

ОПТИМІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ - ПЕРШИЙ КРОК ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ.

OPTIMIZATION CALCULATIONS OF WATER SUPPLY SYSTEMS - THE FIRST STEP TO SAVE ENERGY RESOURCES

В.О. Шадура, кандидат технічних наук (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.)

Shadura V.O., associate prof., Cand. Sc. (Engineering), (National University of Water and Environmental Engineering, Rivnel).

Розроблення та запровадження схеми оптимізації сприятиме покращенню якості очищеної води, підвищенню ефективності технологічних процесів та надійності роботи систем водопостачання, забезпеченню раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів, зменшення споживання енергії і експлуатаційних витрат у водопровідно-каналізаційному господарстві.

Development of charts of optimization of work of the operating water systems - complex position papers that on the basis of all-round analysis of the present state of separate building in the water system on the whole, allow to find out "bottlenecks" and develop complex measures not only on their removal but also from further development of the systems.

The main directions of development:

- construction and reconstruction of water supply facilities;**
- development of a scheme for optimizing the operation of the centralized water supply system;**
- equipping drinking water quality control laboratories with modern control and analytical equipment;**
- implementation of complex research and development projects with the use of the latest technologies, equipment, materials, devices, the use of which is aimed in particular at energy and resource conservation.**

Ключові слова:

Схема оптимізації, водопостачання, енерго-ресурсозбереження, технічний стан, гідравлічний розрахунок, математична модель, система водопостачання.

Optimization scheme, water supply, energy and resource saving, technical condition, hydraulic calculation, mathematical model, water supply system.

Вітчизняний і світовий досвід свідчать, що найбільш ефективним рішенням в кризових ситуаціях є розробка схем оптимізації роботи діючих систем водопостачання - комплексних програмних документів, які на основі всебічного аналізу наявного стану окремих споруд в системі водопостачання в цілому, дозволяють виявляти «вузькі місця» і розробляти комплексні заходи не тільки з їх усунення, а й з подальшого розвитку систем.

Схеми оптимізації повинні носити загальний та комплексний характер і мати за мету стратегічні цілі: насамперед, підвищення якості наданих споживачам послуг, збільшення надійності функціонування систем водопостачання та забезпечення енергоефективного розвитку підприємства водопровідно-каналізаційного господарства. Крім цього, у схемі оптимізації повинні бути передбачені конкретні шляхи для досягнення поставлених цілей.

В галузі водопостачання передбачає такі напрямки розвитку:

- будівництво і реконструкцію водопровідних споруд;
- розроблення схеми оптимізації роботи системи централізованого водопостачання;
- оснащення лабораторій контролю якості питної води сучасним контрольно-аналітичним обладнанням;
- приведення нормативно-правової бази у сфері питного водопостачання та водовідведення у відповідність із стандартами Європейського Союзу з урахуванням національних особливостей, у тому числі в частині посилення відповідальності за порушення нормативів забруднення навколишнього природного середовища, насамперед скидів промислових підприємств у водні об'єкти;
- здійснення комплексних науково-дослідних та дослідно-конструкторських розробок із застосуванням новітніх технологій, обладнання, матеріалів, приладів, використання яких спрямоване зокрема на енерго- і ресурсозбереження.

При впровадженні наведених заходів розвитку системи водопостачання міста передбачається отримати можливість:

- забезпечити реалізацію державної політики у сфері питної води та питного водопостачання;
- підвищити якість питної води та її очищення;
- поліпшити санітарну, епідеміологічну та екологічну ситуацію в регіоні;
- забезпечити охорону джерел питного водопостачання;
- впровадити на підприємствах питного водопостачання новітні технології із застосуванням сучасного обладнання, приладів і матеріалів;
- зменшити втрати питної води;
- забезпечити цілодобове постачання якісної питної води населенню від централізованої системи.

