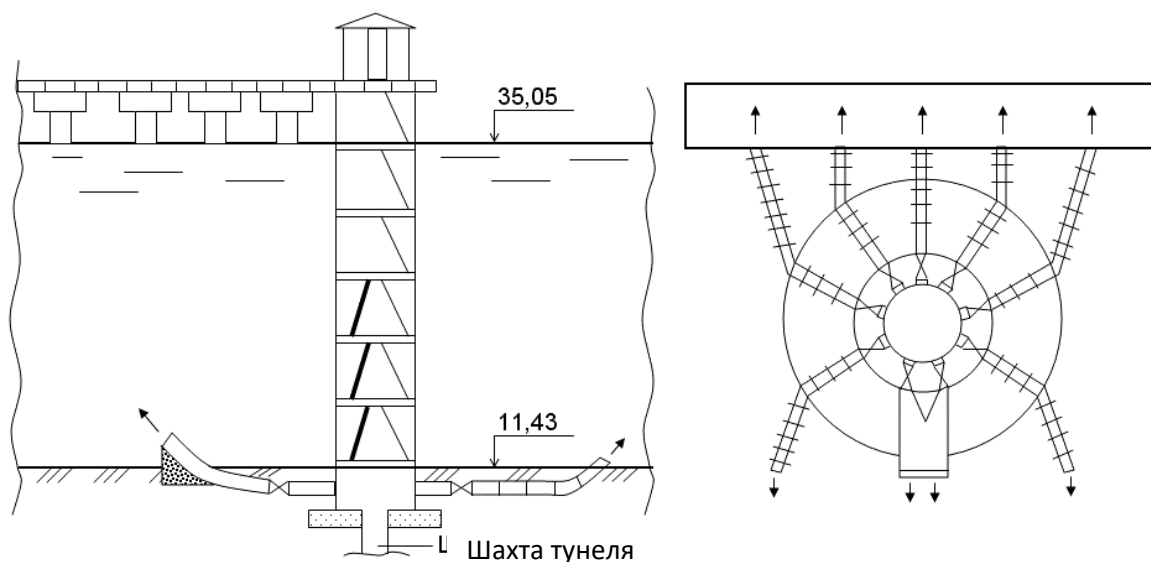


Рисунок 5.4 – Вхідний оголовок на водоймище Датчет

Для забору води з водоймища служить інший баштовий оголовок з вікнами на різних глибинах. Вікна відкриваються і закриваються автоматично

по командах комп'ютера в залежності від контрольованих параметрів якості води.

Водоймища використовуються для попереднього поліпшення якості води. Вони зв'язуються між собою тунелями і водоводами для сезонного усереднення якості води і підвищення надійності.

Інші водозабори аналогічні, а водозабори з підземних джерел традиційні.

Рим забезпечується водою в основному з підземних джерел, і лише при пікових навантаженнях і в умовах зниження їх дебіту використовуються поверхневі водянні джерела. Найбільш великі водозабори підземних вод об'єднані в чотири системи подачі води (табл. 8).

Таблиця 8 – Системы подачі м. Риму

Показник	Название систем			
	Песчієра-Капоре	Марсія	Верджине	Аппія, Александрино
Продуктивність, тис.м ³ /доб	1100-1300	300-500	210	210

Каптаж Песчієра складається з двох різних споруд. Перше – це система водозбірних галерей у товщі гори Нурія загальною довжиною 1500 м; деякі з яких з'єднані з природною каверною, наполовину заповненою джерельною водою. Позначка рівня води на виході з галереї дорівнює 412,80 м над рівнем моря.

Друга споруда – це система дренажних перфорованих труб, покладених під руслом р. Песчієра на позначці 408,30 м. Вода, що надходить у ці труби збирається в колодязь і перекачується на кілька метрів вище в колектор від першої споруди, що з'єднана з тунельним водоводом, по якому вода направляєється до гідровузла Салісано. При цьому подача насосів регулюється так, щоб загальна витрата води по тунельному водоводу не перевищуючи розрахункової пропускної здатності в 9,5 м³/с. У насосній станції встановлені 4 вертикальних пропелерних насоси з приводом від електродвигунів з перемінною частотою обертання. Керування роботою насосів - дистанційне.

