**1.5 Системи водопостачання та водовідведення**

Під системою водопостачання маємо на увазі комплекс взаємопов’язаних споруд, призначених для водозабезпечення будь-якого об’єкта чи групи об’єктів. Система водопостачання, що забезпечує водою окремі райони або групи населених пунктів, або групи промислових об’єктів, називається районною чи групової системою водопостачання.

Централізована система водопостачання населеного пункту чи промислового підприємства повинна забезпечувати приймання води з джерела, її кондиціонування (якщо це необхідно), транспортування і подачу до всіх споживачів під необхідним тиском. З цією метою в систему водопостачання повинні бути включені: водоприймальні споруди, призначені для отримання води з природних джерел; насосні станції, що створюють напір для передачі води на очисні споруди, в акумулюючі ємності або споживачам; споруди для обробки води; резервуари і водонапірні башти, що є запасними і регулюючими ємностями; водоводи і водорозподільчі мережі, призначені для передачі води до місць її розподілу і споживання.

Послідовність розташування окремих споруд системи водопостачання та їх склад можуть бути різними залежно від призначення, місцевих природних умов, вимог водоспоживачів або виходячи з економічних міркувань. Так, регулююча ємність може бути розташована в різних точках території об’єкта в залежності від поєднання планування об’єкта і рельєфу місцевості. Якщо очисні споруди та резервуари чистої води розташовані на досить високих відмітках місцевості, очищена вода може передаватися споживачеві по водоводах самопливом, тобто потреба в насосній станції II підйому відпадає. При використанні підземних артезіанських вод, що не потребують кондиціонування, система водопостачання об’єкта спрощується за рахунок виключення очисних споруд. Для правильного вибору системи та джерела водопостачання необхідно мати дані про водоспоживання, знати вимоги, що висуваються до якості води, мати відомості про напір, під яким вона повинна подаватися споживачеві, знати характеристику наявних природних вододжерел в районі проектування і т. д. Значною мірою система водопостачання залежить від вибраного вододжерела: його характеру (поверхневий чи підземний), потужності, якості води, відстані, на яку він віддалений від водоспоживачів, і под.

Всі системи водопостачання можна класифікувати за такими основними ознаками:

 за видом використання природних джерел – водопроводи, які отримують воду з поверхневих джерел (річкові, озерні, морські і под.), з підземних джерел (артезіанські, джерельні і под.), і водопроводи змішаного живлення (при використанні різних видів вододжерел);

 за призначенням - водопроводи комунальні (міст, селищ), залізничні, сільськогосподарські, виробничі, які в свою чергу поділяються за галузями промисловості (водопроводи хімічних комбінатів, теплових електростанцій, металургійних заводів і под.);

 за територіальною ознакою - локальні (одного об’єкта) і групові (або районні) водопроводи, що обслуговують групу об’єктів;

 за способами подачі води - водопроводи самопливні (гравітаційні) і з механічною подачею води (за допомогою насосів);

 за кратністю використання споживаної води – системи прямоточні, з оборотом води, з послідовним використанням води на різних установках.

**1.5.1 Системи водопостачання населених пунктів**

Система водопостачання населеного пункту повинна забезпечувати отримання в необхідній кількості води з природних джерел, при необхідності поліпшення її якості та передачу до місця споживання. Основна вимога в роботі системи водопостачання – виконання заданих функцій при дотриманні високих показників надійності і економічності.

Одним з основних показників надійності роботи системи служить ймовірність безвідмовного функціонування протягом аналізованого періоду часу. Під відмовою системи водопостачання слід розуміти неприпустиме зниження якості її роботи в результаті таких подій: відмова вододжерела (зниження рівня води нижче допустимого, зледеніння); аварії на водоводах або магістральних лініях мережі, пошкодження насосів, перерва в подачі електроенергії на насосну станцію; порушення нормальної роботи водоочисних споруд, що несе за собою погіршення якості води. Підвищення надійності водопроводу досягається структурним резервуванням окремих елементів системи. На території населеного пункту зазвичай існують різні категорії водоспоживачів, які висувають різні вимоги до кількості та якості води.

Вода різними споживачами витрачається на різні цілі, які можуть бути поділені на три основні категорії: господарсько-питні потреби, виробничі цілі на промислових підприємствах, пожежогасіння.

Відповідно до призначення об’єкта та вимог, що висуваються до води, а також з економічних міркувань для всіх зазначених цілей вода може подаватися одним водопроводом або для окремих категорій водоспоживачів можуть бути влаштовані самостійні водопроводи.

