

Бондаренко С.М., к.т.н., доцент кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій

Мурин М.М., к.т.н., доцент кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій

Скляр І.Є., курсант 4 курсу спеціальність «Пожежна безпека», ОПП «Пожежна безпека»

ОПТИМІЗАЦІЯ ВАРТОСТІ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Національний університет цивільного захисту України

Досвід забезпечення пожежної безпеки об'єктів з масовим перебуванням людей показує, що найбільш ефективним, надійним і безпечним засобом протипожежного захисту є автоматичні системи водяного пожежогасіння (АСВП). Для протипожежного захисту приміщень торгово-розважальних центрів, театрів, аудиторій навчальних закладів, як правило, застосовують системи поверхневого гасіння. При цьому вода, подається в приміщення, що підлягає за допомогою системи розподільчих трубопроводів. Ефективність застосування систем водяного пожежогасіння багато в чому залежить від обраних параметрів розподільчої мережі. У питанні проектування цих систем відсутній єдиний підхід до формування розподільчих мереж і визначення оптимальних параметрів трубопроводів. Тому, застосування аналітичних виразів для визначення параметрів розподільчих мереж систем водяного пожежогасіння з урахуванням капітальних витрат, дозволить вирішити проблему підвищення надійності і ефективності засобів і устаткування пожежної безпеки об'єктів.

Проектування систем протипожежного захисту присвячені роботи [1, 2]. У них питання гідравлічного розрахунку систем водяного пожежогасіння розглянуті без урахування вартості трубопроводів системи.

У зв'язку з цим актуальним є отримання аналітичних виразів, які пов'язують параметри розподільчої мережі систем водяного пожежогасіння з капітальними витратами на облаштування АСВП.

Мета роботи підвищити ефективність автоматичних систем водяного пожежогасіння. Для досягнення поставленої мети необхідно отримати аналітичні вирази, які дозволять проводити розрахунок параметрів розподільчої мережі трубопроводів АСВП в залежності від кількості зрошувачів, діаметра ділянки трубопроводу і капітальних затрат на матеріали.

Витрата вогнегасної речовини (ВГР) з одного зрошувача визначається виразом:

$$q = I \cdot S_{OP}, \quad (1)$$

де I - необхідна інтенсивність подачі ВГР; S_{OP} - площа, що захищається одним зрошувачем.

Напір в розподільній мережі, визначається наступним виразом [3]:

$$H_B = \left(\frac{q}{k}\right)^2 + 6,05 \cdot 10^5 \cdot \frac{(q \cdot n)^{1,85}}{C^{1,85} \cdot Dy^{4,87}} \cdot L, \quad (2)$$

де k - коефіцієнт витрати через зрошувач; C - константа, що залежить від типу і стану труби (для сталевих труб $C = 120$); n - кількість зрошувачів, розміщених на ділянці трубопроводу; L - довжина ділянки.

Капітальні затрати на придбання трубопроводу складають:

$$C_K = m_B \cdot \Pi, \quad (3)$$

де m_B - маса трубопроводу; Π - вартість одного кілограма трубопроводу.

З урахуванням того, що ділянка трубопроводу можна уявити як порожній циліндр, масу можемо знайти з виразу:

$$m_B = \rho_{CT} \cdot L \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_H^2}{4} - \frac{\pi \cdot Dy^2}{4} \right), \quad (4)$$

де ρ_{CT} - щільність сталі; D_H - зовнішній діаметр трубопроводу, Dy - діаметр умовного проходу ділянки розподільчого трубопроводу;

Зовнішній і внутрішній діаметри трубопроводу пов'язані залежністю:

$$D_H = Dy + 2 \cdot h, \quad (5)$$

де h - товщина стінки трубопроводу.

Тоді формула (4) з урахуванням (5) після перетворення набуде вигляду:

$$m_B = \rho_{CT} \cdot L \cdot \pi \cdot h \cdot (h + Dy).$$

Перепишемо останній вираз щодо параметра L і підставимо в (2), тоді з урахуванням (3) отримаємо:

$$H = \left(\frac{q}{k} \right)^2 + k_2 \cdot \frac{(q \cdot n)^{1.85}}{Dy^{4.87}} \cdot \frac{C_K}{\pi \cdot \rho_{CT} \cdot \Pi} \cdot \frac{1}{h \cdot (Dy + h)},$$

де.

Перепишемо отриманий вираз щодо капітальних витрат C_K :

$$C_K = \frac{(H \cdot K^2 - q^2) Dy^{4.87}}{K^2 \cdot k_2 \cdot (q \cdot n)^{1.85}} \cdot \pi \cdot \rho_{CT} \cdot \Pi \cdot h \cdot (Dy + h) \quad (6)$$

При цьому значення тиску в розподільній мережі може перебувати в наступних межах:

$$\left(\frac{q}{K} \right)^2 < H_B < H_{\max} \quad (7)$$

де $H_{\max} = H_G - H_P$; H_G - граничне значення робочого тиску для сталевих трубопроводів; H_P - падіння тиску в трубопроводі, що підводить.

Діаметр трубопроводу пов'язаний з товщиною стінки h в рамках існуючого сортаменту труб сталевих електрозварних і труб водо-газопровідних. Так само значення діаметра повинно відповідати обмеженням, які забезпечують виконання умови нерозривності потоку в трубопроводі [3]:

$$\sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} \leq Dy \leq \sqrt{\frac{4 \cdot q \cdot n}{\pi \cdot v}}, \quad (8)$$

де v - швидкість руху ВГР по трубопроводу розподільчої мережі.

