

Я.Ю. Кальченко, ад'юнкт, НУЦЗУ,
Ю.А. Абрамов, д.т.н, проф., головн.н.с., НУЦЗУ

СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОВИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ

Розроблено способи контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, які здійснюються шляхом визначення їх постійних часу та їх порівняння з нормативним значенням.

Ключові слова: тепловий пожежний сповіщувач, контроль технічного стану, постійна часу.

Постановка проблеми. Одним із напрямків на шляху підвищення ефективності виявлення загорянь є удосконалення системи експлуатації систем пожежної автоматики та, зокрема, удосконалення експлуатаційних характеристик. Однією із проблем при цьому є розробка ефективних методів контролю та діагностики теплових пожежних сповіщувачів, які мають мінімальну остаточну ентальпію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі способи контролю теплових пожежних сповіщувачів, що приведені у ДСТУ EN 54-5: 2003 (EN 54-5: 2000 IDT) [1] здійснюються шляхом визначення часу спрацьовування сповіщувача і не визначають таку характеристику сповіщувача, як постійна часу. У [2,3] приведені методи визначення постійної часу теплових пожежних сповіщувачів та показано, як їх можна використовувати для здійснення контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів. У [4] наведено спосіб контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, який полягає в тому, що на тепловий пожежний сповіщувач формують постійний за величиною тепловий потік, в режимі, що встановився, вимірюють величину теплового потоку і температуру чутливого елемента та на основі цих даних визначають постійну часу чутливого елемента сповіщувача. Недоліком такого способу є те, що при його реалізації виникає необхідність у вимірюванні теплового потоку, що надходить на сповіщувач.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є розробка способів контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, оснований на визначенні їх постійних часу.

Розглянемо спосіб контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, при якому на його чутливий елемент послідовно у часі формується два теплових потоки, величини яких, змінюються за гармонічним законом з різними апріорі заданими частотами ω_1 та ω_2 , але однаковою амплітудою $q_{1m} = q_{2m} = q_m$ [5]. Амплітудно-частотна характеристика теплового пожежного сповіщувача описується виразом

$$A(\omega) = \frac{U_m(\omega)}{q_m} = K(1 + \omega^2 \tau^2)^{-0.5}, \quad (1)$$

де U_m – амплітуда вихідного гармонічного сигналу сповіщувача; K – коефіцієнт передачі; τ – постійна часу.

Виходячи з (1), для частот ω_1 та ω_2 буде мати місце

$$A^2(\omega_1)(1 + \omega_1^2 \tau^2) = K^2 = A^2(\omega_2)(1 + \omega_2^2 \tau^2). \quad (2)$$

З виразу (2) витікає вираз для постійної часу теплового пожежного сповіщувача

$$\tau = \frac{1}{\omega_1} \left[\left[\left[\frac{A(\omega_2)}{A(\omega_1)} \right]^2 - 1 \right] \left[1 - \left[\frac{A(\omega_2)}{A(\omega_1)} \right]^2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \right]^{-1} \right]^{0,5}. \quad (3)$$

З урахуванням співвідношення між амплітудами U_{im} та $q_m = \text{const}$, яке має вигляд (1), то вираз (3) трансформується наступним чином

$$\tau = \frac{1}{\omega_1} \left[\left[\left[\frac{U_{2m}}{U_{1m}} \right]^2 - 1 \right] \left[1 - \left[\frac{U_{2m}}{U_{1m}} \right]^2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \right]^{-1} \right]^{0,5}. \quad (4)$$

Для визначення величини постійної часу теплового пожежного сповіщувача за формулою (4) необхідно виміряти амплітуди вихідного сигналу теплового пожежного сповіщувача U_{1m} та U_{2m} відповідно на частотах ω_1 та ω_2 .

Порівняння величини постійної часу сповіщувача з нормативним значенням дає можливість зробити висновок про працездатність сповіщувача, тобто якщо виконується вираз

$$\tau \leq \tau_0, \quad (5)$$

де τ – постійна часу сповіщувача, що визначається за виразом (4), а τ_0 – нормативна величина постійної часу теплових пожежних сповіщувачів, яка визначається згідно з ДСТУ EN 54-5: 2003 (EN 54-5: 2000 IDT) [1].