Розроблення та запровадження схеми оптимізації сприятиме покращенню якості очищеної води, підвищенню ефективності технологічних процесів та надійності роботи систем водопостачання, забезпеченню раціонального

використання матеріальних і енергетичних ресурсів, зменшення споживання енергії і експлуатаційних витрат у водопровідно-каналізаційному господарстві тощо. Схема оптимізації розроблена на підставі технічного завдання. Вихідними даними для складання схеми служать показники про систему та споруди водопостачання за останні 4 роки її експлуатації (табл. 1.1- 1.4). Інформація про насосне обладнання на ВНС наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.1

Загальні показники системи водопостачання

Найменування показника		за роками			
		2020	2021	2022	2023
Охоплено централізованим водопостачанням населення,	тис. чол.				
	%				
Користуються привізною водою, %					
Забезпечено цілодобове водопостачання, %					
Питоме водоспоживання на одну людину, л/добу					
<i>Всього</i>					
<i>Населення</i>					
Кількість населення, що користується водою з вуличних водорозбірних колонок, %					

Таблиця 1.2

Загальні витрати електроенергії системи питного водопостачання

Найменування показника	за роками			
	2020	2021	2022	2023
Витрати електроенергії, тис. кВт·год/рік				
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/1000 м ³ води				

Таблиця 1.3

Характеристика насосних станцій II-го підняття

Назва НС	Потужність, м ³ /добу		Кількість насосів		Марка насосів	Потужність ел. двигуна, кВт	Рік початку експлуатації
	Проек.	Факт.	всього	потрібна заміна			

Таблиця 1.4

Основні характеристики резервуарів чистої води

Технологічний майданчик	Об'єм, м ³	Кількість, шт.	Рік початку експлуатації	Позначки, м		Рівні, м	
				дна	Верхнього рівня	Мін	Макс

Для виконання гідравлічного розрахунку за основу приймається використовується схема міста з нанесеними мережами водопостачання. На схемі водопровідних розподільних мереж зазначені їх довжини, матеріали та діаметри трубопроводів. Висотність забудови та позначки розташування об'єктів водопостачання визначалися з топо-геодезичних планшетів міста

Фактичні напори води в деяких точках водопровідних мереж, в яких встановлені манометри, наведені в табл. 1.55.

Таблиця 1.5

Показники манометрів, що встановлені на водопровідних мережах по вулицях

Вулиці та місця де встановлено манометри	Показник манометра, атм

Розподіл основних трубопроводів водопровідної мережі за терміном будівництва, матеріалами і ступенем зносу та діаметрами врахований в гідравлічних розрахунках, наведений в таблицях 1.6-1.8 та в таблицях результатів гідравлічних розрахунків.

Таблиця 1.6

Розподіл основних трубопроводів системи водопостачання за терміном експлуатації

Матеріал труб	Довжина трубопроводів терміном служби до: років						Всього
	5	15	25	35	50	> 50	
Сталь							
Чавун							
Залізобетон							
Пластмаса							
Всього							

Таблиця 1.7

Розподіл основних трубопроводів системи водопостачання за ступенем зносу

Матеріал труб	Довжина трубопроводів із ступенем зносу, км						Підлягає заміні
	<25 %	25-50 %	50-75 %	75-90 %	> 90 %	Всього	
Сталь							
Чавун							
Залізобетон							
Пластмасові							
Всього							

Таблиця 1.8

Розподіл основних трубопроводів системи водопостачання за діаметрами

Матеріал труб	До 100	100-300	300-500	500-700	700-1000	Всього
Сталь						
Чавун						
Залізобетон						
Пластмасові						
Всього						

Загальна кількість споживачів води, що обліковуються та рівень охоплення споживачів приладами обліку наведені в табл. 1.9 та 1.10.

