

Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник кафедри
полковник сл. цив. захисту
О.А. Дерев'янка
“ ____ ” _____ 2018 р.

Лекція № 3
з дисципліни "Автоматичні системи забезпечення протипожежного захисту"

Розділ 1

**Перевірка проектів автоматичних систем протипожежного захисту на відповідність
вимогам нормативних документів**

Тема 1

**Перевірка проектів автоматичних систем протипожежного захисту на
відповідність вимогам нормативних документів**

Тема лекції

**Особливості перевірки автоматичних систем водяного
пожежогасіння**

Лекція обговорена на засіданні кафедри
Протокол № ____ від _____ 2018р.

ХАРКІВ - 2018

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

1. Нормативне забезпечення перевірки автоматичних систем водяного пожежогасіння (АСВПГ).
2. Порядок проведення перевірки проектів АСВПГ.
3. Особливості перевірки гідравлічних параметрів розподільної мережі АСВПГ.

Питання 1. Нормативне забезпечення перевірки автоматичних систем водяного пожежогасіння (АСВПГ).

Порядок проведення перевірки проектів АСВПГ

- ✓ ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
- ✓ ДСТУ Б EN 12845:2011 Стаціонарні системи пожежогасіння автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування
- ✓ ДСТУ CEN/EN 14816 Стаціонарні системи пожежогасіння автоматичні дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування
- ✓ ДСТУ EN 13565-2 Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи пінного пожежогасіння. Проектування, монтування та технічне обслуговування.
- ✓ ДСТУ 3789-98 Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
- ✓ ДСТУ 4041-2001 Піноутворювачі спеціального призначення, що використовуються для гасіння пожеж водонерозчинних і водорозчинних горючих рідин. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.

Питання 2. Порядок проведення перевірки проектів АСВПГ.

Для проведення експертизи проекту АСВПГ на стадії II надається така інформація:

- загальні технічні характеристики системи;

- тип секції, клас пожежної небезпеки приміщень, а також категорії матеріалів складованої продукції у різних будинках;
- приміщення захищені системою;
- архітектурно-планувальні особливості і наявність людей у приміщеннях;
- поперечний переріз будівлі;
- загальні данні про водоживильник.

На стадії Р надається така інформація:

- **таблиця загальних даних** (найменування проекту, тип секції і діаметр вузла управління, кількість спринклерів в секції, відстань за вертикаллю до спринклера від вузла управління, специфікацію компонентів);
- **монтажні креслення для монтажу системи** (загальна інформація про будівлю та систему, дані про попередньо розраховувані та повністю розраховувані трубопроводи) ;
- **данні про водоживильники** (креслення водоживильників, міська мережа, насосна станція АСПГ, резервуар АСПГ, пневмобак) .

Під час експертизи проекту АСВПГ перевіряється:

1. Повнота захисту, який забезпечує АСВПГ:

- 1.1. будівлі та зони, які підлягають захисту.
- 1.2. площі для складування зовні будівлі.
- 1.3. захист закритих просторів.

2. Клас приміщень за пожежною небезпекою:

- приміщення з низькою пожежною небезпекою;
- приміщення з середньою пожежною небезпекою;
- приміщення з високою пожежною небезпекою;
- складування.

3. Відповідність вихідних даних для гідравлічного розрахунку класу приміщень (*розрахункова інтенсивність зрошування, площа для розрахунку*).

4. Параметри водоживильника системи :

- 4.1. тривалість водопостачання.
- 4.2. надійність та безперебійність роботи.
- 4.3. максимальний тиск води.

4.4. розміщення обладнання для водопостачання.

5. Типи та розміри спринклерних секцій (*водозаповнені, повітряні, водоповітряні, з системою попередньої дії*).

6. Спринклерні зрошувачі:

6.1. Максимальна площа, яка захищається одним спринклером.

6.2. Мінімальна відстань між спринклерами.

6.3. Розміщення спринклерів відносно будівельних конструкцій.

6.4. Типи та застосування спринклерів.

6.5. Витрата, що забезпечується спринклером.

