

**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЖЕЖНИХ ВОДОЙМИЩ**

Петухова Олена Анатоліївна,
к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри
Черепаша Ростислав Елійович,
старший викладач
Добринська Валерія Євгеніївна
Кулеш Дарина Петрівна
Студентки
Національний університет цивільного захисту України
м. Харків, Україна

Анотація: Проаналізовано способи визначення основних характеристик пожежних водоймищ, що впливають на успішність їх функціонального використання; визначено, що одним зі способів забезпечення їх надійної працездатності є об'єднання різних за призначенням водоспоживачів, що обслуговуються таким водоймищем; наведено результати дослідження впливу коефіцієнтів максимального годинного забору та подачі води на значення регулюючого об'єму водоймища та відповідно його основних характеристик.

Ключові слова: пожежне водоймище, регулюючий об'єм, недоторканий запас води, коефіцієнт годинної нерівномірності.

Використання пожежних водоймищ дозволяє успішно вирішувати задачі успішного гасіння пожеж в умовах дефіциту води, що пов'язано з різними причинами мирного часу, а на сьогоднішній день, з бойовими діями. Для цього необхідно забезпечувати постійне підтримання пожежних водоймищ (ПВ) в працездатному стані. Одним з напрямків реалізації цього є об'єднання різних за призначенням водоспоживачів, що обслуговуються таким водоймищем. За таких обставин, розрахунок необхідного об'єму ПВ зводиться до визначення недоторканого запасу води (на потреби пожежогасіння та на потреби

підключених інших споживачів протягом визначеного терміну гасіння пожежі) та визначення величини регулюючого об'єму [1, с. 179].

Метою роботи є проведення аналізу порядку визначення основних характеристик пожежних водоймищ, виявлення параметрів, що впливають на об'єм ПВ та запропонування дій, реалізація яких забезпечить вдосконалення методики визначення об'єму ПВ для різних вихідних даних та підвищить ефективність використання таких споруд для успішного гасіння пожеж.

Забезпечення надійної роботи пожежних резервуарів здійснюється на всіх етапах їх життя: при проектуванні (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 проектування ПВ обов'язковими вимогами є наступні [1, с. 180]: 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 покажчики [2, с. 17]; 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 та надійну роботу [3, с. 3], а також виконання всіх призначень [4, с. 474], але існують ще багато способів та напрямків підтримування 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 [5, с. 38].

При проектуванні ПВ, що обслуговують декількох водоспоживачів

(господарсько-питні або виробничі потреби, пожежогасіння), їх об'єм розраховується ([6], с. 108):

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

де $W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм, м^3 ;

$W_{\text{НЗ}}$ – об'єм недоторканного запасу води, м^3 .

Розрахунок регулюючого об'єму ПВ здійснюється табличним або аналітичним способами. 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 реалізації табличного розрахунку;

$Q_{\text{розр}}$ – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, $\text{м}^3/\text{доб}$.

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

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

де K_H – відношення максимального годинного наповнення ПВ до середньої годинної витрати у добу максимального водоспоживання;

$K_{год}$ – 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 заданою розрахунковою витратою води за добу максимального водоспоживання.

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. Варіант розрахунку ПВ, що встановлений між насосними станціями, не є найгіршим з точки зору поповнення ПВ та відповідно можливості забезпечення успішного гасіння пожежі з нього, тому для

дослідження факторів, що мають найбільший вплив на адекватність розрахунків, було виконано визначення регулюючого об'єму ПВ для однакових початкових умов за двома варіантами, що передбачають недостатність вихідних даних для реалізації табличного способу, при значеннях коефіцієнтів нерівномірності подачі та забору води з ПВ в межах, що відповідають реальним сучасним умовам експлуатації.

Так, при розрахункових витратах $Q_{розр} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$, $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$ або $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$, нерівномірності подачі води до ПВ в межах 4 – 8 %, а забору – 5 – 10,4 %, регулюючий об'єм ПВ може складати:

– для першого варіанту розрахунку (20 %): 200 м^3 , 1000 м^3 та 2000 м^3 відповідно;

– для розрахунку за формулою (3): від 100 до 25000 м^3 (рис.1).

Вплив коефіцієнтів нерівномірності подачі води до ПВ та забору води з нього окремо на значення регулюючого об'єму наведений на рис.2.