Зазвичай в містах передбачають єдиний господарсько-протипожежний водопровід, який подає воду для господарсько-питних потреб промислових підприємств міста, іноді для технічних потреб тих підприємств, де необхідна вода питної якості. Для окремих великих промислових підприємств міста або для групи виробництв одного району, які можуть використовувати неочищену воду, доцільно влаштовувати самостійні виробничі водопроводи.

У містах зазвичай є підприємства, які споживають відносно невелику кількість води непитного якості. Враховуючи їх розосередження по території міста, виявляється економічно доцільним забезпечувати їх очищеною водою з мережі міського водопроводу, ніж влаштовувати для них самостійні виробничі водопроводи.

**1.5.2 Системи водопостачання промислових підприємств**

Системи водопостачання промислових підприємств класифікують за способами використання води: прямоточні, оборотні і з повторним використанням води. При прямотечійних системах водопостачання промислових підприємств вода суттєво змінює свій склад, в зв’язку з чим її повторне використання недоцільне. У цьому випадку вона скидається після змішування з іншими стічними водами в місцеву гідрографічну мережу або передається на очисні споруди.

У оборотних системах водопостачання, коли вода застосовується в основному для охолодження, з метою її економії виявляється доцільним нагріту воду охолоджувати і подавати для повторного використання на тому самому об’єкті. При цьому з вододжерела подається тільки 3-5% від загальної кількості використовуваної води для заповнення втрат при її обороті. Іноді оборотну воду доводиться не тільки охолоджувати, але і піддавати очищенню.

У системах повторного використання вода, яка скидається одним з промислових споживачів, може бути використана iншим, що дозволяє зменшити кількість води, яка забирається з вододжерела.

На промислових підприємствах влаштовують водопроводи такого призначення: окремі виробничі та господарсько-протипожежні; окремі виробничо-пожежний та господарсько-питний, окремий виробничий, протипожежний та господарсько-питний; об’єднаний виробничо-протипожежно-господарський.

Для водоємних промислових підприємств, розташованих у межах міста, які можуть використовувати малоочищену або неочищену воду, звичайно влаштовують самостійні (окремі від міського) виробничі водопроводи. Подібні водопроводи споруджують для груп підприємств, розміщених в одному районі міста.

Іншим характерним типом об’єктів водопостачання є великі водоємні промислові підприємства, розташовані за межами міста. При проектуванні водопроводів промислового підприємства і населеного пункту необхідно враховувати витрати води на виробничі потреби підприємства та господарсько-питні потреби населення житлового середовища. На промисловому підприємстві в залежності від якості використовуваної ним води можна влаштовувати як об’єднані, так і окремі системи подачі води на потреби виробництва, господарсько-питні та протипожежні потреби.

Найчастіше протипожежні обов’язки покладають на систему господарсько-питного водопроводу, що має зазвичай велику розгалуженість на території підприємства. Іноді для цього використовують систему виробничого водопроводу, а на підприємствах з підвищеною небезпекою влаштовують окремі протипожежні водогони.

Іноді система виробничого водопостачання значно ускладнюється тим, що окремі споживачі, які входять до складу підприємства, висувають різні вимоги до якості води або до напору, під яким вона надходить. Тому доводиться споруджувати кілька систем виробничих водопроводів.

**1.5.3 Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств**

Вимоги промислових споживачів до великих витрат води, якості та високої надійності зумовлюють особливий підхід до вибору схем водопостачання та водовідведення.

На промисловому підприємстві можуть бути декілька схем водопостачання, які обслуговують споживачів з різними вимогами до якості води. Вибір цих схем звісно не однозначний і часто потребує проведення техніко-економічного порівняння варіантів.

Найчастіше у системах промислового водопостачання використовують оборотне і послідовне використання води, рідко – прямоточне.

Вибір схеми виробничного водопостачання проводять в залежності від таких факторів:

 наявність тих чи інших джерел водопостачання, їх потужність і якість води в них;

 режим споживання води, її кількість і вимоги до якості;

 типи споживачів і їх розміщення;

 відстань джерела від промислового підприємства;

 характер забруднення води після її використання на підприємстві;

 місцеві природні умови.

Розроблюючи схеми водопостачання, споживачів групують за вимогами до якості вихідної та відпрацьованої води, необхідних напорів і з урахуванням розташування цехів. При цьому розглядають варіанти використання місцевих установок із покращення якості води або зміни напору води.

Системи водопостачання можуть бути пов’язані одна з одною. Наприклад, свіжа вода з річки подається в цикл оборотного водопостачання, який потребує воду найкращої якості, вода після продувки цього циклу може використовуватись для підживлення циклів з більш низькими вимогами до якості.