6.6. Температура спрацьовування спринклера

6.7. Термічна чутливість

7. Гідравлічний розрахунок і розміщення трубопроводів:

7.1. визначення розмірів трубопроводів.

7.2. втрати тиску у трубопроводі і фасонних елементах.

7.3. швидкість руху води.

8. Клапани (вузол управління, збірні засувки, зливні вентиля, манометри).

9. Сигналізатори та оповіщувачі.

Визначення вхідних даних для перевірного розрахунку.

В залежності від групи приміщення за **таблицею 3 ДСТУ Б EN 12845:2011** визначається розрахункове значення інтенсивності зрошення водою I_0 ($\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$), площа, що захищається одним зрошувачем F_0 (м^2), площа для розрахунку витрати води F_p (м^2), відстань між спринклерними зрошувачами a (м), час роботи установки t (хв).

Розрахункова площа, це максимальна площа для розрахунку витрат води F_p (м^2) необхідна для визначення кількості зрошувачів, які одночасно спрацюють у разі пожежі, і визначення загальної кількості витрати вогнегасної речовини у системі.

Разом з тим, в ДСТУ 12845 введені поняття *розрахункова площа з найсприятливішими гідравлічними показниками та розрахункова площа з найнесприятливішими гідравлічними показниками*

Розрахункова площа з найсприятливішими гідравлічними показниками це зона у межах розподільного трубопроводу розрахункової площі певної конфігурації, де **витрата води є максимальною** за певного тиску, виміряного на вузлі керування.

Розрахункова площа з найнесприятливішими гідравлічними показниками, це зона у межах розподільного розрахункової площі певної конфігурації,

де **тиск**, під яким подається вода, виміряний вузлі керування, є **максимальним для забезпечення заданої розрахункової інтенсивності**.

Максимальна відстань між спринклерними зрошувачами a (м) необхідна для оцінки правильності виконання трасування системи та розміщення зрошувачів у захищасемому приміщенні.

В ДСТУ розглядаються дві схеми розміщення спринклерів шахова та стандартна, для яких максимальні відстані між зрошувачами, змінюються з класом пожежної небезпеки приміщення, значення відстаней між спринклерами наведено в табл. 19 ДСТУ.

Стандартна схема розміщення зрошувачів використовує прямолінійне розташування спринклерів на одній лінії перпендикулярно до напрямку рядків (рис. 1).

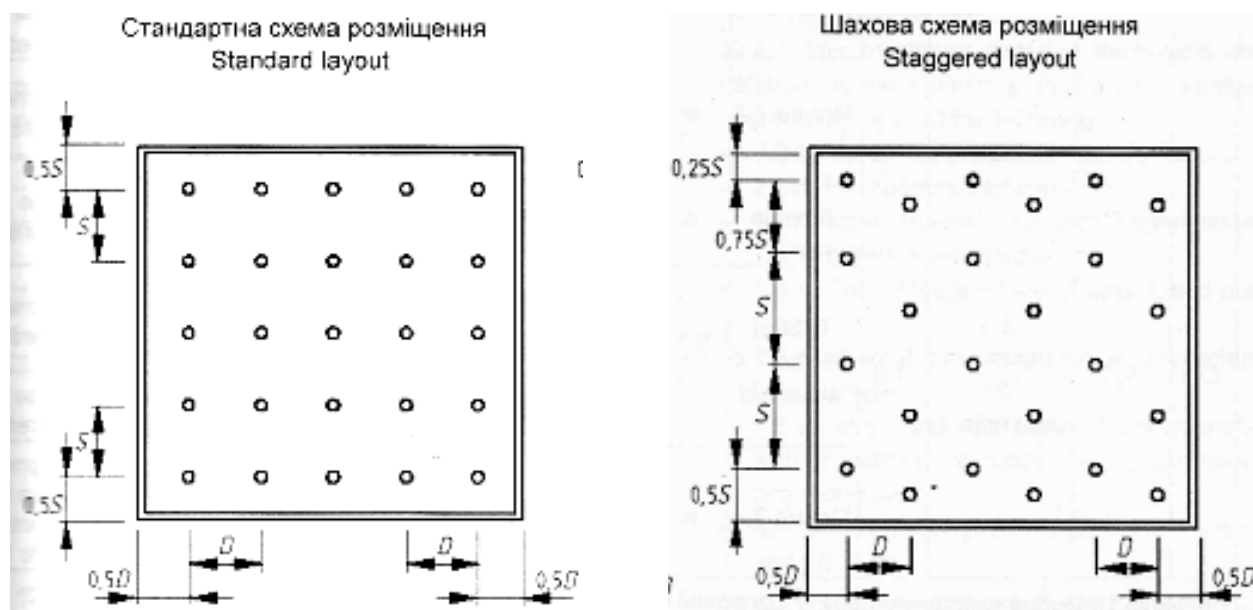
Шахова схема розміщення спринклерів передбачає зміщене розташування спринклерів на півкроку вздовж розподільного трубопроводу відносно наступного рядка або рядків (рис 2.).

