

В.А. Дуреев, к.т.н., доцент, НУГЗУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ТЕПЛОвого ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ С ТЕРМИСТОРОМ

(представлено д.т.н. Абрамовым Ю.А.)

Получены зависимости для определения постоянной времени и температуры срабатывания теплового пожарного извещателя с термистором с учетом заданной скорости повышения температуры окружающего воздуха.

Ключевые слова: пожарный извещатель, чувствительный элемент, термистор, уравнение динамики, постоянная времени, скорость роста температуры, температура срабатывания.

Постановка проблемы. В документации пожарных извещателей (ИП), входящих в систему пожарной сигнализации, приводится время срабатывания для одного либо двух заданных значений скорости роста температуры окружающего воздуха. Отсутствие значения постоянной времени ИП затрудняет анализ работы извещателя в условиях, когда скорость повышения температуры отличается от приведенных значений.

Динамические параметры ИП, определяются по математической модели извещателя, учитывающей тип чувствительного элемента (ЧЭ), конструктивное исполнение, диапазон рабочих температур.

Таким образом, существует проблема улучшения технических данных и динамических параметров элементов СПС.

Анализ последних исследований и публикаций. Оценка постоянной времени теплового ИП осуществляется по его математической модели [1-5], с учетом вида ЧЭ извещателя.

В [6] приводится подход, позволяющий выполнить оценку инерционности ИП без учета его конструктивных особенностей, по результатам экспериментальных исследований. Линейное повышение температуры воздуха учтено путем введения передаточной функцией интегрирующего звена [7]

$$W(p) = \frac{K}{p}, \quad (1)$$

где K – коэффициент передачи, 1/с.

Постановка задачи и ее решение. Используем метод определения динамических параметров ИП [6] для модели извещателя с термистором.

Дифференциальное уравнение ИП с термистором имеет вид [5]

$$T_T \dot{r}_T + r_T = K_T \bar{t}_B, \quad (2)$$

где T_T – постоянная времени термистора, с; K_T – коэффициент усиления термистора; \bar{t}_T , \bar{t}_B – относительные переменные.

Эквивалентная передаточная функция последовательного соединения звеньев (1, 2) имеет вид

$$W(p) = \frac{K}{p} \cdot \frac{K_T}{T_T p + 1} \tag{3}$$

Переходная характеристика последовательного соединения звеньев (1, 2) представлена на рис. 1.

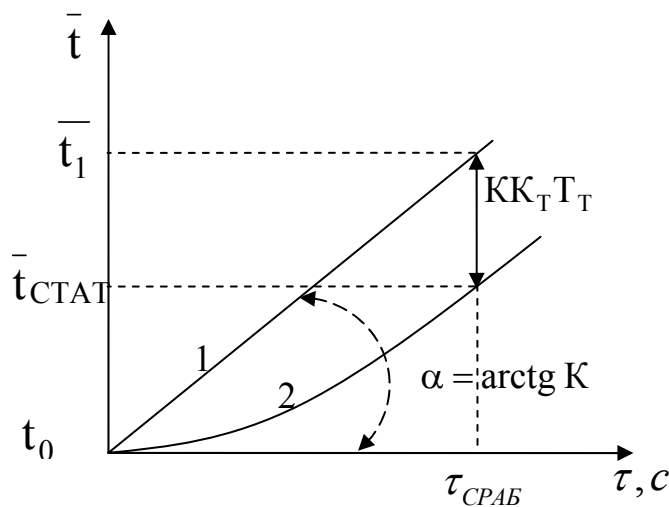


Рис. 1. Переходная характеристика: 1 – переходная характеристика (1); 2 – переходная характеристика (3)

Принимаем, что ИП срабатывает, когда температура ЧЭ достигает статической температуры срабатывания $t_{СТАТ}$. При этом температура окружающего воздуха соответствует значению t_1 .

Введем обозначения [6]:

$$\bar{t} = \frac{t - t_0}{t_0}; \bar{t}_{СТАТ} = \frac{t_{СТАТ} - t_0}{t_0}; \bar{t}_1 = \frac{t_1 - t_0}{t_0}, \tag{4}$$

где \bar{t} – относительное изменение температуры воздуха; $\bar{t}_{СТАТ}$ – относительная статическая температура срабатывания ИП; \bar{t}_1 – относительная температура срабатывания ИП при заданной скорости повышения температуры окружающего воздуха; t_0 – базисное значение температуры воздуха [°C].