Таблиця 1.9

Дані обліку на послуги водопостачання по кількості абонентів і об'ємам реалізації

Категорії споживачів	Кількість абонентів			Об'єм реалізації за 2023 р., тис. м ³	
	Всього	обладнані обліком	необладнані обліком	Всього по групі	охоплено обліком
Населення					
Бюджетні організації					
Інші споживачі					
РАЗОМ					

Таблиця 1.10

Дані про установку приладів обліку води в житловому фонді по кількості будинкових і квартирних вводів

Найменування показника	за роками			
	2020	2021	2022	2023
Обладнання житлових будинків приладами обліку води, % до загальної кількості				
Обладнання квартир приладами обліку води, % до загальної кількості				

Системи подачі і розподілу води (СПРВ) є найбільшою і найдорожчою частиною сучасних систем водопостачання населених пунктів. Вони забезпечують зберігання, подачу, транспортування і розподілення води між окремими її споживачами на території об'єкта водопостачання. Їх слід розглядати як складні структуровані системи єдиного технологічного комплексу підйому, транспортування та розподілення води на території об'єкту водопостачання. Аналіз ефективності цих процесів може бути проведений тільки на основі багатоваріантних гідравлічних розрахунків СПРВ для різних режимів подачі та розбору води.

Програма *GRS* (розробка Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне) призначена для визначення

п'єзометричних позначок і вільних напорів у вузлах мережі, витрат і втрат напорів на ділянках за умови виконання аналогів обох правил Кірхгофа з урахуванням залежності витрат води із водопровідних мереж від величин вільних напорів. Гідравлічні розрахунки проводяться як для кільцевих, так і тупикових водопровідних мереж будь-якої складності, зокрема, і просторових. В розрахунках сумісної роботи споруд СПРВ враховуються параметри насосних станцій, резервуарів чистої води, водонапірних башт тощо.

Гідравлічні розрахунки передбачають проведення серій перевірочних обчислень з врахуванням сумісної роботи споруд СПРВ, що взаємодіють із водопровідними мережами (насосні станції, водоводи, резервуари, водопровідні башти, свердловини, тощо). В їх основу покладено математичну модель СПРВ, яка розглядається як комбінована система лінійних і нелінійних рівнянь. До її складу входять основні підсистеми рівнянь, що моделюють конструктивні, гідравлічні, технологічні та економічні залежності між окремими елементами СПРВ та їх робочими параметрами. Математична модель СПРВ складається на основі її розрахункової схеми, яка враховує зменшення числа точок розбору води із мережі за рахунок перенесення пошляхових витрат у вузли, зменшення загальної кількості ділянок водопровідної мережі з виключенням із схеми розподільчих ліній, моделювання напірно-витратних характеристик насосних станцій, напірно-регульовальних споруд та трубопроводів їх аналітичними виразами.

В результаті гідравлічних розрахунків за визначеними параметрами споруд обчислюють фактичні витрати води та втрати напору на ділянках, п'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі.

За результатами гідравлічних розрахунків сумісної роботи споруд СПРВ в подальшому проводиться аналіз та визначаються шляхи їх інтенсифікації, реконструкції та удосконалення конструктивних схем.

Аналіз даних, що найбільш витратними елементами структури собівартості є електроенергія та заробітна плата з нарахуваннями на неї. Тому найбільшу увагу для зменшення собівартості послуг з водопостачання треба приділити вказаним елементам структури собівартості.

Для економії електроенергії слід максимально впроваджувати пільгові багатозонні тарифи, енергоефективне обладнання (сучасні насоси, частотні перетворювачі тощо), мінімізувати тиск в розподільній мережі з використанням підвищувальних установок в необхідних місцях міста.

Зменшення витрат на заробітну плату можливе лише за рахунок максимальної автоматизації технологічних процесів, впровадження автоматизованої системи управління (АСУ) на підприємстві, що дозволить зменшити кількість обслуговуючого персоналу без зменшення якості і надійності надання послуг з водопостачання.

Зменшення собівартості послуг водопостачання можна досягти шляхом збільшення продуктивності системи шляхом під'єднання до централізованого

водопостачання нових споживачів – будинків, вулиць та районів міста або навколишніх сіл.

Заміна привозного хлору на генерований у власній електролізній, що значно здешевить витрати на матеріали, але дещо збільшить витрати електроенергії.

Заміна старих сталевих, чавунних труб на нові зменшить витоки води і витрати електроенергії та гіпохлориту натрія на її подачу та знезараження, що в кінцевому рахунку зменшить собівартість послуг водопостачання.

Ефективне використання електроенергії досягається поєднанням впровадження насосів з частотним регулюванням і плавним пуском електродвигунів та підкачувальних установок в необхідних місцях на мережі, а також максимального використання пільгових (нічних) тарифів, що добре як для підприємства, так і для держави в цілому.

