

думка, 1987. – 829 с.

3.Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

4.Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною: ВНТП-АПК-09.09. – К.: Мін-во аграрної політики України, 2006. – 100 с.

5.Водоподготовка. Процессы и аппараты / Под ред. д-ра техн. наук, проф. И.О. Мартыновой. – М.: Атомиздат, 1977. – 349 с.

6.Химия промышленных сточных вод: Пер. с англ. – М.: Химия, 1983. – 360 с.

7.Романков П.Г. Массообменные процессы химической технологии / П.Г. Романков, Н.Б. Рашковская, В.Ф. Фролов. – Л.: Химия, 1975. – 333 с.

Отримано 29.02.2012

УДК 628.14

В.Г.НОВОХАТНІЙ, канд. техн. наук, С.О.КОСТЕНКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРИ ПОЧАСОВОМУ РЕЗЕРВУВАННІ

Обґрунтовано застосування почасового резерву у групових водопроводах.

Обосновано применение почасового резерва в групповых водопроводах.

The application of the hourly reserve in group water pipelines.

Ключові слова: надійність, почасовий резерв, груповий водопровід.

Резервування із застосуванням резервів часу достатньо широко використовується у системах водопостачання. Реалізується цей принцип шляхом використання ємкостей, в яких зберігається резервний запас води на час ремонту окремих елементів або споруд. Проаналізуємо використання почасового резерву у групових водопроводах, коли резервуари чистої води входять складовою частиною до рекупераційних вузлів. Груповий водопровід – це водопровід, який подає воду споживачам декількох населених пунктів [1]. При забезпеченні необхідного напору в кінцевих населених пунктах маємо перевищення напору в тих населених пунктах, які знаходяться на початку групового водопроводу. Це призводить до збільшення кількості пошкоджень труб їх водопровідної мережі. Для зменшення напорів улаштовують рекупераційні вузли на початку мережі кожного такого населеного пункту [2].

Визначимо надійність водопостачання у груповому водопроводі за відсутності та наявності рекупераційних вузлів. При відсутності рекупераційного вузла (рис.1) подавання води у водопровідну мережу населеного пункту здійснюється насосною станцією 2-го підняття (НС-2) через магістральний водогін групового водопроводу. НС-2 та ділянки цього водогону поєднані послідовно, з точки зору надійності. Тоді параметр

потоків відмов системи “НС-2 – магістральний водогін □ мережева засувка” дорівнює $\omega = \omega_{HC-2} + \sum_{i=1}^n \omega_{0i} l_i + \omega_{зм}$, де ω_{HC-2} , $\omega_{зм}$ – параметри потоків відмов НС-2 та мережевої засувки; ω_0 – питомий параметр потоків відмов труб; l_i – довжина i -ї ділянки магістрального водогону; n – кількість ділянок водогону від НС-2 до мережевої засувки.

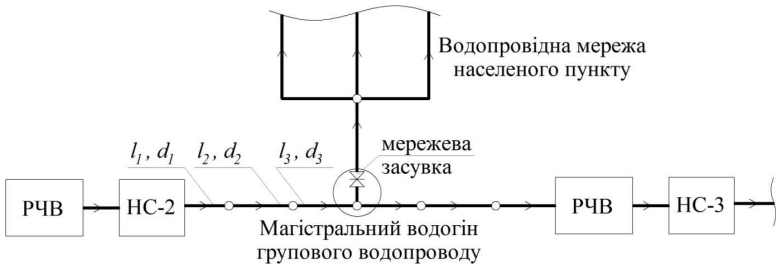


Рис.1 – Схема групового водопроводу без рекупераційного вузла

$$\text{Середнє напрацювання на відмову } T = \frac{1}{\omega_{HC-2} + \sum_{i=1}^n \omega_{0i} l_i + \omega_{зм}}.$$

Середній час відновлення працездатності подавального комплексу

$$T_B = \frac{\omega_{HC-2} T_{B_{HC-2}} + \omega_T T_{B_T} + \omega_{зм} T_{B_{зм}}}{\omega_{HC-2} + \omega_T + \omega_{зм}},$$

де $T_{B_{HC-2}}$, T_{B_T} , $T_{B_{зм}}$ – середній час відновлення працездатності, відповідно, НС-2, труб ділянок водогону, мережевої засувки.

Розглянемо схему групового водопроводу з рекупераційним вузлом (рис.2). Улаштування рекупераційного вузла зменшує напір до допустимого та створює додатковий запас води у РЧВ, який використовують для гасіння пожежі або під час ремонту НС-2 чи магістрального водогону.

