

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ ДРЕНЧЕРНЫХ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Слепцов В.С., НУГЗУ  
НР – Мурин М.М., к.т.н., доц., НУГЗУ

Автоматические установки пожаротушения предназначены для раннего выявления пожара и его тушения в начальной стадии. Поэтому, при проектировании таких систем необходимо выполнения следующего условия:

$$t_{иу} = t_{че} + t_{п} + t_{тр} < t_{кр} \quad (1)$$

где  $t_{иу}$  – допустимая инерционность установки;

$t_{че}$  – инерционность чувствительного элемента;

$t_{п}$  – паспортная длительность срабатывания пускового блока (узла управления);

$t_{тр}$  – длительность транспортировки огнетушащего вещества по трубопроводам;

$t_{кр}$  – критическое время развития пожара.

В дренчерных установках автоматического пожаротушения инерционность установки складывается из суммы времен обнаружения пожара побудительной системой, срабатывания запорно-пусковой арматуры и времени заполнения сухотрубов. В нормативных документах ограничения на инерционность побудительной системы неопределенны, время срабатывания запорно-пусковой арматуры определяется технической документацией и для сформированной системы являются константами. Таким образом, допустимую инерционность срабатывания установки можно минимизировать за счет сокращения времени заполнения распределительной сети. А это достигается за счет варьирования диаметров трубопроводов на текущих участках.

Математическая модель должна учитывать возможность вариации всех независимых переменных. При этом решение задачи должно находиться в области допустимых решений. Такая оптимизационная задача сводится к выбору набора диаметров участков трубопровода из заданного набора нормативных диаметров  $\{d_1^n, d_2^n, \dots, d_K^n\}$

Для построения функции цели введем вектор приоритетов  $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L\}$ , задающий предпочтения лица, принимающего решение (ЛПР), относительно очередности возможного изменения диаметров участков трубы:  $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_L$

$$\sum_{i=1}^L \lambda_i d_i \rightarrow \max_{d \in \Omega} \quad (1)$$

где  $L$  – количество рассматриваемых участков трубопроводов;

$d_i$  – текущее значение диаметра трубопровода;

$\Omega \subset R^L$  – область допустимых решений задачи.

Области  $\Omega$  допустимых решений задачи задается следующими ограничениями:

– ограничение на время заполнения трубы

---

---

$$C \sum_{i=1}^L \frac{l_i d_i^2}{q_i} \leq t_{\max} = t_{\text{кр}} \quad (2)$$

– ограничение на максимальную скорость заполнения

$$C \frac{q_i}{d_i^2} \leq V_{\max} \quad (3)$$

– ограничение на допустимые диаметры участков трубы

$$d_i \in \{d_1^n, d_2^n, \dots, d_K^n\}, i = 1, 2, \dots, L \quad (4)$$

Задача (1-4) является задачей нелинейного целочисленного программирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дренчерные системы. Проектирование, монтаж и техническое обслуживание (ICS 13.220.20): ДСТУ Б СЕН/TS 14816:2008. — [Чинний від 2014-04-01]. — К. : Минрегион Украины, 2013. — 52 с. — (Національний стандарт України).

2. Стационарные системы пожаротушения. Автоматические спринклерные системы. Проектирование, монтаж и техническое обслуживание: ДСТУ Б СЕН/TS 12845:2011.— [Чинний від 2011-12-07]. — К. : Минрегион Украины, 2012. — 220 с. — (Національний стандарт України).

3. Мурын М.М. Методика определения времени заполнения трубопроводов дренчерных установок водяного пожаротушения // Проблемы пожарной безопасности. — Харьков: НУГЗУ, 2013. — Вып. Вып.35 — С. 163-166.