

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ

Роман ШЕВЧЕНКО

Навчальна дисципліна

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ
НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ**

Практичне заняття 6

**КОНТРОЛЬ ЗА ВПРОВАДЖЕННЯМ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ СИСТЕМ
ПОЖЕЖНОЇ АВТОМАТИКИ.**

Мета роботи:

1. Формування навичок розрахунку АСВПГ
2. Одержання навичок чисельного дослідження автоматичних систем.
3. Одержання навичок обробки креслень.

Час проведення заняття: 160 хвилин.

Методичну розробку склав
доцент кафедри АСБтаІТ

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ 2024

Приклад. Розрахунок спринклерної установки водяного пожежогасіння (кільцевого типу).

ЗАВДАННЯ: розрахувати спринклерну установку для гасіння можливої пожежі в приміщенні деревообробного цеху з розмірами 24х36х9 м, і з відстанню від вузла управління (ЗПУ) до насосної станції 50м.

РІШЕННЯ.

1. Визначимо вид АУПТ. Водяна, спринклерна.

2. Визначимо групу приміщення по пожежній небезпеці. По Таб.В.1 ДБН В.2.5-13-98 визначаємо, що деревообробний цех належить до 2-й групи.

3. Визначимо дані для розрахунку. Відповідно до Таб.Б.1:

Інтенсивність зрошування $I = 0,12 \text{ (л/м}^2\text{)};$

Площа, що захищається одним зрошувачем $F_0 = 12 \text{ (м}^2\text{)};$

Площа для розрахунку витрати води $F_p = 240 \text{ (м}^2\text{)};$

Час роботи установки

$$t = 60 \text{ (хв).}$$

4. Визначаємо кількість спринклерів n_c

що одночасно зрошують площу $F_p = 240 \text{ (м}^2\text{)};$

$$n_c = F_p / F_0 = 240 / 12 = 20 \text{ шт.}$$

5. Виберемо зрошувач. По Таб.Б.4 приймаємо в якості зрошувача спринклерний зрошувач СВ-12.

Коефіцієнт витрати $k = 0,45$.

6. Робимо трасування трубопроводів, розміщення зрошувачів і визначаємо місце розташування вузла управління (ЗПУ).

Визначимо відстані між кутовими зрошувачами:

- по довжині приміщення: $L_1 = A - 2 \cdot b = 36 - 4 = 32 \text{ (м)}$

- по ширині приміщення: $L_2 = B - 2 \cdot b = 24 - 4 = 20 \text{ (м)}$

Визначимо кількість проміжків між зрошувачами:

- по довжині приміщення: $n_d = L_1 / a = 32 / 4 = 8 \text{ (шт).}$

Значення n_d округлити до цілого числа.

- по ширині приміщення: $n_{ш} = L_2 / a = 20 / 4 = 5 \text{ (шт).}$

Значення $n_{ш}$ округлити до цілого числа.

Визначимо точну відстань між зрошувачами:

- по довжині приміщення: $a_D = L_1 / n_D = 32/8 = 4 \text{ (м)}$
- по ширині приміщення: $a_{III} = L_2 / n_{III} = 20/5 = 4 \text{ (м)}$.

7. Гідравлічний розрахунок вітки А:

7.1. Диктуючий зрошувач:

Визначаємо потрібний напір у "диктуючого" зрошувача

тобто найбільше віддаленого від ЗПУ спринклера 1:

$$H_1 = (IF_0 / k)^2 = (0.12 \times 12 / 0.45)^2 = 10.24 \text{ (м)}.$$

Визначимо витрата води з "диктуючого" зрошувача:

$$Q_1 = k \sqrt{H_1} = IF_0 = 1.44 \text{ (л/с)}.$$

Визначимо витрата води на ділянці 1-2:

$$Q_1 = Q_{1-2} = 1.44 \text{ (л/с)}.$$

Визначимо діаметри трубопроводу на ділянці 1-2:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{1-2} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}} = 0.019 \text{ (м)}.$$

V - швидкість прямування води в трубах.

