

УДК 614.8

ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ ПОЖЕЖНИХ ВОДОЙМИЩ

Петухова О.А.¹, к.т.н., доц.; Добринська В.Є.¹; Кулеш Д.П.¹

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Експлуатація ємнісних елементів безводопровідного водопостачання в режимі очікування та при виконанні їх функціонального призначення може мати значний вплив на навколишнє середовище. Відповідно до вимог нормативних документів, реальних обставин мирного життя та особливо в умовах воєнного стану використання елементів безводопровідного водопостачання для забезпечення успішного гасіння пожеж є актуальним. Реалізація цього можлива багатьма способами, одним з яких є влаштування пожежних водоймищ (ПВ) або пожежних резервуарів. Основними вимогами до таких елементів є наявність достатньої для успішного гасіння пожежі кількості води у будь-яку пору року, пристосування цих елементів до можливості забору з них води пожежною технікою та наявність показників, на яких вказується об'єм доступної кількості води та кількість пожежної техніки, яка може одночасно встановлюватися на майданчику біля водоймищ [1-3].

Забезпечення надійної роботи пожежних резервуарів здійснюється на всіх етапах їх життя: при проєктуванні (додержанням вимог нормативних документів), при будівництві (реалізацією всіх запроєктованих рішень) та під час експлуатації (постійним виконанням умов безпечної експлуатації та вчасним проведенням відповідного технічного обслуговування).

На етапі проєктування ПВ обов'язковими вимогами є наступні [1]: об'єм ПВ визначається з урахуванням розрахункових витрат води, тривалості гасіння пожежі, можливого випаровування та утворення льоду (для відкритих ПВ); повинний бути забезпечений вільний під'їзд пожежних машин з майданчиками (пірсами), а поблизу встановлені показники; кількість ПВ повинна бути не менш двох, при цьому в кожному з них слід зберігати 50 % об'єму води на пожежогасіння; відстань від ПВ до об'єктів захисту повинна бути не більше 100 ÷ 200 м (залежно від наявності пожежних автомобілів з пожежними насосами або мотопомп), не менш 10 ÷ 40 м (залежно від ступеню вогнестійкості та інших характеристик найближчих будівель).

Реалізація цих вимог при побудуванні та експлуатації ПВ може забезпечити їх тривалу безпечну для навколишнього середовища та надійну роботу, а також виконання всіх призначень, але існують ще багато способів та напрямків підтримання надійної роботи ПВ, одним з яких є об'єднання за призначенням водоспоживачів, що підключені до водоймища. Реалізація цього напрямку забезпечить постійну працездатність ПВ та відповідну надійність його з забезпечення умов успішного гасіння пожежі.

При проєктуванні ПВ, що обслуговують декількох водоспоживачів (господарсько-питні або виробничі потреби, пожежогасіння), їх об'єм розраховується ([1], п. 13.1.1):

$$W_{\text{ПВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3, \quad (1)$$

де $W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм, м³;
 $W_{\text{нз}}$ – об'єм недоторканного запасу води, м³.

Розрахунок регулюючого об'єму ПВ здійснюється табличним або аналітичним способами [2]. В залежності від місця розташування ПВ величина регулюючого об'єму може змінюватися в значному діапазоні. Економічно обґрунтованим варіантом є такий, при якому величина регулюючого об'єму не перебільшує 20 % від добового водоспоживання всіх підключених водоспоживачів.

Для визначення регулюючого об'єму резервуарів проводиться аналіз режиму споруд, які забезпечують подачу води до ПВ та забір води з нього. Реалізація табличного способу виконується заповненням відповідної таблиці, в якій аналіз наповнення – спорожнення ПВ здійснюється щогодини протягом доби. За результатами цього аналізу визначається коефіцієнт нерівномірності, який дозволяє визначити величину регулюючого об'єму за формулою:

$$W_{\text{рег}} = \frac{K Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де $K = (\max " + ") + (|\max " - |)$ – коефіцієнт, що складається зі значень, які визначені за результатами останньої колонки таблиці 1;

$Q_{\text{розр}}$ – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, м³/доб.

При недостатності даних щодо режимів роботи споруд до та після ПВ, розрахунок регулюючого об'єму здійснюється за формулою:

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{розр}} \left[1 - K_{\text{н}} + (K_{\text{год}} - 1) \left(\frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{год}}} \right)^{\frac{K_{\text{год}}}{(K_{\text{год}} - 1)}} \right], \text{ м}^3, \quad (3)$$

де $K_{\text{н}}$ – відношення максимального годинного наповнення ПВ до середньої годинної витрати у добу максимального водоспоживання;

$K_{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності відбору води з ПВ, який визначається як відношення максимального годинного відбору води з ПВ до середньої годинної витрати у добу максимального водоспоживання.

Таким чином, є три варіанти визначення регулюючого об'єму ПВ:

– перший варіант: регулюючий об'єм ПВ дорівнює 20 % добового водоспоживання;

– другий варіант: регулюючий об'єм ПВ розраховується за формулою (2), в якій коефіцієнт визначається табличним способом;

– третій варіант: регулюючий об'єм ПВ розраховується за формулою (3).