При виборі системи і розробці схеми водовідведення промислових підприємств необхідно враховувати такі фактори:

 кількість, склад і динаміку утворення різних промислових стоків від установок, цехів і всього промислового підприємства;

 можливість повторного використання промислових стоків без очистки або з частковою очисткою в оборотних циклах;

 можливість скорочення промислових стоків за рахунок застосування маловодних технологій;

 можливість сумісного або роздільного водовідведення різних категорій стічних вод;

 можливість скиду стічних вод у міську систему водовідведення;

 необхідні ступені очистки при повторному використанні або випуску промислових стоків;

 можливі системи і схеми очистки.

Для більшості промислових підприємств вимоги до якості води значно менш жорсткі, ніж до складу вод, які підлягають скиду у водні об’єкти або міську систему водовідведення. Тому виробничні стічні води значно вигідніше спрямовувати на повторне використання у системах оборотного та послідовного водопостачання, ніж направляти їх на очистку, що задово -льняє вимоги скиду.

В цілому системи і схеми водопостачання та водовідведення промислових підприємств бувають такі:

 прямоточні;

 з повторним використанням води;

 оборотні з охолодженням води;

 оборотні схеми з очищенням води.

У прямоточній схемі (рис.1.1, а) свіжа вода забирається із водойми, при необхідності очищається, використовується на промисловому підприємстві, знову очищається, або без очищення скидається у водойму. Водний баланс має вигляд

 



Рисунок 1.1 – Схеми виробничих водопроводів:

а – прямоточна: б – із повторним використанням води: в – оборотна з охолодженням; г – оборотна з очищенням води; 1 – водойма; 2 – водозабір; 3 – насосна станція; 4 – подача чистої води; 5 – підприємство; 6 – відве- дення відпрацьованої води: 7 – очисні споруди; 8 – відведення очищеної води; 9 – скидання води; 10 – друге підприємство; 11 – охолоджувальний 23 пристрій; 12 – подавання охолодженої води, 13 – підживлювальний колодязь; 14 – подача підживлювальної води

Дана схема досить поширена, проста і дешева, але не надійна в екологічному відношенні, оскільки скидна вода забруднює водойми. Промислові стічні води можуть очищатись разом із міськими або на позамайданчикових очисних спорудах. Перед скидом в об’єкт водопостачання такі води потребують розбавлення водою. Кратність розбавлення: для нафтопереробної промисловості у 60 разів, целюлозно-паперовій у 20-40 разів, синтетичного волокна - 10-15 разів, азотна промисловість у 10 разів, виробництво синтетичного каучуку у 2000 раз. При недостатньому очищенні і розведенні відпрацьованої води відбувається забруднення поверхневих джерел. Вид забруднення залежить від функціонального використання води. Якщо вода використовується як теплоносій, то вона забруднюється механічно та термічно. Якщо вода використовується для поглинання та транспортування різних домішок у виробництві, то у цьому випадку ще мають місце хімічні забруднення.

Прямоточні системи можуть бути застосовані тільки у тому випадку, коли потужне джерело водопостачання. При зростаючій потребі у воді ці системи не можуть забезпечити достатню подачу води через маловодність джерела. У ряді випадків потребуються більші капіталовкладення для забезпечення необхідної витрати води. Тому знайшла застосування система з повторним використанням води.

Схема з повторним використанням води (рис.1.1, б) відрізняється від попередньої тим, що забруднену в першому виробничому процесі воду повторно використовують в другому виробничому процесі [8, 9]. При цьому якість води після забруднення першим виробничим процесом має задовольняти потреби другого виробничого процесу. Наприклад: крупні теплоенергетичні об’єкти (ТЕЦ) використовують воду для охолодження технологічних агрегатів. При цьому вода тільки нагрівається і не забруднюється якимись компонентами. Ця нагріта вода (стічна вода) повторно використовується іншими споживачами, які забруднюють цю воду і не висувають завищених вимог до температури води, вони скидають свої стічні води після відповідної очистки. Ця схема більш прогресивна, ніж перша, оскільки дозволяє зекономити приблизно у два рази кількість свіжої води, яка забирається підприємствами з водних об’єктів. Однак і ця система не скорочує кількість забруднень, що скидаються у водні об’єкти.

