

Оцінка можливості компенсації коливань тисків в мережах існуючим насосним обладнанням при керуванні їх роботою

М.О.Українець, В.І.Сокольник, О.Г.Добровольська, Запорізька державна інженерна академія

Актуальною на сьогодні є розробка методики корегування перепадів тисків у водопровідних мережах, яка може бути використана при управлінні поточкорозподілом з урахуванням особливості експлуатації об'єктів ЖКГ в Україні. Враховуючи зношеність мереж, було б раціонально максимально знижувати тиск, який був би достатнім для нормального водоспоживання. Ці заходи сприяли б зменшенню втрат напору на витоки у мережі, що б в значній мірі знизило фінансові витрати у міських водопровідних господарствах.

Для контролю тиску в сучасних умовах використовують системи моніторингу, які базуються на відслідковуванні динаміки напорів у контрольних вузлах на водопровідній мережі. Межі змінення тиску в цих вузлах є основою для керування роботою водопровідних мереж. Вибір контрольних вузлів виконується на основі досвіду експлуатації водопровідної мережі, що не завжди є вдалим рішенням. Для кожного контрольного вузла диспетчером задаються найбільші $H_{i \max}$ та найменші $H_{i \min}$ припустимі значення тиску, з величиною яких порівнюються замірені значення H_i . На основі цього визначаються знак та тривалість відхилень ΔH_i від припустимих параметрів:

$$\Delta H_i = H_i - H_{i \max} > 0, \quad \Delta H_i = H_i - H_{i \min} < 0$$

Диспетчер приймає оперативні рішення, якщо величина монотонних відхилень та їх тривалість більші за припустимі значення.

Для визначення величини корегуючого впливу найчастіше користуються трьома ситуаційними варіантами. При спостереженні монотонних і тривалих відхилень тиску $\Delta H_i > 0$, коли тиск в одному або декількох контрольних вузлах більший за ΔH_{\max} за диктуючий приймають вузол з найменшим відхиленням ΔH_i , а величина корегуючого впливу становить $\Delta H_i + H_{i \max} - H_{i \min}$. В ситуації, коли тиск в одному або декількох контрольних вузлах менший за припустимий $H_{i \min}$, тобто спостерігаються монотонні і тривалі відхилення $\Delta H_i < 0$, за диктуючий приймається вузол з найбільшим за величиною відхиленням, тобто з найменшим значенням тиску, а величина корегуючого впливу становить ΔH_i . Більш складною для визначення корегуючого впливу є ситуація, коли в одних контрольних вузлах спостерігаються монотонні і тривалі відхилення $\Delta H_i > 0$, а в інших - $\Delta H_i < 0$. В цьому випадку слід прийняти за контрольний вузол з найменшим тиском, тобто з найбільшим відхиленням $\Delta H_i < 0$. Така ситуація потребує аналізу поточкорозподілу з метою

встановлення необхідності і доцільності визначення зон живлення мережі. Враховуючи той факт, що на встановленій зоні живлення можуть знаходитись вузли, як з $\Delta H_i > 0$, так і з $\Delta H_i < 0$, за величину корегуючого впливу слід прийняти величину ΔH_i .

Корегуючий вплив здійснюється в результаті змінення тиску та подачі насосів шляхом змінення числа обертів робочого колеса насосу або шляхом часткового або повного закриття засувки на водопровідних магістралях. Використання першого методу не приводить до втрат потужності та сприяє економії електроенергії. Але при цьому виникають складнощі технічного характеру, що перш за все пов'язується з ускладненням конструкції електродвигуна та погіршенням його механічних характеристик. Метод корегування тиску за допомогою засувки більш простий в технічному виконанні, але при дроселюванні втрачається частина потужності:

$$\Delta N = \frac{\rho \times g \times Q_H \times h_{3c}}{1000 \times \eta_H},$$

де ρ - густина рідини, кг/м³; g - прискорення вільного падіння, м/с²; Q_H - подача насосу при закритій засувці, м; h_{3c} - втрати напору у засувці, м; η_H - ККД насосу під час подачі Q_H .

Перерозподіл потоків у мережі здійснюється шляхом дроселювання. Запірно-регулююча функція засувки на напірному трубопроводі насосної станції зводиться до зміщення робочої точки (т.А) насосу від Q_{A2} до Q_{A1} , що відповідають оптимальним значенням ККД насосу (рис.1).

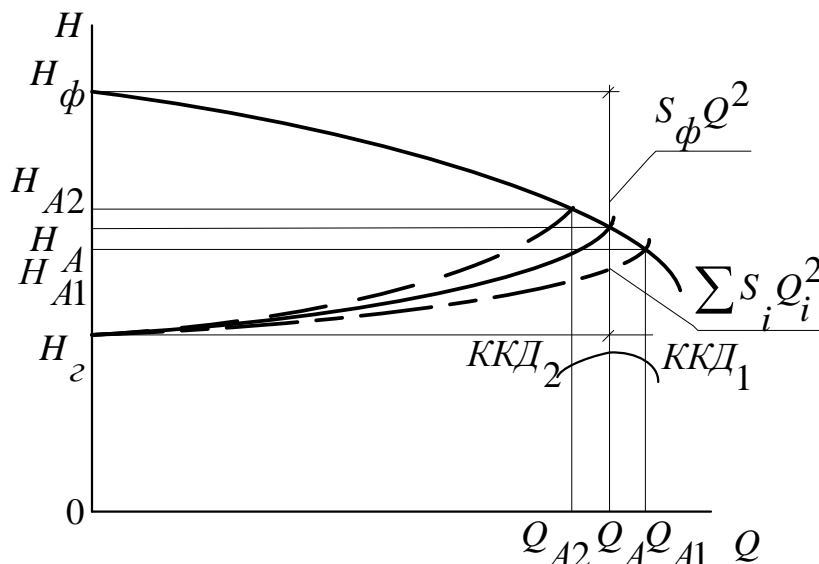


Рис. 1 - Змінення положення робочої точки насосу при регулюванні тиску. Напір в робочій точці А визначається наступними залежностями:

