

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДИМОВИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ**

Принцип дії більшості точкових оптико-електронних датчиків (ОЕД) виявлення пилу й диму заснований на розсіюванні відбитого від часток диму світла. Тобто, основними компонентами чутливого елемента таких датчиків є джерело інфрачервоного випромінювання і його приймач. У точкових приладах вісі цих елементів розташовуються під кутом один до другого (звичайно 90-120°). Для виявлення часток по розсіяному випромінюванню в ОЕД переважним є використання методу великих кутів прийому розсіяного випромінювання [1], відповідно до якого відгук ОЕД залежить від величини коефіцієнта передачі випромінювання від джерела випромінювання до фотоприймача через аерозольне середовище у вимірювальній камері. У черговому режимі інфрачервоне випромінювання не потрапляє від джерела на приймач. З появою у вимірювальній камері дрібнодисперсних часток збільшується оптична щільність середовища. Оптична щільність середовища – десятковий логарифм відношення потоку випромінювання, що пройшов через чисте середовище, до потоку випромінювання, ослабленого середовищем при її частковому або повному запиленні (задимленні). Питома оптична щільність середовища – відношення оптичної щільності задимленого середовища до оптичної довжини шляху променя в контрольованому середовищі. Відповідно до цього відбувається відбиття променя й потрапляння його на приймач. На приймачі відбувається збільшення світлового потоку, відповідно збільшується струм в ланцюзі фотодіода. При досягненні цього показника раніш зазначеного порогового рівня, вважається, що в приміщенні виникла надзвичайна ситуація. Саме цей факт фіксується електронною схемою приладу. Далі сигнал передається на приймально-контрольний прилад.

ОЕД, будучи однією зі складових частин системи виявлення, у процесі експлуатації втрачають свою чутливість. У числі інших причин можна назвати фізичне старіння елементної бази, забруднення чутливого елемента.

Залежно від завдань, які ставляться при випробуваннях ОЕД, існує два принципово різних підходи, у рамках яких реалізуються різні способи випробувань датчиків, а саме:

- 1) стаціонарні випробування;
- 2) оперативні випробування.

У свою чергу, оперативні випробування можна реалізувати декількома способами:

1) невеликі автономні камери для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент датчика безпосередньо в місці його розміщення (становлять 15 % від всіх випробувань датчиків);

2) пристрої для дистанційної посилення на чутливий елемент датчика контрольного електромагнітного імпульсу безпосередньо в місці розташування ОЕД (близько 9 % від всіх технічних рішень по випробуванню).

3) речовини й матеріали, які застосовуються для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент датчика (становлять близько 9 % серед всіх технічних способів випробувань);

При проведенні випробувань ОЕД орієнтуються на принцип будови більшості оптико-електронних датчиків – відбиття світла від часток пилу або диму.

Для оцінки ступеня запилення (задимлення) використовують метод ослаблення інтенсивності зондувального світлового потоку, що проходить через контрольоване середовище у вимірювальній камері або збільшення інтенсивності випромінювання на приймачі. Тому поріг спрацьовування ОЕД визначається як відносна зміна оптичної щільності, середовища, яке тестують.

Одним з варіантів виходу з положення є періодичні тестування датчиків.

Однак в існуючих методах випробувань ОЕД існує одне проблемне місце – вони не дозволяють точно визначити рівень порога спрацьовування й негативно впливають на чутливий елемент датчика.

Аналіз методів оперативних випробувань ОЕД показав, що періодичне проведення оперативних випробувань датчиків шляхом безпосереднього впливу на чутливі елементи даних приладів пилом (димом) або їхнім імітатором, є поки єдиною можливістю перевірки здатності реагування зазначених датчиків на контрольовану ознаку. Найбільш прогресивним у цьому плані методом, що реалізує перевірку чутливих елементів, є метод, заснований на створенні в місці установки датчиків еквівалентних впливів умов за рахунок розпилення часток аерозолі, що імітує вплив пилу (диму) на чутливі елементи приладів.

Перевага цього методу полягає в мінімізації часу проведення такого роду випробувань, а також у тім, що при оптимальному виборі аерозолі-імітатора чутливі елементи ОЕД практично не забруднюються, тому що за короткий час робоча фракція аерозолі повністю випаровується. При використанні такого методу не вимірюється й не оцінюється поріг спрацьовування ОЕД, що може привести до недостовірної оцінки експлуатаційних характеристик зазначених датчиків і, в остаточному підсумку, до відмов систем контролю загалом.