Побудуємо формули для розрахунку надійності. Спочатку укрупнимо елементи шляхом їх поєднання з урахуванням наслідків відмов елементів. Зважаючи на мішане поєднання елементів, застосуємо для розрахунків надійності метод вкладів. Обчислимо параметри потоків відмов укрупнених елементів:

$$\omega_1 = \omega_{HC-2} + \omega_T + 2\omega_{зм} + \omega_e; \quad \omega_2 = \omega_n + \omega_k + \omega_{зм}; \quad \omega_3 = 6\omega_{зм},$$

де ω_{HC-2} , ω_T , $\omega_{зм}$, ω_e – параметри потоків відмов, відповідно, НС-2,

труб водогону [4], мережевої засувки, гідроелеватора.

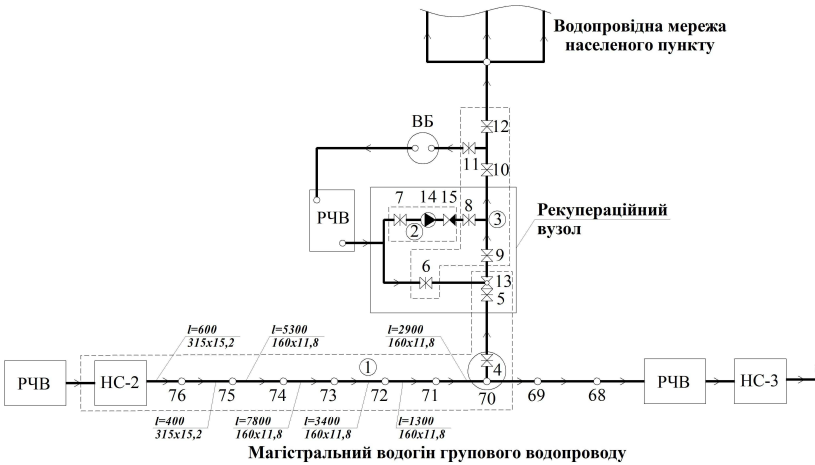


Рис.2 – Схема групового водопроводу з рекуперативним вузлом

Середній час відновлення працездатності укрупнених елементів:

$$T_{B_1} = \frac{\omega_{HC-2} T_{B_{HC-2}} + \omega_T T_{B_T} + 2\omega_{3M} T_{B_{3M}} + \omega_e T_{B_e}}{\omega_{HC-2} + \omega_T + 2\omega_{3M} + \omega_e};$$

$$T_{B_2} = \frac{\omega_n T_{B_n} + \omega_k T_{B_k} + \omega_{3M} T_{B_{3M}}}{\omega_n + \omega_k + \omega_{3M}}; \quad T_{B_3} = \frac{6\omega_{3M} T_{B_{3M}}}{6\omega_{3M}} = T_{B_{3M}},$$

де $T_{B_{HC-2}}$, T_{B_T} , $T_{B_{3M}}$, T_{B_e} – середній час відновлення працездатності, відповідно, НС-2, труб водогону, мережевої засувки, гідроелеватора.

Коефіцієнт простою 2-го укрупненого елемента $K_{П_2} = \omega_2 T_{B_2}$. Вклади укрупнених елементів у потік відмов подавального комплексу $v_1 = \omega_1 K_{П_2}$; $v_3 = \omega_3$. Укрупнений елемент ② знаходиться у ненавантаженому резерві і тому не відмовляє, але він може знаходитись у ремонті. Параметр потоку відмов подавального комплексу $\omega = v_1 + v_3$. Напрацювання на відмову $T = 1/\omega$.

Середній час відновлення працездатності комплексу

$$T_B = \frac{v_1 T_{B_1} + v_3 T_{B_3}}{\omega}.$$

Для визначення надійності та порівняння виконаємо приклади розрахунку.

Варіант I □ без рекуперативного вузла

Параметр потоку відмов комплексу “НС-2 – ділянки водогону”

$$\omega = \omega_{\text{НС-2}} + \omega_T + \omega_{\text{зм}} = (12,547 + 10,85 + 0,15) \cdot 10^{-4} = 23,547 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год,}$$

де $\omega_{\text{НС-2}} = 12,547 \text{ 1/год}$ – параметр потоку відмов НС-2; $\omega_{\text{зм}} = 0,15 \cdot 10^{-4}$

1/год – параметр потоку відмов мережевої засувки [3],

$$\omega_T = 0,44(0,6 + 0,4 + 5,3 + 7,8 + 3,4 + 1,3 + 2,9 + 0,1) = 10,85 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год –}$$

параметр потоку відмов труб водогону.

$$\text{Напрацювання на відмову комплексу } T = \frac{1}{23,547 \cdot 10^{-4}} = 524,7 \text{ год.}$$