Таким чином, послідовне у часі формування теплових потоків, що надходять на чутливий елемент теплового пожежного сповіщувача, величини яких змінюють за гармонічним законом із різними частотами та із однаковими амплітудами, а також вимірювання амплітуд вихідних сигналів теплового пожежного сповіщувача на цих частотах із подальшим використанням цих результатів дозволить здійснювати контроль технічного стану теплових пожежних сповіщувачів без вимірювання величини теплового потоку, що надходить на сповіщувач.

Цей спосіб контролю технічного стану є універсальним для сповіщувачів з різними фізичними принципами побудови, але при здійсненні контролю виникає необхідність у вимірюванні амплітуд вихідного сигналу сповіщувача при впливі на нього двох теплових потоків з різними

частотами, внаслідок чого збільшується час проведення випробування.

Для скорочення часу здійснення контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, вимірювання амплітуди вихідного сигналу його чутливого елемента можна проводити на одній частоті, що може бути реалізовано для сповіщувачів з терморезистивним чутливим елементом.

Згідно з законом Джоуля-Ленца тепловий вплив на терморезистивний чутливий елемент теплового пожежного сповіщувача можна створити пропусканням через нього електричного струму.

Виходячи з цього припустимо, що через терморезистивний чутливий елемент теплового пожежного сповіщувача пропускають електричний струм синусоїдальної форми, який описується виразом

$$i(t) = I_m \sin \omega_0 t, \quad (6)$$

де I_m, ω_0 – амплітуда та частота, величини яких апріорі задані.

При цьому величина ω_0 вибирається такою, що

$$2\omega_0 > Q, \quad (7)$$

де Q – максимальна частота спектральної щільності інфранизькочастотної завади, яка має теплове походження, обумовлене тепловим впливом навколишнього середовища.

За таких умов вихідний сигнал терморезистивного теплового пожежного сповіщувача буде

$$i^2(t) = I_m^2 \sin^2 \omega_0 t = 0,5 I_m^2 (1 - \cos 2\omega_0 t). \quad (8)$$

На виході такого сповіщувача буде мати місце сигнал, що описується виразом

$$\begin{aligned} \theta(t) &= \theta_0 - \theta_m \cos[2\omega_0 t + \varphi(2\omega_0)] = \\ &= \theta_0 - 0,5 A(2\omega_0) I_m \cos[2\omega_0 t + \varphi(2\omega_0)], \end{aligned} \quad (9)$$

де θ_0 – постійна складова вихідного сигналу; θ_m – амплітуда вихідного сигналу, що вимірюється; $\varphi(2\omega_0)$ – фазово-частотна характеристика сповіщувача на частоті $2\omega_0$; $A(2\omega_0)$ – амплітудно-частотна характеристика сповіщувача на частоті $2\omega_0$.

Із (9) витікає

$$\theta_m = 0,5 A(2\omega_0) I_m. \quad (10)$$

де θ_m – амплітуда вихідного сигналу, що вимірюється.

Для теплового пожежного сповіщувача з терморезистивним чутливим елементом має місце

$$A(2\omega_0) = K\tau(1 + 4\omega^2\tau^2)^{-0,5}. \quad (11)$$

Після об'єднання виразів (10) та (11) для постійної часу теплового пожежного сповіщувача з терморезистивним чутливим елементом буде мати місце вираз

$$\tau = \left[\left(\frac{KI_m^2}{2\theta_m} \right)^2 - 4\omega_0^2 \right]^{-0,5}, \quad (12)$$

який використовується для визначення величини постійної часу сповіщувача. Працездатність сповіщувача буде визначатися з умови (5), де τ – величина постійної часу, що визначається з виразу (12), τ_0 – нормативна величина постійної часу, яка визначається згідно з ДСТУ EN 54-5: 2003 (EN 54-5: 2000 IDT) [1].