Від водорозбірних споруд вода по тунельному водоводу надходить на гідровузол Салісано самопливом.

Каптаж Капорі розташований на відстані близько 20 км до південно-заходу від каптажу Песчієра й у 7 км на схід гідровузла Салісано. Він виконаний у закруті р. Фарфа, яку для цього відвели убік і на її старому руслі пробурили ряд свердловин діаметром 800 мм і глибиною до 160 м. Вода вільно виливається в збірний басейн, рівень води в який має позначку близько 249 м над рівнем моря. Продуктивність каптажу знаходиться в межах 4-5,5 м³/с. З цього каптажу вода також подається на гідровузол Салісано, для чого прокладений самостійний тунельний водовід.

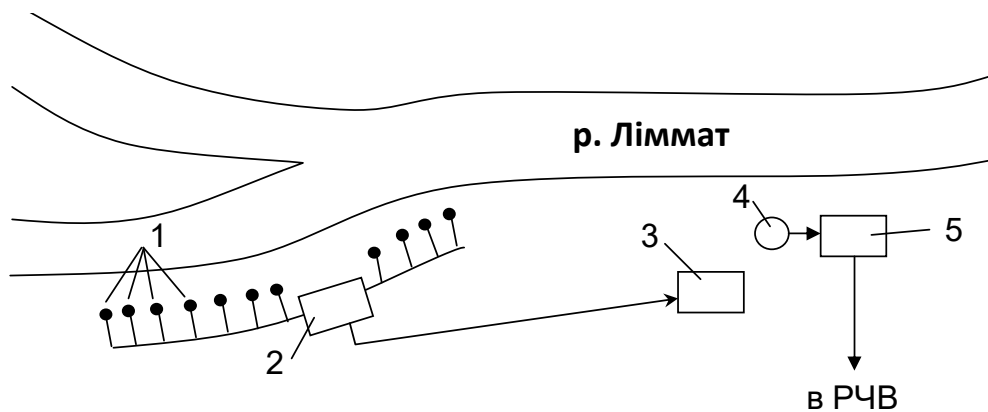
Гідровузол Салісано включає підземну ГЕС, обвідні тунелі і водоводи з камерами переключень і скидні шахти. ГЕС розташована на висоті 157 м над рівнем моря, а тунельні водоводи від водозаборів Песчієра і Капорі на проході до ГЕС розташовані відповідно на 240 м і 880 м вище. ГЕС виробляє 180 млн.квт-ч електроенергії в рік.

При раптовому виході гідротурбіни з ладу потік автоматично переключається на обвідну лінію, по якій надходить у нижню частину тунельного водоводу. Керування гідровузлом дистанційне. Від гідровузла вода до міста подається самопливом по двох водоводах.

Водопостачання Цюріха (Швейцарія) здійснюється з підземних джерел і з Цюріхського озера (станція Ленг), льодовикового походження.

Вода з озера забирається через сітчастий оголовок діаметром 3200 мм, розміщений на глибині 32 м від поверхні води і на висоті 16 м від дна озера. У береговий колодязь вода подається сталевією трубою діаметром 1600 мм. Насосна станція обладнана насосами продуктивністю 2300 м³/год при напорі 62 м.

Водопровідна станція Хардгоф використовує підземну воду, яку одержують з подруслового потоку р. Ліммат. Схема водозабору показана на рис. 25. Для забору води уздовж берега пробурено 29 свердловин, з яких вода насосною станцією подається в інфільтраційний басейн. У районі інфільтраційного басейну вода забирається променевим водозабором і зональною насосною станцією подається в РЧВ.



- 1 – свердловини;
- 2 – насосна станція;
- 3 – інфільтраційний басейн;
- 4 – променевий водозабір;
- 5 – зональна насосна станція.

Рисунок 5.5 – Спрощена схема водозабору зі штучним поповненням підземних вод

Перед подачею води в інфільтраційні басейни вона хлорується (доза хлору до 1,5 мг/л). Басейни обладнані аераторами, на дно насипане фільтруюче завантаження з гранульованого активованого вугілля шаром 10 см, кварцового піску і гравію (по 100 см). Крім того, у кожному басейні є по чотири нагнітальних свердловини глибиною до 20 м. Всього мається 3 басейни загальною площею 1,2 га. Для забору води передбачено 4 променевих водозаборів (3 робочих і 1 резервний). Шахти променевих водозаборів мають діаметр 4 м і глибину 20-25 м. Промені діаметром 30 мм розташовані в два яруси і мають загальну довжину близько 300 м.

