Тема 1. Сучасні типи та принципи формування систем водозабезпечення промислових будівель

Мета: сформувати системне розуміння принципів формування сучасних систем водозабезпечення промислових будівель і підприємств та їхнього взаємозв'язку з архітектурно-планувальними, конструктивними, технологічними, енергоефективними та експлуатаційними рішеннями.

Після опрацювання теми студент повинен уміти:

- аналізувати потреби промислової будівлі у воді з урахуванням її функціонального та технологічного призначення;
- розрізняти типи систем водозабезпечення за функціональним призначенням і принципом використання води;
- оцінювати доцільність прямоточної, оборотної, повторної та комбінованої схем;
- визначати вплив систем водозабезпечення на об'ємно-планувальні та конструктивні рішення;
- обґрунтовувати розміщення інженерного обладнання та комунікацій у структурі промислової будівлі;
- враховувати питання надійності, енергоефективності, ресурсозбереження та експлуатаційної придатності;
- оцінювати можливості модернізації та реконструкції існуючих систем водозабезпечення

План

1. Вода в технологічному та інженерному забезпеченні промислової будівлі: особливості та структура водоспоживання.
2. Класифікація систем водозабезпечення промислових будівель за функціональним призначенням і принципом організації.
3. Категорії та вимоги до води залежно від технологічного, господарсько-побутового та протипожежного призначення.
4. Сучасні схеми використання води: прямоточні, оборотні, повторного використання та комбіновані системи.
5. Вплив систем водозабезпечення на архітектурно-планувальні, конструктивні та інженерні рішення промислових будівель.
6. Надійність, ресурсоефективність, енергоефективність і цифровізація систем водозабезпечення.

1. Промислова будівля є складним об'єктом, функціонування якого забезпечується взаємодією технологічних процесів, будівельних конструкцій та комплексу інженерних систем.

До інженерного забезпечення промислових об'єктів належать системи:

- водопостачання та водозабезпечення;
- водовідведення;
- теплопостачання;

- вентиляції та кондиціонування;
- електропостачання;
- газопостачання;
- протипожежного захисту;
- автоматизації та диспетчеризації;
- зв'язку та інформаційного забезпечення.

Серед них система водозабезпечення посідає особливе місце, оскільки вода може бути одночасно:

- ресурсом для технологічного процесу;
- теплоносієм або охолоджувальним середовищем;
- компонентом продукції;
- засобом санітарно-гігієнічного забезпечення персоналу;
- елементом протипожежного захисту.

Тому водозабезпечення промислової будівлі необхідно розглядати не як окрему мережу трубопроводів, а як функціонально та конструктивно пов'язану з будівлею інженерну систему.

Вода в технологічному та інженерному забезпеченні промислової будівлі: особливості та структура водоспоживання. Потреба промислового підприємства у воді істотно відрізняється від потреби житлової або громадської будівлі.

У цивільній будівлі основними споживачами є люди та санітарно-технічне обладнання. У промисловій будівлі основний обсяг води може бути пов'язаний безпосередньо з технологічним процесом.

Промислові підприємства можуть істотно відрізнятися:

- видом продукції;
- технологією виробництва;
- виробничою потужністю;
- кількістю працівників;
- кількістю виробничих корпусів;
- режимом роботи;
- кількістю змін;
- сезонністю;
- рівнем автоматизації;
- вимогами до якості води.

Тому універсальної схеми водозабезпечення для всіх промислових будівель не існує.

Основний принцип: тип і параметри системи водозабезпечення визначаються функціональним призначенням будівлі та технологією виробництва.

У спрощеному вигляді процес формування системи можна представити: технологія → потреба у воді → вимоги до якості → режим споживання → система водозабезпечення → обладнання → мережі → будівельні рішення.

Основні напрями використання води

У промисловій будівлі вода може використовуватися для:

Технологічних потреб:

- охолодження обладнання;
- промивання сировини;
- приготування технологічних сумішей;
- миття обладнання;
- виробництва продукції;
- гідротранспортних процесів;
- виробництва пари;
- інших технологічних операцій.

Господарсько-побутових потреб:

- пиття;
- умивання;
- санітарних приладів;
- душових;
- прибирання.

Протипожежних потреб:

- внутрішнього пожежогасіння;
- зовнішнього пожежогасіння;
- інших передбачених проєктом засобів водяного пожежогасіння.

Спеціальних потреб:

Залежно від технології вода може використовуватися в системах:

- охолодження;
- теплопостачання;
- кондиціонування;
- підготовки технологічних середовищ.

2. Класифікація систем водозабезпечення промислових будівель

Для аналізу систем водозабезпечення доцільно використовувати багатокритеріальну класифікацію.

2.1. За функціональним призначенням виділяють:

1. господарсько-питні системи;
2. виробничі системи;
3. протипожежні системи;
4. об'єднані системи.

Господарсько-питна система призначена для забезпечення санітарно-побутових потреб працівників. Важливо забезпечити її взаємозв'язок із:

- санітарно-побутовими приміщеннями;
- вертикальними інженерними шахтами;
- технічними приміщеннями;
- системою водовідведення.