Як правило, мінімальна відстань між спринклерними зрошувачами не повинна перевищувати 2 м, за виключенням випадків, що розглянуті в п. 12.3, наприклад захист сходових клітин або ескалаторів.

Максимальна відстань від спринклера до стін перегород не повинна перевищувати:

- 2,0 м у разі стандартної схеми розміщення;
- 2,3 м у разі шахової схеми розміщення;
- 1,5 м, якщо зовнішні стіни виконано з горючого матеріалу.

Мінімальне значення інтенсивності зрошення водою I_0 ($\text{л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) та площа, що захищається одним зрошувачем F_0 (м^2) потрібні для визначення мінімального напору та витрат на зрошувачах.



Питання 3. Особливості перевірки гідравлічних параметрів розподільної мережі АСВПГ.

Гідравлічний розрахунок мережі з визначенням потрібних параметрів.

Метою гідравлічного розрахунку є перевірка на відповідність геометричних розмірів мережі існуючим вимогам. До таких вимог відносяться:

- обмеження по максимально допустимому напору у мережі – не більше 12 бар;
- обмеження по максимальній швидкості руху рідини у гідравлічній мережі – не більше 10 м/с та не більше 6 м/с при русі води крізь вузол управління.

Якщо швидкість на ділянці перевищує граничне значення (10 м/с), то необхідно збільшувати діаметр трубопроводу і повторювати розрахунок.

В межах одного приміщення необхідно встановлювати зрошувачі одного типорозміру, К-фактор зрошувача лишається не змінним та розрахункова витрата води через будь-який зрошувач Q_n , л/хв, буде визначатися з виразу

$$Q_n = K \cdot \sqrt{P_n}, \quad (3.6)$$

де P_n – тиск перед зрошувачем, бар.

Послідовність перевірконого гідравлічного розрахунку укладається в наступному:

1. Визначаються параметри «диктуючого» зрошувача згідно (п.3.2.3);
2. Визначаються витрати на ділянці, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i \text{ (л/с)} \quad (3.7)$$

3. Визначається швидкість руху рідини на ділянці, яка залежить від діаметра трубопроводу на цієї ділянці та витрат і розраховується за наступною формулою:

$$v_{(n-1) \div n} = \frac{4 \cdot q_{(n-1) \div n} \cdot 10^3}{\pi \cdot d_{(n-1) \div n}^2} \text{ (м/с)} \quad (3.8)$$

де $q_{(n-1) \div n}$ – витрата рідини у л/с на ділянці між **n-1**-ю та **n**-ю точками мережі;

$d_{(n-1) \div n}$ – діаметр у метрах на ділянці між **n-1**-ю та **n**-ю точками мережі.

При виконанні умови, що швидкість на ділянці не перевищує 10 м/с, визначаються втрати напору.

4. Визначається напір у наступній точці мережі з розрахунком втрат напору на ділянці

$$H_n = H_{n-1} + \frac{l_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_1} \quad (3.9)$$

де H_{n-1} – напір на попередньому зрошувачі, м;

$q_{(n-1) \div n}$ - витрати вогнегасної речовини на ділянці, л/с;
 $l_{(n-1) \div n}$ - довжина ділянки, м;
 k_l - коефіцієнт, що характеризує ділянку трубопроводу.