Оборотні схеми використання води є найнадійнішими з екологічної точки зору. Вода в оборотному циклі водопостачання може нагріватись та забруднюватись. Найбільше поширення оборотні схеми отримали у теплообмінних циклах, де технологічна вода використовується для відведення тепла від працюючих агрегатів (рис.1.1, в), а після використання охолоджується в градирнях, бризкальних басейнах, ставках.

Потім її знову подають на охолодження обладнання. В процесі охолодження 2-3% води випаровується чи розбризкується. Крім цього через негерметичність теплообмінної або водопровідної мережі має місце витікання води. Тому оборотні системи повинні постійно поповнюватись свіжою водою. За рахунок випаровування в оборотному циклі зростають мінералізація та жорсткість вод, що призводить до відкладення солей (карбонатів кальцію та магнію) на стінках теплообмінної апаратури та водопровідних труб. Щоб забезпечити певний сольовий склад, із системи постійно скидають частину води (Wскид) та додають певну кількість свіжої (підживлюють), тобто здійснюють продувку системи.



Оборотні схеми з очищенням (рис.1.1, г) – це такі системи, в яких вихідна вода використовується, а стічна вода очищається на очисних спорудах від домішок і використовується знову в тому самому виробництві. Наприклад, в гальванічному виробництві, стічні води забруднюються солями важких металів, очищення води на досить складних очисних спорудах дозволяє повернути воду у виробництво і захистити водойми від забруднення токсичними елементами.

Оборотне водопостачання дозволяє у десятки разів зменшити споживання вод. Так, наприклад, у виробництві синтетичного каучуку при прямоточній системі водопостачання на кожну тонну продукції витрачається 2100 м3 води, а при оборотній системі додання свіжої води всього 165 м3 на 1т каучуку. В обороті постійно перебуває значна кількість води, а додавати треба незначну її кількість:



Якщо оборотні системи працюють без скиду води у водний об’єкт, то така система називається замкненою. Це найбільш екологічно чиста система.

Системи оборотного водопостачання захищають водоймища від забруднення, оскільки дозволяють значно скоротити забір свіжої води та скоротити кількість стічних вод, що скидаються у водойми. Однак повністю замкнені системи оборотного водопостачання, в яких використовуються очищені й охолоджені води, не отримали широкого застосування (наприклад, на заводах чорної металургії), оскільки робиться скид води у вигляді продувки для того, щоб підтримати сольовий вміст оборотної води на певному рівні. Однією з основних причин, які перешкоджають повному використанню забруднених або нагрітих стічних вод у обороті, є утворення щільних сольових відкладень по тракту руху води – в одних випадках та корозійних процесів – в інших. Досить часто ці два процеси нерозривно пов’язані і протікають одночасно. Таким чином, при переході на замкнений режим роботи виникає необхідність вивчення водно-сольового балансу систем оборотного водопостачання. Системи оборотного водопостачання поділяються на відкриті та закриті.

Відкриті системи – це такі системи, в яких охолодження води здійснюється на градирнях, бризкальних басейнах, ставках-охолоджувачах, з використанням обладнання та споруд відкритого типу при безпосередньому контакті охолоджувальної води та повітря.

Закриті системи – це такі системи, в яких охолоджувальна вода не вступає у безпосередній контакт з повітрям і охолоджується у закритих теплообмінниках, тобто через стінку.

У відкритій системі втрати води складаються з втрат на випаровування та на крапельний винос з вітром. Поповнення втрат води здійснюється за рахунок підживлення. Втрати води називаються безповоротними. У закритих системах втрати води зведені до мінімуму та визначаються тільки витіканням з нещільних з’єднань трубопроводів і арматури. У наш час закриті систем застосовуються в основному в охолоджувальних системах водопостачання, де вода тільки нагрівається і не забруднюється механічними домішками. На підприємствах часто кількість охолоджувальних систем значно перевищує інші, в яких вода забруднюється. В охолоджувальних системах використовується до 70-80% води від загальної витрати, що споживається підприємством. Це так звані умовно-чисті цикли. Для забруднених систем закриті теплообмінники поки що не застосовуються.

Основні питання, що характеризують роботу систем оборотного водопостачання, це:

 водний і сольовий баланси;

 оцінка небезпечності та інтенсивності утворення щільних сольових відкладень у обладнанні та трубопроводах;

 оцінка небезпечності корозійного зносу;

 методи стабілізаційної обробки води.

Схему виробничого водопостачання вибирають за результатами аналізу призначення води, що використовується, технічних та місцевих умов (наприклад потужність джерела та якість води в ньому), відстані підприємства від джерела, санітарних вимог до скидання стічних вод. Проте в усіх випадках більше потрібно використовувати оборотні системи.