Выразим заданное значение скорости роста температуры окружающего воздуха [6]

$$K = \frac{(dt/d\tau)_0}{t_0}, \quad (5)$$

где $(dt/d\tau)_0$ – заданная скорость изменения температуры [$^{\circ}\text{C}/\text{c}$].

Для принятых обозначений

$$K K_T T_T = \bar{t}_1 - \bar{t}_{\text{СТАТ}}. \quad (6)$$

Из уравнения (6) определим постоянную времени ИП

$$T_T = (\bar{t}_1 - \bar{t}_{\text{СТАТ}}) \cdot \frac{1}{K K_T} = (t_1 - t_{\text{СТАТ}}) \cdot \frac{1}{(dt/d\tau)_0 K_T}. \quad (7)$$

Зная постоянную времени ИП определим температуру и время $\tau_{\text{СРАБ}}$ срабатывания для заданной скорости повышения температуры:

$$t_1 = t_{\text{СТАТ}} + K_T T_T (dt/d\tau)_0; \quad (8)$$

$$\tau_{\text{СРАБ}} = \frac{\bar{t}_1}{K} = \frac{t_0}{(dt/d\tau)_0} \cdot \frac{t_1 - t_0}{t_0} = \frac{(t_{\text{СТАТ}} - t_0) + T_T (dt/d\tau)_0}{(dt/d\tau)_0}. \quad (9)$$

Из (7, 8) следует, что температура и время срабатывания ИП для заданной скорости повышения температуры, зависят от инерционности ИП, статической температуры срабатывания ИП и начальной температуры воздуха.

Выводы. Получены зависимости для определения постоянной времени, температуры срабатывания и времени срабатывания теплового ИП с термистором с учетом скорости повышения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Модель теплового пожарного извещателя и оценка времени его срабатывания / Ю.А. Абрамов, Ю.Ю. Переста // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: ХИПБ. – 1997. – С. 53-57.

2. Гвоздь В.М. Терморезисторные тепловые пожарные извещатели с улучшенными характеристиками и методы их температурных испытаний. Дисс. канд. техн. наук: 21.06.02 – Черкассы. – 2005. – 181 с.

3. Дуреев В.А. Математическое описание чувствительного элемента максимального теплового пожарного извещателя с терморезистором / В.А. Дуреев, А.Н. Литвяк // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2012. – Вып. 32. – С. 74-77. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol32/dureev.pdf>.

4. Дуреев В.А. Математическое описание чувствительного элемента теплового пожарного извещателя с термистором / В.А. Дуреев // Про-

блемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2016. – Вып. 39. – С. 100-102. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Dureev.pdf>.

5. Дуреев В.А. Математическая модель чувствительного элемента теплового пожарного извещателя с термистором / В.А. Дуреев // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2016. – Вып. 40. – С. 90-93. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/dureev.pdf>.

6. Комар С.В. Визначення постійної часу точкового теплового пожежного сповіщувача за даними сертифікаційних випробувань / С.В. Комар, О.М. Литвяк, В.О. Дуреев // Зб. наукових праць. – Х.: УкрДАЗТ. – 2008. – Вип. 97. – С. 120-123.

7. Абрамов Ю.А. Основы пожарной автоматики. Х.: АПБУ. – 1993. – 288 с.

Получено редколлегией 12.03.2017

В.О. Дуреев

Визначення постійної часу теплового пожежного сповіщувача з термистором

Отримано залежності для визначення постійної часу та температури спрацювання теплового пожежного сповіщувача з термистором з урахуванням заданої швидкості підвищення температури навколишнього повітря.

Ключові слова: пожежний сповіщувач, чутливий елемент, термістор, рівняння динаміки, постійна часу, швидкість зростання температури, температура спрацювання.

V. Dureev

The definition of the time constant thermal fire detector with thermistor

The dependences for determining the time constant and the temperature of the thermal fire detector with a thermistor subject to a given rate of increase in temperature of the surrounding air.

Keywords: fire detector, sensing element, thermistor, dynamic equation, time constant, rate of temperature increase, the temperature of operation.