Витрата ВГР з одного зрошувача залежить від класу пожежної небезпеки захищеного приміщення і для об'єктів з масовим перебуванням людей становить не менше 60 л/хв.

Представимо вираз (6) як функцію чотирьох змінних $C_K(q, n, Dy, H)$, тоді урахуванням обмежень (7) - (8) отримаємо наступні залежності величини капітальних затрат на придбання трубопроводу від витрати ВГР (рис. 1, 2).

Аналіз залежностей дозволяє зробити висновок про існування зони значень витрати ВГР, при яких збільшення на один крок по сортаменту діаметра трубопроводу веде до зменшення капітальних затрат.

Аналіз результатів показав, що збільшення діаметра трубопроводу веде до зростання капітальних затрат при фіксованому значенні витрати ВГР. При значеннях витрати, які перевищують мінімальні необхідна витрата для об'єктів із середнім рівнем пожежної небезпеки на 10 ÷ 50%, економічно доцільно застосовувати трубопроводи діаметром на один крок більше за існуючим сортаментом.

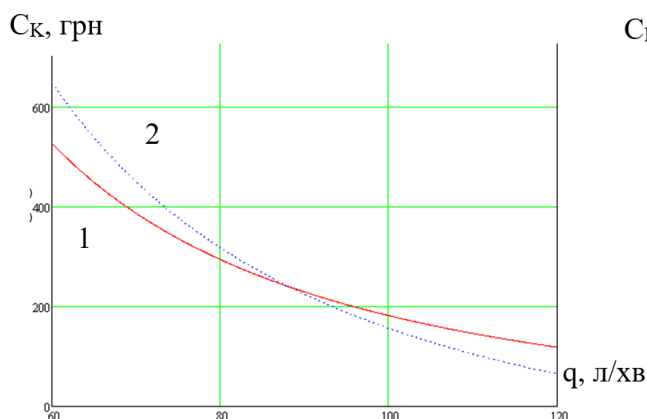


Рис. 1. Залежність величини капітальних затрат від витрати ВГР: 1 - при тиску 9,5 Бар, для 6 зрошувачів і діаметрі умовного проходу трубопроводу 25 мм; 2 - при тиску 3,5 Бар, для 6 зрошувачів і діаметрі умовного проходу трубопроводу 32 мм.

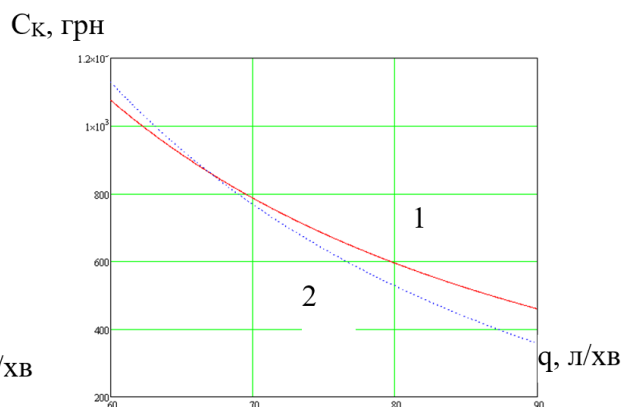


Рис. 2. Залежність величини капітальних затрат від витрати ВГР: 1 - при тиску 8 Бар, для 8 зрошувачів і діаметрі умовного проходу трубопроводу 32 мм; 2 - при тиску 2,7 Бар, для 8 зрошувачів і діаметрі умовного проходу трубопроводу 40 мм.

В роботі отримана математичні моделі, вартості розподільної мережі системи водяного пожежогасіння в залежності від витрати ВГР і кількості зрошувачів, діаметра умовного проходу трубопроводу з урахуванням обмежень на тиск в системі.

Перелік джерел посилання.

1. Кравцов М. Н. Определение характеристик системы орошения, необходимой для тушения пожаров в промышленных, сельскохозяйственных и других объектах – Х.: 2015. С. 127.
2. Мисюкевич Н. С. Методика гидравлического расчета трубопроводной сети установок водяного и пенного пожаротушения // Технологии безопасности. 2011. № 4. С. 9–10.
3. Антошкін О. А., Бондаренко С. М., Дерев'янку О. А. та інш. Сучасні системи автоматичного пожежогасіння. Х.: НУЦЗУ, 2018. С. 276. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/8497>

УДК 658.14.17

Валькова О.О., студентка освітньої програми «Економічна кібернетика»
Проскурович О.В., к.е.н., доцент кафедри автоматизованих систем і моделювання в економіці

ЗАСТОСУВАННЯ ТРЕНДОВИХ МОДЕЛЕЙ У ПРОГНОЗУВАННІ АСОРТИМЕНТУ

Хмельницький національний університет

За сучасного розвитку вітчизняної економіки слід більше уваги приділяти прогнозуванню виробничо-збутової діяльності підприємств переробної промисловості задля підвищення конкурентоспроможності їх продукції. Провідне місце у цій діяльності належить формуванню асортименту як виробництва так і реалізації продукції. При цьому, за результатами моніторингу ринкового середовища варто залучати економіко-математичні методи та моделі для оцінки та подальшого прогнозування асортименту.