Деякі заходи, що пропонується здійснити для оптимізації роботи системи водопостачання, потребують проведення науково-дослідних робіт або розробки проектно-кошторисної документації.

Для реалізації перерахованих вище заходів необхідно виконати такі науково-дослідні роботи:

топо-геодезичні та інженерно-геологічні вишукування територій ВНС, обстеження і паспортизація їх будівель і приміщень для розробки проектно-кошторисної документації для реконструкції окремих об'єктів;

обстеження і паспортизація водопровідних мереж з занесенням інформації в електронні бази даних і створенням електронної схеми водопровідних мереж; розробка ПС-програми для автоматизації управління та експлуатації ВКГ;

об'єднання програми моделювання гідравлічного режиму водопровідних мереж з ПС-програмою для створення повнофункціональної АСУ ВКГ;

кліматичні та гідрогеологічні дослідження території водозаборів та станції водопідготовки для уточнення розрахункових параметрів установок нетрадиційних джерел енергії (інтенсивність сонячного випромінювання, швидкість та сила вітру, види ґрунтів і ґрунтових вод тощо);

Для реалізації перерахованих вище заходів необхідно розробити таку проектно-кошторисну документацію:

робочі проекти реконструкції існуючих і прокладання нових водопровідних мереж;

робочий проект реконструкції системи знезараження води ВНС-1 (влаштування електролізної для виготовлення гіпохлориту натрію).

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 159 с.

DBN V.2.5-74:2013. Vodopostachannia. Zovnishni merezhi ta sporudy. [Chynnyi vid 2014-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv, 2013. 159 s.

2. Хомко В. С., Царинник О. Ю. Скорочення водоспоживання населенням – пріоритетний шлях до зменшення втрат води. // 36. Доп. Міжнар. Конгр. «Екологія,

технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2003). – Ялта, 2001. – с.98-102.

Khomko V. Ye., Tsarynnyk O. Yu. Skorochennia vodospozhyvannia naselenniam – priorityetnyi shliakh do zmnshennia vtrat vody. // Zb. Dop. Mizhnar. Konhr. «Ekolohiia, tekhnolohiia, ekonomika vodopostachannia ta kanalizatsii» (ЕТЕВК-2003). – Yalta, 2001. – s.98-102.

3. Гіроль М.М., Ткачук О.А., Хомко В.С., Васильєв А.Й., Ковальський Д. Дослідження техніко-економічних параметрів роботи водопровідних систем в умовах скорочення водоспоживання. „Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво”. Зб. Наук. Праць. Вип. 29. Рівне: НУВГП, 2005. – с. 113 – 119.

Hiroł M.M., Tkachuk O.A., Khomko V.Ie., Vasyliiev A.I., Kovalskyi D. Doslidzhennia tekhniko-ekonomichnykh parametriv roboty vodoprovodnykh system v umovakh skorochennia vodospozhyvannia. „Hidromelioratsiia ta hidrotekhnichne budivnytstvo”. Zb. Nauk. Prats. Vyp. 29. Rivne: NUVHP, 2005. – s. 113 – 119.

4. Ткачук О.А. Вплив нерівномірності водоспоживання на визначення схем влаштування систем подачі і розподілу води населених пунктів. Вісник Рівненського державного технічного університету. Зб. Н. пр. Вип. 3 (16). Рівне: УДУВГП, 2002. - с. 187-1с.

Tkachuk O.A. Vplyv nerivnomirnosti vodospozhyvannia na vyznachennia skhem vlashtuvannia system podachi i rozpodilu vody naselenykh punktiv. Visnyk Rivnenskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu. Zb. N. pr. Vyp. 3 (16). Rivne: UDUVHP, 2002. - s. 187-1s.

5. Ткачук О.А., Шадура В.О. Водопровідні мережі. – Рівне: НУВГП, 2010. 148с.

Tkachuk O.A., Shadura V.O. Vodoprovodni merezhi. – Rivne: NUVHP, 2010. 148s.