Аналіз показав (рис. 2), що в залежності від значень коефіцієнтів нерівномірності подачі та забору воли з ПВ величина регулюючого об'єму може змінюватися від 100 до 25000 м^3 , що в свою чергу впливає на вартість споруди та складність її будування та експлуатації, але практично не впливає на реалізацію успішності функціонального призначення. Таким чином, вибір варіанту розрахунку регулюючого об'єму ПВ є впливовим фактором для обґрунтованого визначення його основних характеристик.

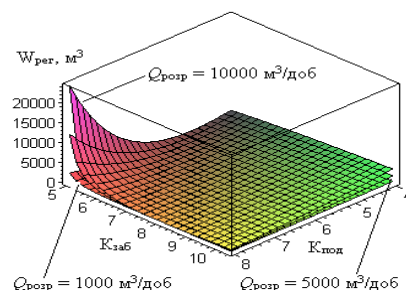


Рис. 1 – Залежність регулюючого об'єму ПВ $W_{рег}$ від коефіцієнту максимальної годинної подачі води до ПВ $K_{под}$ (4 – 8 %) та коефіцієнту максимального годинного забору води з ПВ $K_{заб}$ (5 – 10,4 %) для значень розрахункових витрат $Q_{розр} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$, $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$ та $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$

Було виконано дослідження впливу кожного коефіцієнта на регулюючий об'єм ПВ для значень розрахункових витрат $Q_{розр} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$, $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$ та $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$. Дослідження показало, що регулюючий об'єм ПВ при мінімальних значеннях коефіцієнту нерівномірності забору води (5 %) може змінюватися в межах від 100 до 25000 м^3 (рис.3 а), а при максимальних (10,4 %) – в межах 200 – 3500 м^3 (рис.3 б).

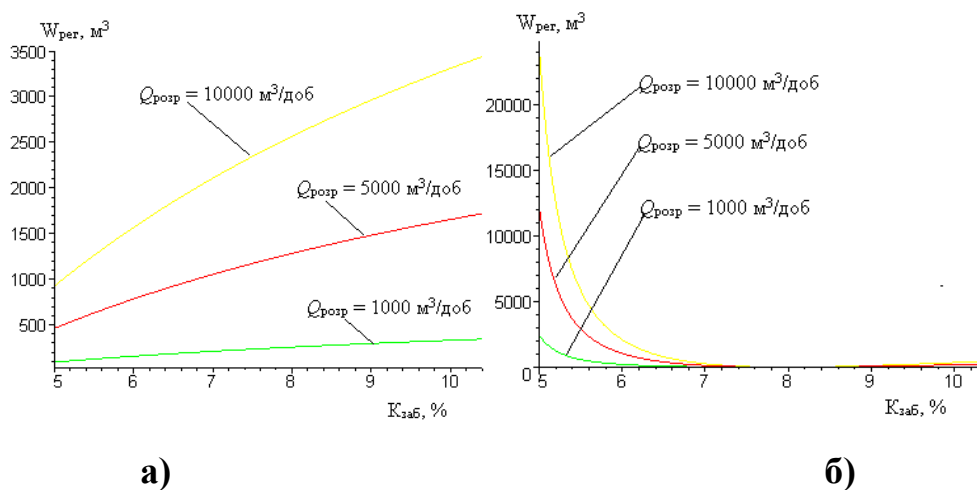


Рис. 2 – Залежність регулюючого об'єму ПВ $W_{рег}$ від коефіцієнту максимального годинного забору води з ПВ $K_{заб}$ (5 – 10,4 %) для значень розрахункових витрат $Q_{розр} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$, $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$ та $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$ при значенні коефіцієнта максимальної годинної подачі води до ПВ:

а) $K_{под}=4\%$; б) $K_{под} = 8 \%$

Таким чином, 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 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.