Виробнича система забезпечує технологічні потреби, її особливість полягає в тому, що вимоги до води встановлюються технологічним процесом. Тому під час проєктування будівлі необхідно враховувати:

- точки підключення;
- необхідну витрату;
- необхідний тиск;
- температуру;
- якість води;
- режим роботи обладнання.

Протипожежна система формується відповідно до пожежних характеристик об'єкта та прийнятих заходів протипожежного захисту, вона пов'язана з:

- плануванням будівлі;
- пожежним зонуванням;
- протипожежними перешкодами;
- евакуаційними рішеннями;
- проходками трубопроводів через конструкції;
- розміщенням технічних приміщень.

3. Категорії та вимоги до води залежно від призначення

Одним із принципових положень сучасного водозабезпечення є те, що вся вода на промисловому підприємстві не повинна обов'язково мати однакову якість.

Вимоги до води визначаються її призначенням.

Умовно можна виділити:

- воду питної якості;
- технічну воду;
- оборотну воду;
- спеціально підготовлену воду;
- воду для протипожежних потреб.

Приклад: якщо вода використовується для пиття, до неї висуваються санітарні вимоги, якщо вода використовується лише для охолодження обладнання, технологія може допускати інші характеристики. Отже: якість води повинна відповідати функції, яку вона виконує в системі. Це створює передумови для розділення потоків води різної якості та повторного використання ресурсів.

4. Сучасні схеми використання води: за принципом використання води промислові системи можна поділити на:

- прямоточні;
- оборотні;
- системи повторного використання;
- комбіновані.

4.1. Прямоточна система функціонує за принципм:
джерело → підприємство → споживач → відведення.
Вода після використання відводиться та, за необхідності, проходить відповідне очищення. Перевагою є відносна простота.
Недоліки:

- значне споживання свіжої води;
- значні обсяги стічних вод;
- залежність від потужності джерела;
- потенційно більші експлуатаційні витрати.

4.2. Оборотна система

В оборотній системі вода циркулює в замкненому або частково замкненому контурі.

Наприклад:

технологічне обладнання → нагрівання води → охолодження → коригування якості → насос → технологічне обладнання.

Оборотна система дозволяє значно зменшити потребу у свіжій воді. Проте вона потребує додаткових елементів:

- насосного обладнання;
- резервуарів;
- охолоджувачів;
- теплообмінників;
- фільтрів;
- систем автоматичного контролю.

Тому з позиції будівельника потрібно враховувати просторову організацію всього комплексу обладнання, а не тільки трубопроводів.

4.3. Повторне використання води

Повторне використання передбачає передачу води від одного технологічного процесу до іншого.

Процес 1 → використана вода → підготовка → процес 2.

Це особливо доцільно тоді, коли до другого процесу висуваються менш жорсткі вимоги до якості води. Такий підхід дозволяє:

- скоротити споживання свіжої води;
- зменшити кількість стічних вод;
- підвищити ресурсоефективність підприємства.

4.4. Комбіновані системи

У сучасних промислових комплексах доцільно поєднувати різні принципи.
Наприклад:
питна вода → господарсько-побутові потреби
технічна вода → технологічні потреби
оборотна вода → охолодження обладнання
вода після одного процесу → повторне використання в іншому процесі.

Отже, сучасна система часто є багатоконтурною.

5. Вплив водозабезпечення на архітектурно-планувальні рішення

Це питання є принципово важливим, тому що інженерні системи необхідно враховувати ще на етапі формування об'ємно-планувальної структури.

Система водозабезпечення може визначати необхідність:

- технічних приміщень;
- насосних;
- резервуарів;
- інженерних шахт;
- каналів;
- технологічних майданчиків;
- зон обслуговування обладнання.

При цьому необхідно забезпечити: доступність + монтажопридатність + ремонтопридатність + безпечність.

6. Вплив водозабезпечення на конструктивні рішення

Трубопроводи та обладнання взаємодіють із конструкціями будівлі. Під час проєктування необхідно враховувати:

- проходки через стіни;
- проходки через перекриття;
- отвори в конструкціях;
- навантаження від трубопроводів;
- вібрацію обладнання;
- температурні деформації;
- можливість протікання;
- захист конструкцій від зволоження та корозії.

Особливо це важливо для реконструкції, коли нові мережі необхідно інтегрувати в існуючу конструктивну систему: отвір, канал або прохідка для інженерної мережі є частиною будівельного рішення і повинні передбачатися координовано з конструктивною схемою.

7. Водозабезпечення та надійність промислової будівлі

Надійність системи визначається її здатністю забезпечувати необхідну функцію за нормальних та передбачених аварійних режимів.

Для підвищення надійності можуть застосовуватися:

- резервне насосне обладнання;
- резервуари;
- кільцеві мережі;
- резервні джерела;
- зонування;
- можливість локального відключення;
- автоматичне перемикання.