5. Визначається витрата вогнегасної речовини у точці n (згідно 3.6).

$$Q_n = k \sqrt{H_n}$$

За даним алгоритмом проводиться розрахунок гілки до точки приєднання к трубопроводу. Але такі розрахунки проводити зручно, якщо гілки симетричні приєднані к трубопроводу або приєднані з однієї сторони. У разі не симетричного приєднання гілок до трубопроводу необхідно розраховувати додатково параметри меншої із гілок. Для того, щоб отримати точні результати наведемо методику розрахунків параметрів гілки (напору та витрат) у будь-якій точці через параметри диктуючого зрошувача.

У загальному вигляді зв'язок між витратою з любого зрошувача гілки та «диктуючим» зрошувачем можна задати наступним чином

$$Q_n = M_n Q_0 \quad (3.10)$$

А напір у любій точці гілки має залежність з напором «диктуючого» зрошувача наступний вигляд

$$H_n = M_n^2 H_0 \quad (3.11)$$

де коефіцієнт M_n визначається за наступною формулою

$$M_n = \sqrt{M_{n-1}^2 + \left(\sum_{i=0}^{n-1} M_i \right)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{l_{(n-1) \div n}}} \cdot l_{(n-1) \div n}} \quad (3.12)$$

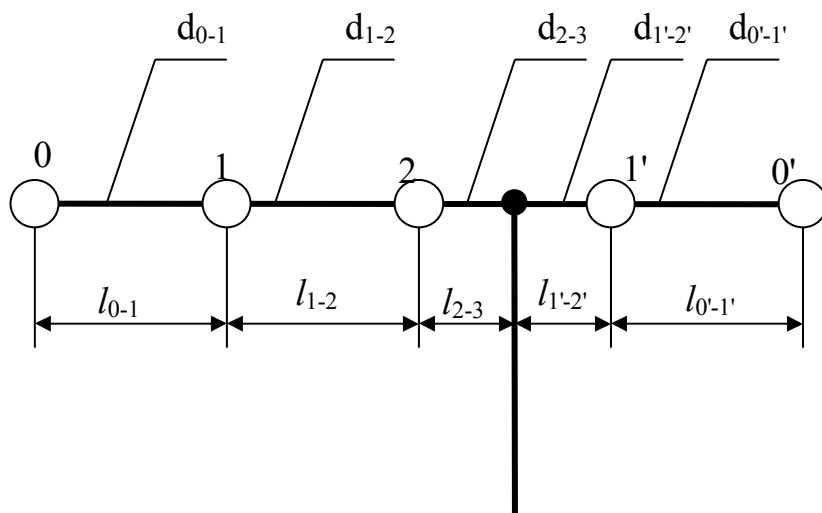
де $M_0 = 1$;

$k_{l_{(n-1) \div n}}$ - питомий коефіцієнт втрати напору на ділянці $(n-1) \div n$ (визначається за таблицею Б.7 додатку Б ДБН в.2.5-13-98* для заданого діаметра трубопроводу);

k – коефіцієнт витрат через зрошувач;

$l_{n-1 \div n}$ – довжина ділянки $n-1 \div n$.

Розглядаємо не симетричну схему (рис.3.1)



Для зручності використання формул загального призначення пронумеруємо зрошувачі окремо лівої частини гілки та окремо правої частини. При цьому будемо враховувати точку А, в якій гілка поділяється на праву та ліву частини, з лівого боку точка А буде під номером 3, а з лівого боку – під номером 2'.