Каптажі підземних джерел – традиційні.

Водопостачання м. Токіо базується на поверхневих водах зарегульованих рік Тоне, Едо, Тамма і Сагамі. З зарегульованих рік вода забирається шістьма русловими водоприймачами роздільного типу з баштовими оголовками (крибами), що з'єднуються з берегом мостами, і чотирма пригребельними водоприймачами. Для забору підземної води використовуються три променевих водоприймачі. Загальна продуктивність водозаборів 6232 тис.м³/доб.

Чикагський водопровід обслуговує місто і 74 приміських селищ. Вода з оз. Мічиган забирається трьома водоприймачами типу криб і двома

береговими водоприймачами і по тунелях надходить у насосні станції I підйому, що подають її на водоочисні станції «Південна» і «Центральна». Берегові водоприймачі відключаються в періоди погіршення якості озерної води (близько 2 місяців на протязі року). Береговий водоприймач має чотири вікна з поворотно-дисковими затворами, перед якими на весняно-літній період встановлюють рибозахисні сітки з нейлону.

На Південній станції на I підйомі встановлені дев'ять насосів продуктивністю 9,5-26 тис.м³/год з напором 6,7 м.

На центральній станції на I підйомі встановлені 8 вертикальних насосів, 6 з яких мають продуктивність по 41 тис.м³/год і два по 27 тис.м³/год при напорах 7,6 м.

Аналіз роботи реальних водозаборів з поверхневих джерел дозволяє сформулювати наступні основні проблеми, що підлягають рішенню для поліпшення їхньої роботи:

- Збільшення пропускної здатності водоприймачів при зниженні їх забруднювання.
- Удосконалювання методів рибозахисту в напрямку їхньої надійності й ув'язування з технологією забору води.
- Забезпечення стійкої роботи водозаборів протягом року.
- Спрощення експлуатації ґрат і сіток.
- Удосконалювання методів видалення осаду з прийомного відділення і відділення всмоктувальних труб берегового колодязя.
- Удосконалювання конструктивних рішень берегових колодязів.
- Удосконалювання затоплених водоприймачів руслових водозаборів.
- Підвищення ефективності промивань самопливних і сифонних ліній.
- Розробка ефективних методів кріплення самопливних і сифонних ліній для виключення їх спливання в аварійних умовах.
- Удосконалювання технології монтажно-такелажних робіт у водозаборах сумісного типу.
- Удосконалювання технічного забезпечення зон суворого режиму.

Поліпшення роботи водозаборів з підземних джерел припускає рішення наступних задач:

- Поповнення запасів підземних вод.
- Удосконалювання методів захисту підземних вод від забруднення.
- Створення надійних і високоефективних фільтрів.
- Оцінка динаміки гідравлічних характеристик ґрунтових вод.
- Удосконалювання методів розрахунків водозборів із груп взаємодіючих свердловин і визначення оптимальної відстані між свердловинами.
- Удосконалювання техніки підйому води зі свердловин.

Поліпшення роботи спеціальних водозаборів визначається їхніми особливостями, вимогами споживачів і економічних можливостей. Так, наприклад, при малих глибинах «особливість» водозаборів усувається будівництвом греблі і водоймища. Водозабори з гірських рік вимагають рішення тих же проблем, які привели до розробки їхньої конструкції.

Плавучі водозабори особливо розповсюджені в промисловості й у сільському господарстві. Основна проблема, яку треба вирішувати в плавучих водозаборах - зменшення точок стояння і точок подачі при необхідній надійності системи водопостачання.

Питання для повторювання

1. З яких елементів складається типова схема підземного водозабору?
2. Чим відрізняються оригінальні схеми водозаборів від типових?
3. Які проблеми виникають в роботі водозабірних споруд?
4. Які заходи застосовують для поліпшення роботи водозабірних споруд?
5. Як контролюється робота водозабірних споруд з підземних джерел?