Необхідно аналізувати систему, враховуючи які наслідки для будівлі та технологічного процесу матиме відмова окремого елемента системи?
Це дозволяє перейти від простого проєктування мереж до оцінювання експлуатаційної надійності об'єкта.

Сучасну систему водозабезпечення необхідно оцінювати не тільки за кількістю поданої води, але і за енергоефективністю та ресурсоефективністю.
Враховуються:

- обсяг свіжої води;
- обсяг повторно використаної води;
- втрати води;
- енергоспоживання насосного обладнання;
- витрати на очищення;
- витрати на експлуатацію;
- тривалість життєвого циклу обладнання.

Таким чином, ефективність системи визначається комплексно: вода + енергія + обладнання + експлуатація + довговічність.

Сучасний промисловий об'єкт поступово переходить від пасивної інженерної системи до керованої цифрової системи.
Можуть контролюватися:

- витрата води;
- тиск;
- температура;
- рівень у резервуарах;
- робота насосів;
- аварійні режими;
- витоки.

Інформація може передаватися до систем диспетчеризації.

Для будівельника важливо, що цифрова модель може бути пов'язана з BIM-моделлю будівлі: геометрія будівлі + конструкції + інженерні мережі + обладнання + експлуатаційна інформація.

Водозабезпечення як елемент життєвого циклу промислової будівлі: розгляд не тільки етапу проєктування. Система повинна оцінюватися протягом усього життєвого циклу: проєктування → будівництво → введення в експлуатацію → експлуатація → технічне обслуговування → реконструкція → модернізація → утилізація.
На кожному етапі виникають свої вимоги.
Наприклад, на стадії реконструкції необхідно визначити:

- технічний стан існуючих мереж;
- залишковий ресурс;
- можливість використання існуючих трубопроводів;
- можливість збільшення пропускної здатності;
- можливість прокладання нових мереж;

- необхідність заміни обладнання.

Враховуються особливості водозабезпечення при реконструкції промислових будівель. а саме:

- фізичний знос мереж;
- корозія трубопроводів;
- моральне старіння обладнання;
- зміна технології;
- збільшення або зменшення водоспоживання;
- зміна функціонального призначення будівлі.

Тому під час реконструкції необхідно розглядати питання: яку нову модель водозабезпечення необхідно сформувати для забезпечення сучасного та перспективного режиму експлуатації будівлі.

Системний підхід до формування водозабезпечення використовуєи таку послідовність: Аналіз функціонального призначення будівлі.- Аналіз технологічного процесу. - Визначення категорій споживачів води.- Встановлення вимог до якості та параметрів води. - Вибір принципової схеми водозабезпечення. -Формування просторової структури інженерних систем. - Узгодження з архітектурними та конструктивними рішеннями. - Оцінювання надійності та безпеки. - Оцінювання енерго- та ресурсоефективності.- Визначення можливостей експлуатації, модернізації та реконструкції.

Підсумкова модель

ПРОМИСЛОВА БУДІВЛЯ

↓

Функція + технологія

↓

Потреба у воді

↓

Якість та параметри води

↓

Тип системи

↓

Інженерне обладнання

↓

Мережі

↓

Архітектурно-планувальні рішення

↓

Конструктивні рішення

↓

Надійність та безпека

↓

Енерго- та ресурсоефективність
↓
Цифровий моніторинг
↓
Експлуатація
↓
Модернізація та реконструкція

Висновок. Сучасна система водозабезпечення промислової будівлі є складною інженерною системою, параметри якої визначаються функціональним призначенням об'єкта, технологією виробництва, вимогами до якості води та режимом її використання. Основними системами за функціональним призначенням є господарсько-питна, виробнича та протипожежна. За принципом використання води розрізняють прямоточні, оборотні, системи повторного використання та комбіновані схеми. Для сучасного промислового будівництва особливого значення набуває перехід від традиційного підходу «подати необхідну кількість води» до системного підходу:«забезпечити необхідну функцію будівлі при мінімально необхідному споживанні ресурсів, заданому рівні надійності, безпеки та енергоефективності протягом усього життєвого циклу».
Отже, треба розглядати систему водозабезпечення не лише як сукупність трубопроводів та обладнання, а як елемент інтегрованої інженерної системи промислової будівлі, що безпосередньо впливає на її архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні, експлуатаційні та економічні характеристики.

Питання для самоконтролю

1. Чому система водозабезпечення є складовою життєвого циклу промислової будівлі?
2. Як технологічний процес визначає потребу промислового об'єкта у воді?
3. За якими основними ознаками класифікують системи водозабезпечення?
4. Чим відрізняються господарсько-питна, виробнича та протипожежна системи?
5. У чому полягає принципова різниця між прямоточною та оборотною системами?
6. У яких випадках доцільне повторне використання води?
7. Чому сучасні промислові підприємства часто використовують комбіновані системи?
8. Як вибір системи водозабезпечення впливає на об'ємно-планувальні рішення?
9. Які конструктивні фактори необхідно враховувати при прокладанні інженерних мереж?
10. Що визначає надійність системи водозабезпечення?