Порівняємо приведені способи контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів за часом здійснення контролю.

Час здійснення контролю технічного стану одного теплового пожежного сповіщувача першим методом [5] визначається за формулою

$$t_1 = t_{вп1} + t_{ох} + t_{вп2} + t_{вим}, \quad (13)$$

де $t_{вп1}$ – час, що потребується для здійснення теплового впливу на сповіщувач на першій частоті; $t_{вп2}$ – час, що потребується для здійснення теплового впливу на сповіщувач на другій частоті; $t_{ох}$ – час, що потребується для охолодження чутливого елемента сповіщувача; $t_{вим}$ – час, що потребується для вимірювання амплітуд вихідного сигналу чутливого елемента сповіщувача на різних частотах, обчислення величини постійної часу та порівняння її з нормативною.

Час здійснення контролю технічного стану одного теплового пожежного сповіщувача другим методом [6] визначається за формулою

$$t_2 = t_{вп} + t_{вим1}, \quad (14)$$

де $t_{вп1}$ – час, що потребується для здійснення теплового впливу на сповіщувач; $t_{вим}$ – час, що потребується для вимірювання амплітуди вихідного сигналу чутливого елемента сповіщувача, обчислення величини постійної часу та порівняння її з нормативною. Для характерних параметрів теплових пожежних сповіщувачів приведених у ДСТУ EN 54-5: 2003 (EN 54-5: 2000 IDT) [1], при реалізації другого способу [6], у порівнянні з першим способом [5], має місце вигравш по часу проведення контролю технічного стану в 2,84 рази (на прикладі сповіщувачів класу А1).

Висновки. Розроблено способи контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів, в основі яких лежить знаходження постійної часу. Перший спосіб є універсальним і може бути застосований для здійснення контролю теплових пожежних сповіщувачів з різними фізичними принципами дії і виключає необхідність у вимірюванні теплового потоку. Другий спосіб орієнтований на здійснення контролю технічного

стану теплових пожежних сповіщувачів з терморезистивним чутливим елементом. Визначено, що час здійснення контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів класу А1 другим способом у 2,84 рази менше за час здійснення контролю першим способом.

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. Безуглов О.Е. Методы определения временных характеристик тепловых пожарных извещателей при автономных испытаниях.: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 21.06.02 / Безуглов О.Е. – Харьков, 2010. – 158 с.

3. Коврегин В.В. Температурные объектовые испытания тепловых пожарных извещателей с терморезистивным чувствительным элементом.: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 21.06.02 / Коврегин В.В. – Харьков, 2008. – 174 с.

4. Пат. 114979 Україна, МПК G08B 17/10. 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.

5. Пат. 128949 Україна, МПК G08B 17/10, G08B 29/00. Спосіб контролю технічного стану теплових пожежних сповіщувачів / Абрамов Ю.О., Кальченко Я.Ю.; заявник і власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № у 2018 05107; заявл. 08.05.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19.

6. Пат. 126609 Україна, МПК G08B 17/06. Спосіб визначення постійної часу теплового пожежного сповіщувача із терморезистивним чутливим елементом / Абрамов Ю.О., Кальченко Я.Ю.; заявник і власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – № у 2018 01076; заявл. 05.02.2018; опубл. 25.06.2018, Бюл. № 12.

Отримано редколегією 17.09.2018

Я.Ю. Кальченко, Ю.А. Абрамов

Способы контроля технического состояния тепловых пожарных извещателей

Разработаны способы контроля технического состояния тепловых пожарных извещателей, которые осуществляются путем определения их постоянных времени и сравнения их с нормативным значением.

Ключевые слова: тепловой пожарный извещатель, контроль технического состояния, постоянная времени.

Y. Kalchenko, Y. Abramov

Methods of heat detectors technical condition control

Methods of heat detectors technical condition control, which are carried out by determining their time constants and comparing them with the standard value have been developed.

Keywords: heat detector, monitoring the technical condition, time constants.