$$H_\phi - s_\phi Q_A^2 = H_2 + \sum s_i Q_i^2,$$

де H_{ϕ} - фіктивний максимальний напір насосу при $Q=0$, м; H_2 - геометрична висота підйому, м; S_{ϕ} - фіктивний опір насосу, $(\text{с/л})^2\text{м}$; $\sum S_i Q_i^2$ - сумарні втрати напору в мережі.

Для того, щоб компенсувати можливі перепади напору в мережі необхідно, щоб технічні можливості насосного обладнання в межах робочої зони дозволяли це зробити. Це можливо, коли на насосній станції в момент регулювання існує зайвий напір.

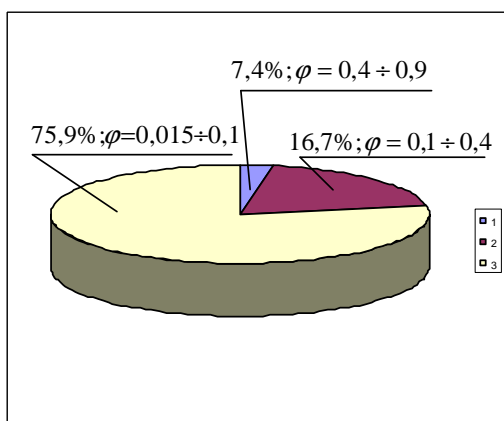
Можливість зміни подачі та напору насосу в межах робочої зони характеризується коефіцієнтом ϕ , який визначається характеристикою $H = f(Q)$.

$$\phi = \frac{H_{A2} - H_{A1}}{Q_{A1} - Q_{A2}},$$

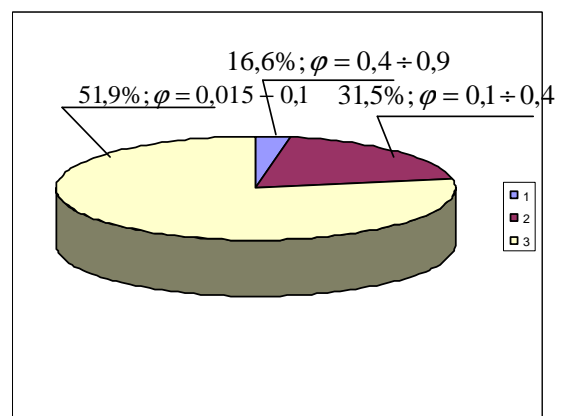
де H_{A1}, H_{A2} - величини напору, що відповідають граничним значенням ККД насосу в межах робочої зони, м; Q_{A1}, Q_{A2} - величини подачі насосу, які відповідають граничним значенням ККД в межах робочої зони, л/с.

Щоб оцінити можливості насосного обладнання, були проаналізовані технічні параметри 107 горизонтальних відцентрових насосів: серед них були розглянуті технічні характеристики насосів типу Д і К, які випускаються Сумським машинобудівельним заводом, насосів типу К виробництва компанії "Calpeda" (Італія). За результатами попереднього аналізу існує насосне обладнання з урахуванням значення коефіцієнту ϕ було розбито на три групи (рис. 2):

а) $\phi = 0,015 - 0,1$; б) $\phi = 0,1 - 0,4$; в) $\phi = 0,4 - 0,9$.



а)



б)

Рис. 2 - Відсотковий розподіл насосного обладнання:

а) насоси типу Д; б) насоси типу К

Технічні параметри насосного обладнання першої групи дозволяють компенсувати перепад тиску ΔH_i в межах від 1 до 18,5 м при зміні подачі ΔQ_i від 105 до 853 л/с для насосів тип Д та при $\Delta Q_i = 0,53 - 16,7$ л/с для насосів типу

К. Це, головним чином, насоси типу Д великої продуктивності з подачею від 1000 до 6300 м³/год та насоси типу К з подачею від 15 до 168 м³/год.

Насоси другої групи характеризуються значеннями $\Delta H_i = 1,6-24$ м при $\Delta Q_i = 9,61-137,5$ л/с для насосів типу Д та $\Delta Q_i = 0,44-13,3$ л/с для насосів типу К.

Це насоси типу Д з подачею від 116 до 800 м³/год та насоси типу К з подачею $Q = 2-290$ м³/год.

Насоси третьої групи дозволяють компенсувати перепад тиску 8,5 до 15 м при зміні подачі від 13 до 20 л/с, це насоси з подачею від 90 до 500 м³/год.

Таким чином, аналіз технічних параметрів насосного обладнання показав, що насоси, які випускаються сучасними виробниками, дозволяють повністю компенсувати перепади тиску у водопровідних мережах.