У розподільчих трубопроводах припускається швидкість прямування води до 10 м/с, проте при цьому значно зростають втрати напору, тому найбільше раціонально приймати $V = 3-5 \text{ (м/с)}$.

По Таб.Б.7 приймаємо труби сталеві електросварні $d_{1-2} = 0.02 \text{ (м)}$.

Значення питомого опору тертя: $k_1^{1-2} = 0.75 \text{ (м)}$.

Значення діаметрів наносимо на схему.

7.2. Зрошувач 2:

Визначимо напір у спринклерного зрошувача 2:

$$H_2 = H_1 + \Delta h_{1-2} = H_1 + \frac{Q_{1-2}^2 \cdot l_{1-2}}{k_1^{1-2}} = 21.3 \text{ (м)},$$

де l_{1-2} - відстань між 1-м і 2-м зрошувачами, (м).

Визначимо витрати зрошувача 2:

$$Q_2 = k \sqrt{H_2} = 2.07 \text{ (л/с)}.$$

Визначимо витрати на ділянці 2-3:

$$Q_{2-3} = Q_{1-2} + Q_2 = 3,51 \text{ л/с.}$$

Визначимо діаметр трубопроводу на ділянці 2-3:

$$d_{2-3} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{2-3} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}} = 0,029 \text{ (м).}$$

Приймаємо трубопровід $d_{2-3} = 32 \text{ мм}$, $\kappa_1^{2-3} = 13,97 \text{ (м)}$.

7.3. Зрошувач 3:

Визначимо напір у спринклерного зрошувача 3:

$$H_3 = H_2 + \frac{Q_{2-3}^2 \cdot l_{2-3}}{\kappa_1^{2-3}} = 24,8 \text{ (м)}.$$

Визначимо витрати зрошувача 3:

$$Q_3 = \kappa \sqrt{H_3} = 2,24 \text{ (л/с)}.$$

Визначимо витрати на ділянці 3-А, тобто витрати рядка:

$$Q_{3-A} = Q_{2-3} + Q_3 = 5,75 \text{ (л/с)}.$$

Визначимо діаметр трубопроводу на ділянці 3-А:

$$d_{3-A} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{3-A} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}} = 0,03827 \text{ м,}$$

приймаємо $d_{3-A} = 0,04 \text{ (м)}$, $\kappa_1^{3-A} = 28,7 \text{ (м)}$.

8. Визначимо напір у точці "А":

$$H_A = H_3 + \frac{Q_{3-A}^2 \cdot l_{3-A}}{\kappa_1^{3-A}} = 27,1 \text{ (м)}.$$

9. Задаємося витратою на ділянці "А-Б", "А-З",:

$$Q_A = Q_{A-3}; Q_{A-B} = Q_{A-3} = Q_A / 2;$$

$$Q_{A-B} = 2,875 \text{ (л/с). (1-й правий напрямок):}$$

$$Q_{A-3} = 2,875 \text{ (л/с) (2-й напрямок лівий).}$$

10. Діаметр кільцевого трубопроводу

$$Q_p = I F_p = 28,8 \text{ (л/с)}$$

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v}} = 0,085 \text{ (м)}.$$

Приймаємо трубопровід з $d_{\text{к тр}} = 100$ мм, $\kappa_1^{\text{к}} = 4322$ (табл. Б.7, прил.).

10. Як очевидно з розрахункової схеми всі рядки однакові, отже їхньої характеристики теж рівні (при одночасній роботі в ряді трьох спринклерів).

Подальші розрахунки ув'язування кільцевої мережі робимо методом послідовних наближень по двох напрямках від точки "А" до стояка ЗПУ з умовою одночасної роботи 20 спринклерів.

11. Визначимо характеристику рядка:

$$\Theta = O_a^2 / H_a = 1,22$$

12. Послідовно для кожного напрямку визначимо напори та витрати в розрахункових точках (рядках).