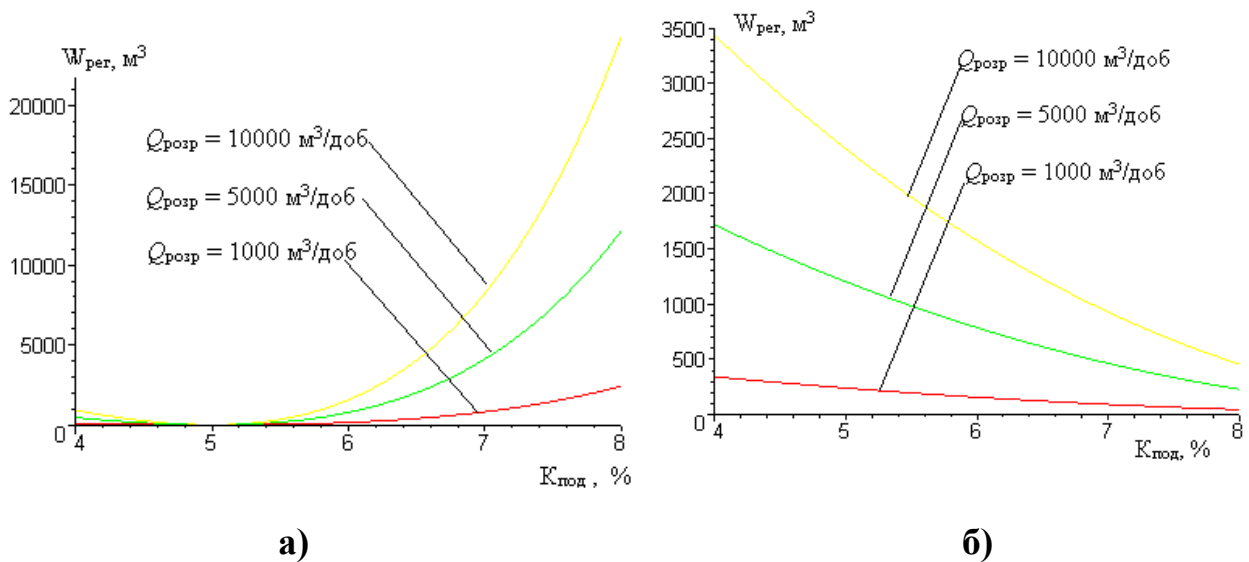


Рис. 3 – Залежність регулюючого об'єму ПВ $W_{\text{рег}}$ від коефіцієнту максимальної годинної подачі води до ПВ $K_{\text{под}}$ (4 – 8 %) для значень розрахункових витрат $Q_{\text{розр}} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$, $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$ та $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$ при значенні коефіцієнта максимального годинного забору води з ПВ:

а) $K_{\text{заб}} = 5 \%$; б) $K_{\text{заб}} = 10,4 \%$

ПВ є елементом системи водопровідного або безводопровідного водопостачання, що фактично може забезпечити умови успішного гасіння пожежі. Для підвищення надійності роботи ПВ доцільно орієнтувати його на одночасне обслуговування різних за призначенням водоспоживачів, обґрунтовано розраховуючи його об'єм, а саме величину недоторканого та регулюючого запасу води в ньому. Найбільш поширені три способи визначення регулюючого об'єму ПВ, реалізація яких дає значну розбіжність результатів розрахунку, що впливає на успішність їх функціонального використання. Найточніший результат можливо одержати за умовою відомих режимів роботи споруд до та після ПВ – реалізацією табличного способу розрахунку. При відсутності таких вихідних даних необхідно ретельно визначити коефіцієнти максимального годинного забору та подачі води, що мають значний вплив на величину регулюючого об'єму ПВ. За таких умов одержані результати розрахунку об'єму ПВ можуть наблизитись до результатів табличного способу, тобто до реальних фактично необхідних величин, а робота ПВ забезпечить надійне та успішне пожежогасіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. ДБН В.2.5-74:2013. [Чинний від 01.10.2-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 280 с. (Державні будівельні норми України).
2. Правила пожежної безпеки в Україні. НАПБ А.01.001-15 [Чинний від 30.12.2014]. – Х.: Форт, 2015. – 124 с.
3. Інструкція про порядок утримання, обліку та перевірки технічного стану джерел зовнішнього протипожежного водопостачання. [Чинний від 15.06.2015]. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0780-15>.
4. 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 I Міжнародної наук.-практ. конф., 26–27 травня 2022 р. Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. С. 472-474
5. Горносталь С. А. Особливості утримання та перевірки джерел протипожежного водопостачання / С. А. Горносталь, О. А. Петухова // Проблемы пожарной безопасности. - Вып.38. - Харьков: НУЦЗУ, 2015. - С. 38-42.
6. Петухова О. А., Горносталь С. А., Уваров Ю.В. Спеціальне водопостачання: підручник. Харків: НУЦЗУ, 2015. 256 с.