Для проведення аналізу доцільності використання будь-якого з варіантів, був виконаний розрахунок регулюючого об'єму резервуару, який розташований між насосними станціями першого та другого підйомів поблизу населеного пункту з розрахунковою витратою води за добу максимального водоспоживання: $Q_{\text{розр}} = 6800 \text{ м}^3/\text{доб}$.

За першим варіантом регулюючий об'єм ПВ становить наступне:

$$W_{\text{рег}} = \frac{20 \cdot Q_{\text{розр}}}{100} = \frac{20 \cdot 6800}{100} = 1360 \text{ м}^3.$$

Для реалізації другого варіанту заповнюється таблиця 1.

Таблиця 1 – Другий варіант визначення регулюючого об'єму ПВ

Години доби	Режим роботи споруди, що подає воду до ПВ, %	Режим роботи споруди, що забирає воду з ПВ, %	Погодинне наповнення (+) – спорожнення (-) ПВ, %	Залишок у ПВ, %
0 – 1	4,16	1,5	2,66	2,66
1 – 2	4,16	1,5	2,66	5,32
2 – 3	4,16	4,567	-0,407	4,913
3 – 4	4,16	4,567	-0,407	4,506
4 – 5	4,16	4,567	-0,407	4,099
5 – 6	4,16	1,5	2,66	6,759
6 – 7	4,16	4,567	-0,407	6,352
7 – 8	4,16	4,567	-0,407	5,945
8 – 9	4,17	4,567	-0,397	5,548
9 – 10	4,17	4,567	-0,397	5,151
10 – 11	4,17	4,567	-0,397	4,754
11 – 12	4,17	4,567	-0,397	4,357
12 – 13	4,17	4,567	-0,397	3,96
13 – 14	4,17	4,566	-0,396	3,564
14 – 15	4,17	7,5	-3,33	0,234
15 – 16	4,17	7,5	-3,33	-3,096
16 – 17	4,17	7,5	-3,33	-6,426
17 – 18	4,17	4,566	-0,396	-6,822
18 – 19	4,17	4,566	-0,396	-7,218
19 – 20	4,17	4,566	-0,396	-7,614
20 – 21	4,17	4,566	-0,396	-8,01
21 – 22	4,17	1,5	2,67	-5,34
22 – 23	4,17	1,5	2,67	-2,67
23 – 24	4,17	1,5	2,67	0
Всього	100	100	–	–

За результатами розрахунку таблиці 1 визначається коефіцієнт К:

$$K = (\max^{+}) + (|\max^{-}|) = 6,759 + 8,01 = 14,769$$

де $\max^{+} = 6,759$ – найбільше позитивне число останньої колонки;
 $\max^{-} = 8,01$ – найбільше за модулем негативне число.
 Регулюючий об'єм ПВ визначається:

$$W_{\text{рег}} = \frac{K \cdot Q_{\text{розр}}}{100} = \frac{14,769 \cdot 6800}{100} = 1004 \text{ м}^3.$$

За третім варіантом регулюючий об'єм ПВ визначається:

$$W_{\text{рег}} = 6800 \left[1 - 1 + (1,8 - 1) \left(\frac{1}{1,8} \right)^{\frac{1,8}{(1,8-1)}} \right] = 1450 \text{ м}^3,$$

де $K_n = 1$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність подачі води до ПВ;
 $K_{\text{год}} = 1,8$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність забору води з ПВ.

Аналіз результатів розрахунку регулюючого об'єму ПВ за трьома варіантами показав, що для прийнятого прикладу, різниця у значеннях складає:

- між варіантом 1 та 2: 26 %;
- між варіантом 1 та 3: 6 %;
- між варіантом 2 та 3: 30 %.

Зрозуміло, що при реалізації табличного способу розрахунку враховується фактичний режим роботи споруд до та після ПВ, тому результат розрахунку є мінімальним та при цьому таким, що фактично забезпечить умови успішного гасіння пожежі. При недостатності даних для реалізації такого способу розрахунку, буде використаний варіант 1 або 3, що значно збільшить капітальні затрати на побудування ПВ та вартість експлуатаційних затрат за багатьма причинами, однією з яких є щодобові втрати води із-за неточності розрахунків.

Зменшення можливого впливу на навколишнє середовище, надійність роботи ПВ забезпечується на стадії їх проектування, при будівництві та під час експлуатації. Об'єднання водоспоживачів, що обслуговуються ПВ, при правильному визначенні основних розрахункових характеристик ПВ, забезпечують виконання умов їх безпечної для навколишнього середовища експлуатації та успішного пожежогасіння. Реалізація трьох варіантів визначення регулюючого об'єму ПВ показала, що результат коливається в межах 6 – 30 %, що значно впливає на вартість будівництва та експлуатації ПВ, при цьому надійність, ефективність та безпечність не змінюються, а ПВ здатне зберігати достатню кількість води для забезпечення умов успішного гасіння пожежі знаходячись в постійно працездатному стані.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 01-01-14]. – Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. (Державні будівельні норми України).
2. Петухова О.А., Горносталя С.А., Уваров Ю.В. Спеціальне водопостачання: підручник. Харків: НУЦЗУ, 2015. 256 с.
3. Петухова О.А., Добринська В.Є. Влаштування пожежних водоймищ та їх вплив на екологічну та техногенну безпеку територій. *Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій-2022: 2022 рік: матеріали І Міжнародної наук.-практ. конф., 26–27 травня 2022 р.* Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. С. 472-474