12.1. Правий напрямок:

Б). Рядок "Б":

$$H_B = H_A + \frac{Q_{A-B}^2 \cdot l_{A-B}}{\kappa_1^{\text{к}}} = 27,1 \text{ (м)}.$$

$$Q_B = \sqrt{\Theta \cdot H_B} = 5,75 \text{ (л/с)}.$$

$$Q_{B-B} = Q_{A-B} + Q_B = 8,625 \text{ (л/с)}.$$

В). Рядок "В":

$$H_V = H_B + \frac{l_{B-V} \cdot Q_{B-V}^2}{\kappa_1^{\text{к}}} = 27,15 \text{ (м)}.$$

$$Q_V = \sqrt{\Theta \cdot H_V} = 5,75 \text{ (л/с)}.$$

$$Q_{B-V} = Q_{B-B} + Q_V = 14,375 \text{ (л/с)}.$$

Г). Рядок "Г":

$$H_G = H_V + \frac{l_{V-G} \cdot Q_{V-G}^2}{\kappa_1^{\text{к}}} = 27,3 \text{ (м)}.$$

$$Q_G = \sqrt{\Theta \cdot H_G} = 5,77 \text{ (л/с)}.$$

$$Q_{G-D} = Q_{B-V} + Q_G = 20,145 \text{ л/с}$$

Д1). Точка "Д" справа:

$$H_{\text{Д(ПРАВ)}} = H_G + \frac{l_{G-D} \cdot Q_{G-D}^2}{\kappa_1^{\text{к}}} = 31,94 \text{ (м)}.$$

12.2. Лівий напрямок:

З). Рядок "З":

$$H_3 = H_A + \frac{l_{3-A} \cdot Q_{3-A}^2}{k_1^K} = 27,1 \text{ (м)}.$$

$$Q_3 = \sqrt{\Theta \cdot H_3} = 5,74 \text{ (л/с)}.$$

$$Q_{Ж-3} = Q_{A-3} + Q_3 = 8,615 \text{ (л/с)}.$$

Ж). Рядок "Ж":

$$H_{Ж} = H_3 + \frac{l_{Ж-3} \cdot Q_{Ж-3}^2}{k_1^K} = 27,15 \text{ (м)}.$$

$$Q_{Ж} = \sqrt{\Theta \cdot H_{Ж}} = 5,76 \text{ (л/с)}.$$

$$Q_{е-Ж} = Q_{3-Ж} + Q_{Ж} = 14,375 \text{ (л/с)}.$$

Є). Рядок "Є":

$$H_{Є} = H_{Ж} + \frac{l_{Ж-Є} \cdot Q_{Ж-Є}^2}{k_1^K} = 27,3 \text{ (м)}.$$

$$Q_{Ь} = \sqrt{\Theta \cdot H_{Ь}} = 5,77 \text{ л/с}.$$

$$Q_{е-д} = Q_{е-Ж} + Q_{е} = 20,145 \text{ (л/с)}.$$

Д2). Точка "Д" зліва:

$$H_{Д(ЛІВ)} = H_{Є} + \frac{l_{Є-Д} \cdot Q_{Є-Д}^2}{k_1^K} = 32,22 \text{ (м)}.$$

13. Перевірка виконаних розрахунків:

$$\text{потрібно: } \Delta h = | H_{Д(ЛІВ)} - H_{Д(ПРАВ)} | < 0,5 \text{ (м)}.$$

$$\Delta h = | 32,22 - 31,94 | = 0,28 \text{ (м)}, \text{ умова виконується.}$$

Якщо $\Delta h > 0,5$ м.вод.ст., те необхідно перерозподілити витрати по напрямках і виконати розрахунок повторно.