«диктуючим» зрошувачем є зрошувач під індексом 0. Для цього зрошувача витрата та напір мають залежність

$$Q_0 = k\sqrt{H_0}$$

Визначаються витрати на ділянці 0-1 визначаються за формулою 3.7, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{0+1} = \sum_0 Q_{0-1} = Q_0$$

Визначається швидкість руху рідини на ділянці 0-1 за формулою 3.8

Напір у точці 1 можна записати

$$H_1 = M_1^2 H_0$$

А витрати будуть мати наступну залежність

$$Q_1 = M_1 Q_0$$

$$\text{Де } M_1 = \sqrt{1 + \frac{l_{0-1} \cdot k^2}{k_{10-1}}}$$

Визначаються витрати на ділянці 1-2 за формулою 3.7, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{1+2} = \sum_1^2 Q_{1-2} = Q_0 + Q_1 = Q_0 \cdot (1 + M_1)$$

Визначається швидкість руху рідини на ділянці 1-2 за формулою 3.8

Напір у точці 2 буде визначатися як

$$H_2 = M_2^2 H_0$$

Витрати у точці 2 будуть визначатися як

$$Q_2 = M_2 Q_0$$

$$M_2 = \sqrt{M_1^2 + (1 + M_1)^2 \frac{l_{1-2} \cdot k^2}{k_{11-2}}}$$

Визначаються витрати на ділянці 2-3(А) за формулою 3.7, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{2-3(A)} = \sum_1^3 Q_{1-3} = Q_0 + Q_1 + Q_2 = Q_0 \cdot (1 + M_1 + M_2)$$

Визначається швидкість руху рідини на ділянці 2-3(А) за формулою 3.8

Визначаємо напір у точці 3(А) через витрату рідини „диктуючого” зрошувача.

$$H_{3(A)} = H_2 + \frac{l_{2-3(A)} \cdot q_{2-3(A)}^2}{k_{12-3(A)}} = \frac{M_2^2 \cdot Q_0^2}{k^2} + \frac{l_{2-3(A)} Q_0^2 (1 + M_1 + M_2)^2}{k_{12-3(A)}}$$

Так як гілки з ліва і права не симетричні, то і витрати та напори будуть відрізнятися. Але, з законів гідравліки відомо, що напори в точці завжди рівні. Тому для подальшого розрахунку розглянутої схеми вірно наступне рівняння

$$H_A = H_{3(A)} = H_{2'(A)}$$

Для знаходження параметрів правої частини гілки проведемо аналогічні розрахунки з лівою частиною.

$$Q_{0'} = k \sqrt{H_{0'}}$$

Визначаються витрати на ділянці 0-1 визначаються за формулою 3.7, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{0' \div 1'} = \sum_0^1 Q_{0'-1'} = Q_{0'}$$

Визначається швидкість руху рідини на ділянці 0-1 за формулою 3.8

Напір у точці 1' можна записати

$$H_{1'} = M_{1'}^2 H_{0'}$$

А витрати будуть мати наступну залежність

$$Q_{1'} = M_{1'} Q_{0'}$$

$$\text{Де } M_{1'} = \sqrt{1 + \frac{l_{0'-1'} \cdot k^2}{k_{10'-1'}}}$$

Визначаються витрати на ділянці 1'-2'(A) за формулою 3.7, які складають суму витрат з зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{1' \div 2'} = \sum_{1'}^{2'} Q_{1'-2'} = Q_{0'} + Q_{1'} = Q_{0'} \cdot (1 + M_{1'})$$

Тоді напір у точці 2'(A) буде визначатись як

$$H_{2'(A)} = H_{1'} + \frac{l_{1'-2'(A)} \cdot q_{1'-2'(A)}^2}{k_{11'-2'(A)}} = \frac{M_{1'}^2 \cdot Q_{0'}^2}{k^2} + \frac{l_{1'-2'(A)} Q_{0'}^2 (1 + M_{1'})^2}{k_{11'-2'(A)}}$$

Оскільки справедливо рівняння

$$H_{3(A)} = H_{2'(A)}$$

то витрату з зрошувача 0' визначаємо як

$$Q_{0'} = Q_0 \cdot \sqrt{\frac{M_2^2 + (1 + M_1 + M_2)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{2-3(A)}} \cdot l_{2-3(A)}}{M_{1'}^2 + (1 + M_{1'})^2 \cdot \frac{k^2}{k_{11'-2'(A)}} \cdot l_{1'-2'(A)}}}$$

Отримана залежність дозволяє однозначно встановити значення витрат між „диктуючим” зрошувачем та зрошувачами гілки протилежної частини.