

*Я.Ю. Кальченко, ад'юнкт, НУЦЗУ,
Ю.О. Абрамов, д.т.н., професор, головн.н.с., НУЦЗУ*

ВИПРОБУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ

Розроблено спосіб випробувань теплових пожежних сповіщувачів, що оснований на визначенні його перехідної функції.

Ключові слова: тепловий пожежний сповіщувач, випробування сповіщувачів, перехідна функція.

Постановка проблеми. Удосконалення системи експлуатації систем пожежної сигналізації є одним із напрямків підвищення ефективності виявлення загорянь. Однією із проблем при цьому є розробка ефективних способів випробувань теплових пожежних сповіщувачів для визначення їх працездатності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з ДСТУ EN 54-5: 2003 (EN 54-5: 2000 IDT) [1], випробування теплових пожежних сповіщувачів проводяться у тепловому каналі шляхом створення на них теплового впливу, що зростає з постійною швидкістю. Іншим видом випробувань теплових пожежних сповіщувачів, які приведені у ГОСТ Р 53325-2012 [2], є вогневі випробування, що можуть бути здійснені трьома тестовими осередками пожеж (TF-1, TF-5, TF-6). Метою проведення таких випробувань є визначення їх часу та температури спрацьовування. Альтернативні установки для проведення випробувань теплових пожежних сповіщувачів приведені у [3,4]. У [5,6] приведені методи випробувань теплових пожежних сповіщувачів, в основі яких лежить визначення їх постійних часу. Слід зазначити, що при проведенні випробувань ТПС зовсім не визначаються їх динамічні властивості.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є розробка способу випробування теплових пожежних сповіщувачів, оснований на визначенні його перехідної функції.

Припустимо, що тепловий пожежний сповіщувач встановлено у робочому об'ємі теплового каналу. Температура $\Delta T(t)$ у середині теплового каналу змінюється відносно початкового значення T_0 за лінійним законом

$$\Delta T(t) = a \cdot t, \quad (1)$$

де a – швидкість зростання температури у робочому об'ємі теплової камери; t – час.

При такому впливі вихідний сигнал теплового пожежного сповіщувача $\theta_1(t)$ буде змінюватись, як це показано на рис. 1 [7].

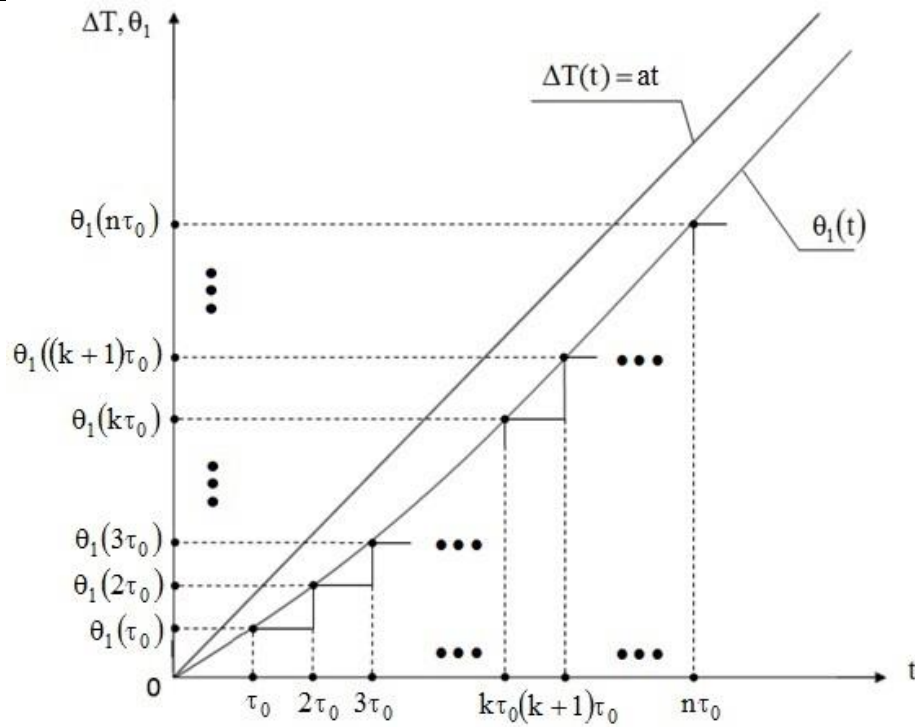


Рис. 1. Залежності температури від часу в тепловій камері $T(t)$ та чутливого елемента сповіщувача $\theta_1(t)$

Вираз для цього сигналу має вигляд

$$\theta_1(t) = L^{-1}[W(p)\Delta T(p)] = L^{-1}[W(p)ap^{-2}] \tag{2}$$

де L^{-1} – оператор зворотнього перетворення Лапласа; $W(p)$ – передаточна функція теплового пожежного сповіщувача; p – комплексне число.

Передаточна функція теплового пожежного сповіщувача описується виразом

$$W(p) = (\tau p + 1)^{-1}, \tag{3}$$

де τ – постійна часу.

Із урахуванням (3) вихідний сигнал теплового пожежного сповіщувача $\theta_1(t)$, що описується виразом (2), приймає вигляд

$$\theta_1(t) = a \left[t - \tau \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right) \right] = a[t - \tau\theta_0(t)], \tag{4}$$

де $\theta_0(t)$ – одинична перехідна функція теплового пожежного сповіщувача.

Для $\theta_0(t)$ має місце співвідношення

$$\theta_0(t) = L^{-1}[W(p)p^{-1}] = L^{-1}[(\tau p + 1)p^{-1}] = 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right). \tag{5}$$

Із (4) витікає залежність для одиничної перехідної функції $\theta_0(t)$

$$\tau\theta_0(t) = H(t) = t - a^{-1}\theta_1(t), \quad (6)$$

де $H(t)$ – перехідна функція теплового пожежного сповіщувача, яка відрізняється від одиничної перехідної функції $\theta_0(t)$ масштабом.