14. Визначимо напір в точці "Д":

$$H_{Д} = \frac{H_{Д(ЛІВ)} + H_{Д(ПРАВ)}}{2} = 32,08 \text{ (м)}.$$

15. Визначимо розрахункову витрату води для всієї мережі:

$$Q_{ВЖ} = Q_{е-д} + Q_{Г-д} = 40,29 \text{ (л/с)}.$$

16. Визначимо потрібний напір на основному водоживлювачі (на насосі):

$$H_{вж} = H_1 + 1,2 \sum h_{л} + H_{зпу} + Z(m),$$

де $H_1 = 10,2$ (м) - напір на 1-му (диктуючому) зрошувачі;

1,2 - коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору мережі;

$\sum h_{л}$ - сумарні лінійні втрати в трубопроводах:

$$\sum h_{л} = h_{розп} + h_{живл} + h_{підв}, (м),$$

де $h_{розп}$ - лінійні втрати в розподільчих трубопроводах:

$$h_{распр} = H_d - H_1 = 21,84 (м).$$

$h_{живл}$ - втрати напору в живлюючому трубопроводі, (м)

$h_{підв}$ - втрати напору в підводячому трубопроводі, (м).

16.1. Для визначення $h_{живл}$ і $h_{підв}$ уточнимо діаметр трубопроводу на ділянці від точки "д" до насоса

$$d_{живл} = d_{підв} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{вп} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}} = 0,1013 м,$$

Приймаємо трубопровід $h_{живл}$ і $h_{підв} = 0,125$ (м), $\kappa_1^{живл підв} = 13530$ (м);

м.вод.ст.

$$h_{живл} = \frac{l_{живл} \cdot Q_{вж}^2}{\kappa_1^{живл підв}} = 1,07 (м);$$

$$h_{підв} = \frac{l_{підв} \cdot Q_{вп}^2}{\kappa_1^{живл підв}} = 6 (м);$$

$$\sum h_{л} = 21,84 + 1,07 + 6 = 28,91 (м).$$

16.2. Визначимо $H_{ву}$ - втрати напору на вузлі управління.

$$H_{ву} = \xi \cdot Q_p^2$$

По Таб.Б.8 у якості запорно-пускового пристрою приймаємо контрольно-сигнальний клапан марки ВС-150; $\xi = 8,68 \cdot 10^{-4}$ – коефіцієнт втрат напору.

$$H_{ву} = \xi \cdot Q_{вж}^2 = 1,41 (м).$$

16.3. $Z = 9$ (м) – різниця відміток "диктующего" зрошувача та осі напорного патрубка насоса.

Визначимо напір на основному водоживлювачі (насосі):

$$H_{вж} = H_1 + 1,2 \sum h_{л} + H_{ву} + Z = 55,34 (м);$$

17. Вибір насосу:

$$Q_H \geq Q_{вж};$$

$$H_H \geq H_{вж}$$

Згідно каталогу, вибираємо насос: 6Д-9.

$$Q_H = 45 (л/с); \quad H_H = 56 (м)$$

Приймаємо насос один основний і один резервний.

17. Визначимо запас ВР для автоматичного водоживлювача:

$$V_{\text{ABЖ}} = (1,3 \div 1,5) * Q_{\text{ВЖ}} * t_{\text{ABЖ}} = 1,5 * 40,29 * 10 = 604 \text{ (л)}.$$

17. Визначимо запас ВР для основного водоживлювача:

$$V_{\text{ОВЖ}} = Q_{\text{Н}} * t_{\text{ГАСІННЯ}} = 45 * 3600 = 162\,000 \text{ (л)} = 162 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Висновки: розглянуті принципи функціонування установок покладені в основу роботи двох найпоширеніших видів установок водяних і пінних.

Завдання на самопідготовку:

1. Пожежна автоматика. Бубырь і ін. стор.56-65
2. Експлуатація установок пожежної автоматики. Під ред. Бубыря. стр.123-127, 136-139, 145-151. 1.
3. Пожежна автоматика. Бубырь і ін. стор.56-65.
4. Експлуатація установок пожежної автоматики. Під ред. Бубыря. стр.123-127, 136-139, 145-151.