

А.А. Антошкин, преподаватель, НУГЗУ

ВЫБОР СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ КАК ЭТАП РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОКРЫТИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

В статье проанализирован процесс выбора схемы размещения спринклерных оросителей с учетом величины потерь напора. Рассмотрены преимущества и недостатки существующих схем размещения с точки зрения минимизации потерь напора.

Ключевые слова: спринклерный ороситель, схема размещения, потери напора.

Постановка проблемы. Спринклерная установка пожаротушения, как часть системы противопожарной защиты, в состоянии качественно выполнить поставленные перед ней задачи лишь в случае полного контроля всей площади защищаемого помещения.

Наиболее часто при защите объектов системами автоматического пожаротушения, применяются системы спринклерного пожаротушения, эффективность работы, которых, во многом зависит от того, насколько правильно будут распределены спринклерные оросители по площади защищаемого помещения. Немаловажную роль при этом играет правильный выбор схемы размещения оросителей. Однако формирование распределительной сети – это не только количество оросителей, но и трассировка трубопроводов. А увеличение длины трубопроводов, усложнение топологии сети, увеличение количества фасонных элементов – это неизбежное увеличение потерь напора.

Анализ последних исследований и публикаций. На сегодняшний день размещение спринклерных оросителей регламентируется требованиями [1]. В документе [1] в зависимости от класса пожарной опасности защищаемого помещения предлагается схемы размещения – стандартная и шахматная, и определяются максимальные расстояния между оросителями по длине и ширине помещения, максимальные расстояния от крайнего оросителя до стены. В работе [2] анализируются преимущества и недостатки использования двух «официально» допустимых схем размещения и предлагается формализованный алгоритм работы по шахматной схеме.

Постановка задачи и ее решение. Задача формирования распределительной сети спринклерных установок пожаротушения сводится к размещению оросителей и трассировке трубопроводов. Она мо-

жет быть представлена как классическая задача регулярного покрытия [3] области кругами с рядом дополнительных ограничений:

$$P \subset \bigcup_{i=1}^n T_i, \quad (1)$$

где P - защищаемое помещение, T_i - области, контролируемые спринклерными оросителями.

Особенности этой задачи рассмотрены в [4]

Математическую модель задачи можно представить в следующем виде:

$$n \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\max_{p \in P} \min_{i \in I} \rho(t_i, p) \leq R^*, \quad (3)$$

$$\rho(t_i, t_j) \geq 2r, \quad (4)$$

$$t_i \in P^*, I_n = \{1, 2, \dots, n\}. \quad (5)$$

Однако эта модель не учитывает гидравлические характеристики распределительной сети. Одной из основных гидравлических характеристик сетей трубопроводов является напор, который в любой расчетной точке определяется как сумма напора в предыдущей точке и потери напора на участке между рассматриваемыми точками:

$$H_n = H_{n-1} + \Delta h_{(n-1) \rightarrow n}. \quad (6)$$

Потери напора могут возникать как из-за действия сил трения, так и сил земного притяжения. Но так как распределительная сеть установок водяного пожаротушения – это система трубопроводов, которая расположена практически горизонтально, то в нашем случае будем брать в расчет только потери, связанные с наличием сил трения. Эти потери, в свою очередь, возникают как на участках трубопроводов, так и в фасонных элементах систем – так называемые местные потери.

Согласно [1] при расчете значения потерь напора на трение в системе оно не должно быть меньше значения, полученного по формуле Хейзена-Вильямса:

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}, \quad (7)$$

где p – значение потерь на трение в трубопроводах, бар; Q – расход огнетушащего вещества, л/мин; d – внутренний диаметр трубопровода, мм; C – константа, зависящая от типа и состояния трубы; L – эквивалентная длина трубопровода и фасонных элементов, м.

Уменьшение количества оросителей в системе ведет к снижению величины эквивалентной длины L . Это наблюдается вследствие уменьшения количества посадочных спринклерных муфт, которые накручиваются на стандартные тройники. Один тройник с резьбой и минимальным диаметром 20 мм согласно табл. 23 [1] имеет эквивалентную длину 1,3 метра, при фактической длине 0,045 м. Таким образом, приняв даже минимальные значения $Q = 60$ л/мин, $d = 20$ мм и материал труб – мягкая сталь с $C = 120$ получаем значение потерь на одном оросителе

$$p = \frac{6,05 \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} \cdot 1,3 \cdot 60^{1,85} = 0,1 \text{ бар}.$$

Для примера помещения класса ОН, рассмотренного в [2], использование шахматной схемы размещения оросителей дает уменьшение количества оросителей на 24 шт. Что в пересчете на потери напора дает- 2,4 бар.

Кроме того, следует учесть, что при значительном превышении длины помещения по отношению к ширине, и ориентации веток распределительной сети – «вдоль меньшей стороны», уменьшение количества оросителей даст нам уменьшение количества распределительных веток. Что, в свою очередь, кроме явного уменьшения суммарной длины трубопроводов, даст уменьшения количества фасонных элементов, с помощью которых распределительные ветки присоединяются к основному питающему трубопроводу.

Таким образом, сравнивая величину потерь напора для помещений класса ОН при использовании стандартной и шахматной схемы размещения, можно сказать, что даже при минимальных значениях расхода и диаметра, очевидна привлекательность использования шахматной схемы.

Проблема увеличения потерь напора может быть решена за счет увеличения диаметра труб. Но это повлечет за собой общее удорожание проекта спринклерной установки пожаротушения.

Выводы. При решении задачи размещения спринклерных оросителей водяного пожаротушения как задачи покрытия, на этапе выбора схемы размещения, в качестве критерия оптимизации, наравне с минимизацией количества оросителей, можно использовать минимизацию потерь напора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи – Проектування, монтування та технічне обслуговування (EN 12845:2004+A2:2009, IDT): ДСТУ Б EN 12845:2011. – [Чинний від 2012-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 219 с. – (Національний стандарт України).

2. Бондаренко С.Н. Формализация методики размещения спринклерных оросителей по шахматной схеме/ С.Н. Бондаренко, М.А. Дрога // Проблемы пожарной безопасности.– 2012. – №32.– С. 26-31.

3. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. / Ю.Г. Стоян , С.В. Яковлев. – К.: Наук. думка, 1986.–268 с.

4. Антошкин А.А. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты/ А.А. Антошкин, В.М. Комяк, Т.Е. Романова, С.Б. Шеховцов // Радиоэлектроника и информатика. – 2001. – №. 1. С. 35 – 39.

nuczu.edu.ua

О.А. Антошкін

Вибір схеми розміщення спринклерних зрошувачів, як етап рішення задачі покриття з додатковими обмеженнями

У статті проаналізований процес вибору схеми розміщення спринклерних зрошувачів з урахуванням величини втрат напору. Розглянуто переваги й недоліки існуючих схем розміщення з точки зору мінімізації втрат напору.

Ключові слова: спринклерний зрошувач, схема розміщення, втрати напору.

O.A. Antoshkin

Selecting of the scheme of sprinklers placement, as a step to the solution of a task of the coating with additional restrictions

The article considers the process of selecting a scheme of sprinklers arrangement in consideration of the pressure losses. The article discusses the advantages and disadvantages of the existing schemes for the location from the point of view of minimization of pressure losses.

Keywords: sprinkler, scheme of location, the loss of pressure.