Якщо в моменти часу, що відстоять друг від друга на однаковий апріорі заданий інтервал, який дорівнює τ_0 , здійснювати вимір перевищення вихідного сигналу відносно його значення в попередній момент часу, тобто

$$\Delta\theta_{1k} = \theta_1(k\tau_0) - \theta_1((k-1)\tau_0), \quad k = \overline{1, n}, \quad (7)$$

то для вихідного сигналу $\theta_1(t)$ можна записати

$$\theta_1(t) = \sum_{k=1}^n \Delta\theta_{1k} \cdot l(k\tau_0), \quad (8)$$

де $l(k\Delta t)$ – функція Хевісайда.

Із урахуванням (8) вираз для перехідної функція теплового пожежного сповіщувача (6) трансформується наступним чином

$$H(t) = t - a^{-1} \sum_{k=1}^n \Delta\theta_{1k} \cdot l(k\tau_0). \quad (9)$$

Кількість вимірів вихідного сигналу теплового пожежного сповіщувача n визначається з урахуванням умов

$$n\tau_0 = t_c, \quad (10)$$

де t_c – максимальний час спрацьовування сповіщувача, а τ_0 – визначається відповідно до теореми Котельнікова

$$\tau_0 = 0,5t_c f_m^{-1}, \quad (11)$$

де f_m – максимальна величина частоти спектру функції $\theta_1(t)$.

При об'єднанні виразів (10) та (11) одержуємо вираз для параметра n

$$n = 2f_m t_c. \quad (12)$$

Величина параметра t_c в цьому виразі визначається апріорі згідно [1]. Ця величина повинна відповідати апріорі заданій величині швидкості збільшення температури в робочому об'ємі теплової камери, яка

також обирається із стандарту [1]. Наприклад, для теплових пожежних сповіщувачів класу А1 при $a = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ максимальний час спрацювання t_c становить 100 с.

Таким чином, алгоритм визначення перехідної функції теплового пожежного сповіщувача зводиться до наступного:

- розміщення сповіщувача у робочому об'ємі теплового каналу;
- створення на сповіщувач теплового впливу, що змінюється за лінійним законом;
- вимірювання в кожний із моментів часу, що відстають друг від друга на однаковий апріорі заданий інтервал, перевищення вихідного сигналу теплового сповіщувача відносно попереднього моменту часу;
- визначення перехідної функції сповіщувача за формулою (9).

Висновок про працездатність теплового пожежного сповіщувача робиться на основі порівняння визначеної перехідної функції із нормативною.

Перевагою такого способу є те, що проведення випробувань сповіщувачів відбувається у динамічному режимі, а інформація про його перехідну функцію може бути використана, як для перевірки його працездатності, так і для визначення його частних часових характеристик. Розроблений спосіб випробувань теплових пожежних сповіщувачів є універсальним і може бути застосованим для визначення працездатності сповіщувачів з різними фізичними принципами дії.

Висновки. Розроблено спосіб випробувань теплових пожежних сповіщувачів, що оснований на визначенні його загальної динамічної характеристики у часовій області–перехідної функції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові. (EN 54-5: 2000, IDT): ДСТУ EN 54-5:2003 (чинний від 2003-16-12). –К: Держспоживстандарт України, 2004. – 162 с.
2. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний: ГОСТ Р 53325-2012 (чинний від 2014-01-01).–Москва: Стандарт информ, 2012. – 270 с.
3. Пат. 2168214 Российская Федерация, МПК G08B29/20. Камера для испытаний пожарных извещателей / Виноградский В.В., Лукьянов В.А., Ситников В.П., Чудаев А.М., владелец Закрытое акционерное общество Производственное объединение "Спецавтоматика". – №99118326/09; заявл. 20.08.1999, опубл. 27.05.2001.
4. Пат. 2110843 Российская Федерация, МПК G08B17. Стенд для испытаний тепловых пожарных извещателей / Марышев А.В., владелец Марышев А.В.- №93055158/09; заявл. 03.12.93, опубл. 10.05.98.
5. Пат. 113824 Україна, МПК G08B 17/00, G08B 29/00. Спосіб тестування теплових пожежних сповіщувачів із терморезистивним чутливим елементом / Абрамов Ю.О., Кальченко Я.Ю., Собина В.О.; заявник і

власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № у 2016 09584; заявл. 16.09.2016 ; опубл. 10.02.2017, Бюл. № 3.

6. Пат. 114979 Україна, МПК G08B 17/10, G08B 29/00. Спосіб контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів / Абрамов Ю.О., Кальченко Я.Ю., Собина В.О.; заявник і власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № у 2016 10794; заявл. 27.10.2016 ; опубл. 27.03.2017, Бюл. № 6.

7. Пат. 125948 Україна, МПК G08B 17/06. Спосіб випробувань теплових пожежних сповіщувачів / Абрамов Ю.О., Кальченко Я.Ю.; заявник і власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № у 2018 00548; заявл. 19.01.2018; опубл. 25.05.2018, Бюл. № 10.

Отримано редколегією 15.03.2019

Я.Ю. Кальченко, Ю.А. Абрамов

Испытания тепловых пожарных извещателей

Разработан способ испытаний тепловых пожарных извещателей, основанный на определении его переходной функции.

Ключевые слова: тепловой пожарный извещатель, испытания извещателей, переходная функция.

Y. Kalchenko, Yu. Abramov

Heat detector testing

The method for testing thermal fire detectors based on the determination of its transition function has been developed.

Keywords: heat fire detector, detector tests, transient function.