

*А.А. Антошкин, преподаватель, НУГЗУ*

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО ПОЖАРТОТУШЕНИЯ С УЧЕТОМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТИ**

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

В работе строится математическая модель задачи размещения спринклерных оросителей установок водяного пожаротушения с учетом геометрических параметров размещения и гидравлических потерь напора в распределительной сети.

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

**Постановка проблемы.** Одним из этапов проектирования установок водяного пожаротушения вообще, и спринклерных в частности, является процесс формирования распределительной сети – трассировка трубопроводов и расстановка оросителей. Основной задачей на данном этапе является формирование такой сети, при которой обеспечит защиту каждой точки помещения. При этом стоимость системы должна стремиться к минимуму. Стоимость будет стремиться к минимуму при уменьшении количества оросителей и уменьшении протяженности трубопроводов, упрощении топологии сети, снижении количества фасонных частей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** На сегодняшний день проектирование спринклерных установок пожаротушения, размещение спринклерных оросителей регламентируется требованиями [1, 2]. В этих документах предлагаются схемы размещения оросителей, сформулированы требования к потерям напора в системах. В работе [3] рассматриваются два варианта схем размещения оросителей – стандартная и шахматная, и предлагается алгоритм решения задачи размещения оросителей с использованием «шахматной» схемы. В работе [4] рассматривается природа возникновения дополнительных ограничений при выборе схемы и размещении спринклерных оросителей установок водяного пожаротушения.

**Постановка задачи и ее решение.** Целью работы является построение математической модели задачи размещения спринклерных оросителей с учетом гидравлических показателей сети и ограничениями из [4]. В случае учета только геометрических ограничений задача рассматривалась как классическая задача покрытия и описывалась математической моделью вида:

$$n \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\max_{p \in P} \min_{i \in I} \rho(t_i, p) \leq R^*, \quad (2)$$

$$\rho(t_i, t_j) \geq 2r, \quad (3)$$

$$t_i \in P^*, I_n = \{1, 2, \dots, n\}. \quad (4)$$

В качестве дополнительного фактора, который целесообразно учитывать в математической модели, в работе [4] приводится величина напора. Уменьшение этой величины приводит к уменьшению затрат на оборудование для автоматической системы пожаротушения, снижению общей стоимости проекта.

Напор в любой точке сети определяется следующим образом:

$$H_n = H_{n-1} + (h_{TP} + h_{СЗП} + h_M), \quad (5)$$

где  $h_{TP}$  – потери напора, обусловленные действием сил трения, определяются по формуле

$$h_{TP} = \frac{l_{n-1:n} \cdot Q_{n-1:n}^2}{k_l}; \quad (6)$$

$h_{СЗП}$  – потери напора, обусловленные действием сил земного притяжения (высота подъема жидкости);  $h_M$  – местные потери, определяются по формуле Вейсбаха

$$h = \xi \frac{v_l}{2g}. \quad (7)$$

В числе прочих характеристик, которые указываются в паспорте на ороситель, производители приводят диапазон допустимых напоров  $[H_{\min}; H_{\max}]$ . При напоре на оросителе меньше  $H_{\min}$  на выходе будет не распыленная вода, а компактные струи воды. А при напоре больше  $H_{\max}$  может произойти физическое разрушение оросителя.

Оптимизируя структуру распределительной сети, наряду с уменьшением количества оросителей, необходимо уменьшать напор на оросителях в заданных пределах. Тогда математическая модель (1)-(4) будет дополнена следующими выражениями:

$$H \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$H_{\min} \leq H \leq H_{\max}. \quad (9)$$

**Выводы.** При моделировании задачи размещения спринклерных оросителей систем водяного пожаротушения необходимо учитывать не только геометрические параметры размещения, но и гидравлические параметры сети. Это позволит снизить общую стоимость проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Системи протипожежного захисту/ ДП «Украхбудінформ»: ДБН В.2.5–56–2010. – [Чинний від 01-10-2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 137 с. – (Національний стандарт України).

2. 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).

3. Бондаренко С.Н. Формалізація методики розміщення спринклерних оросителей по шахматній схемі/ С.Н. Бондаренко, М.А. Дрога // Проблеми пожарной безопасности.– 2012. – №32.– С. 26-31.

4. Антошкин А.А. Выбор схемы размещения спринклерных оросителей, как этап решения задачи покрытия с дополнительными ограничениями/ А.А. Антошкин // Проблеми пожарной безопасности. – 2013. – №33.– С. 9-12.

nuczu.edu.ua

О.А. Антошкін

**Математична модель задачі розміщення спринклерних зрошувачів установок водяного пожежогасіння з урахуванням гідравлічних характеристик мережі**

В роботі будується математична модель задачі розміщення спринклерних зрошувачів установок водяного пожежогасіння з урахуванням геометричних параметрів розміщення і гідравлічних втрат напору в розподільній мережі.

**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**

In the work we construct a mathematical model of the problem of accommodation of sprinkler installations of fire extinguishing in view of geometrical parameters and hydraulic pressure losses in the distribution network.

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