При проведенні оперативних випробувань ОЕД за допомогою аерозолі-імітатора, що реалізують перевірку чутливих елементів зазначених датчиків, відбувається вплив часток рідкого аерозолі на чутливу область датчиків до моменту спрацьовування останніх. Момент спрацьовування ОЕД залежить від їхньої граничної чутливості й погрішності спрацьовування, а так само від параметрів аерозоліутворюючого пристрою й умов навколишнього середовища.

Коефіцієнт передачі потужності випромінювання через повітряне середовище з підвищеною щільністю (наприклад, запилене або задимлене) розраховується по формулі:

$$K_0 = \frac{S_p C_N \lambda^2 (i_1 + i_2) \sin 2\gamma}{4\pi^2 \rho_0 \sin(\alpha + \gamma)}, \quad (1)$$

де  $S_p$  – площа чутливої площадки фотоприймача;

$C_N$  – величина кількісної концентрації часток пилу, диму або аерозолі в середовищі.

Для того щоб вплив аерозольного середовища відбувався аналогічно запиленню (задимленню), необхідно, щоб значена  $C_N$  для неї була аналогічна значенню для запиленого (задимленого) середовища.

Крім того, час існування аерозолі в обсязі камери не повинен бути менше інерційності датчика. У протилежному випадку він не прореагує на його появу. Час існування обмежений і залежить від швидкості випару (осідання) окремих часток. Швидкість випару (осідання) краплі вважають рівної

$$v = 4\pi r^2 v \alpha c_0 \text{ молекул/сек}, \quad (2)$$

$$\text{де } v = \left( \frac{kT}{2\pi m_2} \right)^{\frac{1}{2}},$$

$k$  - константа Больцмана,

$T$  - абсолютна температура краплі,

$\alpha$  – коефіцієнт випару (осідання) (частка молекул, що конденсуються при зіткненні з поверхнею краплі),

$c_0$  – концентрація насиченої пари. [2]

Знаючи хімічну формулу використововуваного аерозолю, можна порахувати масу однієї молекули зі співвідношення

$$m = \frac{\mu}{N}, \quad (3)$$

де  $\mu$  – молекулярна вага;

$N$ - число Авогадро. [3]

А, відповідно, знаючи кількість аерозолю, яка подана в димову камеру, можна визначити час, за який його концентрація зменшиться до величини нижче граничного значення спрацьовування датчика, і зробити висновки про придатність даного состава для проведення випробувань.

Принциповою відмінністю пропонованого методу проведення випробувань є те, що в камеру ОЕД подається строго дозована порція аерозолю, що відповідає порогу його спрацьовування. У випадку якщо відбулося забруднення або фізичне старіння чутливого елемента, випробувальник може назвати точне значення порога спрацьовування на даний момент. При використанні традиційного імітатора джерела запилення або задимлення таке неможливо.

При оперативній перевірці ОЕД не можна застосовувати аерозолі, які можуть давати осідаючі на чутливому елементі плівки. Тому перевага віддається ряду ЛЗР, які швидко випаровуються та не залишають різного роду нальотів і забруднень. Крім того, за рідкісним винятком, подібні рідини практично нешкідливі для людини.

Основним мінусом такого підходу до випробування ОЕД є необхідність індивідуального підбора розміру краплі аерозолю, що відповідають прогнозованому розміру часток пилу або диму. Реалізація крапель різного розміру здійснюється за рахунок використання змінних насадок на форсунку, що розпоршує.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шаровар Ф. И. Методы раннего обнаружения загораний. - М.: Стройиздат, 1988. - 336с.
2. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы.– Л.: «Химия», 1969.- С. 99-103, 176-177
3. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 1– М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956.- С. 154-157.

A. A. Antoshkin, National university of civil protection of Ukraine  
**APPLICATION OF THE METHOD OF EQUIVALENT IMPACTS TO DETERMINE  
THE CHARACTERISTICS OF THE SENSITIVE ELEMENTS OF AN OPTICAL  
SMOKE FIRE DETECTORS**

This paper proposes an operational method of testing an optical smoke fire detectors using aerosol smoke simulator. Using this method is equivalent to the exposure on the sensitive element of the detector. There is no pollution of sensitive element with its gradual desensitization and failure.