Середній час відновлення працездатності подавального комплексу

$$T_B = \frac{(12,547 \cdot 12 + 10,85 \cdot 8 + 0,15 \cdot 25) \cdot 10^{-4}}{(12,547 + 10,85 + 0,15) \cdot 10^{-4}} = 10,24 \text{ год.}$$

$$\text{Коефіцієнт готовності комплексу } K_I^I = \frac{424,7}{424,7 + 10,24} = 0,97646.$$

$$\text{Коефіцієнт простою комплексу } K_{II}^I = 1 - K_I^I = 0,02354.$$

Варіант II □ з рекуперативним вузлом

Параметр потоку відмов укрупнених елементів

$$\omega_1 = (12,547 + 10,85 + 0,3 + 1,43) \cdot 10^{-4} = 25,127 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год;}$$

$$\omega_2 = (3,33 + 1,43 + 0,15) \cdot 10^{-4} = 4,91 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год;}$$

$$\omega_3 = 6 \cdot 0,15 \cdot 10^{-4} = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год,}$$

де $\omega_H = 3,33 \cdot 10^{-4}$, $\omega_\epsilon = 1,43 \cdot 10^{-4}$, $\omega_K = 1,43 \cdot 10^{-4}$ – параметри потоку відмов, відповідно, насосного агрегату, гідроелеватора, зворотного клапана.

Середній час відновлення працездатності укрупнених елементів:

$$T_{B_1} = \frac{(12,547 \cdot 12 + 10,85 \cdot 8 + 2 \cdot 0,15 \cdot 25 + 1,43 \cdot 10) \cdot 10^{-4}}{(12,547 + 10,85 + 2 \cdot 0,15 + 1,43) \cdot 10^{-4}} = 10,31 \text{ год;}$$

$$T_{B_2} = \frac{(3,33 \cdot 60 + 1,43 \cdot 10 + 0,15 \cdot 25) \cdot 10^{-4}}{(3,33 + 1,43 + 0,15) \cdot 10^{-4}} = 44,4 \text{ год; } T_{B_3} = T_{B_{\text{зм}}} = 25 \text{ год,}$$

де $T_{B_{\text{НС-2}}} = 12 \text{ год}$, $T_{B_T} = 8 \text{ год}$, $T_{B_{\text{зм}}} = 25 \text{ год}$, $T_{B_\epsilon} = 10 \text{ год}$ – середній час відновлення працездатності НС-2, труб водогону, засувки, гідроелеватора.

Коефіцієнт простою 2-го укрупненого елементу

$$K_{II_2} = \omega_2 T_{B_2} = 4,91 \cdot 10^{-4} \cdot 44,4 = 0,0218.$$

Вклади укрупнених елементів у потік відмов подавального комплексу:

$$v_1 = \omega_1 K_{II_2} = 25,127 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0218 = 0,548 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год};$$

$$v_3 = \omega_3 = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год}.$$

Параметр потоку відмов подавального комплексу

$$\omega = v_1 + v_3 = (0,548 + 0,9) \cdot 10^{-4} = 1,448 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год}.$$

Напрацювання на відмову подавального комплексу $T = 6906$ год.

Середній час відновлення працездатності подавального комплексу

$$T_B = \frac{(0,548 \cdot 10,31 + 0,9 \cdot 25) \cdot 10^{-4}}{1,448 \cdot 10^{-4}} = 19,4 \text{ год}.$$

Коефіцієнт готовності комплексу

$$K_G^{II} = \frac{6906}{6906 + 19,4} = 0,9972.$$

Коефіцієнт простою подавального комплексу

$$K_{II}^{II} = 1 - 0,9972 = 0,0028.$$

Таким чином, рекупераційний вузол збільшує кількість працездатних станів і тому безвідмовність зросла у 16,3 рази, але ремонтпридатність зменшилась у 1,9 разів. За коефіцієнтом простою надійність збільшилась у 8,4 рази.

1. ДСТУ 2569-94. Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення.

2. Тугай А.М. Водопостачання / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

3. Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды / Ю.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.

4. Кузенков Е.В. Обеспечение надежности и долговечности сетей водоснабжения и водоотведения с использованием труб из высокопрочного чугуна / Е.В. Кузенков // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2004. – №7. – С.15-19.

Отримано 29.02.2012

УДК 628.32

А.В.ПРОКОПЕНКО, С.Е.НИКУЛИН, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

По результатам лабораторных исследований определено влияние параметров скорости и продолжительности перемешивания вод на величину карбонатных отложений. Дана оценка эффективности ингибирования солей карбоната кальция при различных температурах, концентрациях взвешенных веществ и щелочности.