

ПІРОЕЛЕКТРИЧНІ ДЕТЕКТОРИ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ

О. Ю. Бондаренко, І. Іг. Ключник, аспірант, Зіненко М.С. аспірант
Наукові керівники – к.т.н., доц. О. В. Дегтярьов, к.т.н., проф. І.Ів. Ключник
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІВТ
м. Харків, Україна
email: d_mme@nure.ua

A problem of divergence between datasheets and corresponding final inspection certificates in sensors and actuators is known. Pyroelectric detectors are not found to be an exception. As a solution, a new complete identification method for obtaining extended pyroelectric detector specifications, being successfully approved in practice, has been proposed.

Відома проблема різниці між технічними характеристиками та технічними паспортами компонентів елементної бази. Піроелектричні детектори не стали винятком. В якості рішення для отримання розширеного переліку характеристик піроелектричних детекторів запропоновано новий метод повної ідентифікації, який було успішно випробувано на практиці.

Піроелектричні детектори (ПД), як і будь-які інші вироби в галузі електроніки, мають свої технічні паспорти (ТП). В ТП вноситься інформація, отримана шляхом вимірювання того чи іншого параметра стосовно кожного окремо взятого виробу. ТП складаються на основі результатів контрольних операцій, що проводяться відділом технічного контролю підприємства або відповідною лабораторією фірми-виробника. При цьому, слід розрізняти технічні паспорти та технічні характеристики [1, 2]. В останніх виробники надають лише, так звані, загальні значення відповідних параметрів, і нерідко дрібним шрифтом додають інформацію про те, що вони залишають за собою право змінювати будь-які параметри без попереднього повідомлення споживачів. Як результат, в деяких випадках спостерігаються значні розбіжності при оцінках параметрів ПД, що призводить до помилок при обранні елементної бази для електронних пристроїв на їх основі. У зв'язку з цим виникає необхідність в чіткому розмежуванні параметрів ПД, які надані в ТП, та їх загально-технічних характеристик. Така ситуація спостерігається, перш за все, в наслідок того, що, нажаль, єдиного стандарту на піроелектричні детектори, щонайменше узгодженого між виробниками, не існує, хоча деякі параметри в технічних паспортах, що підлягають вимірюванню, зустрічаються постійно. До таких параметрів відносяться піроелектричний відгук та шум. Ще один параметр – питома виявляюча здатність, обчислюється за стандартизованою методикою.

Отже, всі параметри піроелектричних детекторів можуть бути поділені на дві групи. До першої групи відносяться загальні, а до другої – ті що

підлягають вимірюванню, включаючи такі, що розраховуються (в тому числі, у зв'язку з неможливістю або з складнощами їх вимірювання, що пов'язано з особливостями піроелектричних перетворювачів).

До загальних параметрів технічного паспорту піродетекторів, наприклад, компанії DIAS-Infrared GmbH [3] відносяться серійний номер ПД, назва його моделі, пропускна спроможність вхідного вікна, розміри чутливого елемента та його площа, а також частота модуляції, на якій проводилось вимірювання відгуку та шуму. Параметр “вікно” в цьому ТП означає діапазон довжин хвиль та відсоток їх пропускної спроможності. Якщо оптична характеристика вікна не надається, за замовчуванням береться стандартна оптична характеристика даного матеріалу вікна. “Частота 10 Гц” вказує на те, що обертання модуляційного диску забезпечує модуляцію теплового потоку постійної величини з частотою 10 Гц. Для ПД вказаного вище виробника загальні параметри зведено в табл. 1, а вимірювальні наведено в табл. 2.

Номер	Модель	Вікно	Розміри	Площина	Частота
xxxxxx	LTA G2 xx-xx	8–14 μm	2 мм \times 2 мм	4 мм ²	10 Гц

Таблиця 1 – Параметри піродетектора що не підлягають вимірюванню

Відгук	Спектральний шум	Питома виявляюча здатність
111 В/Вт	92 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$	$2.41 \cdot 10^8$ см $\sqrt{\text{Гц}}/\text{Вт}$

Таблиця 2 – Параметри піродетектора, які підлягають вимірюванню та обчисленню

Відгук, зазвичай, вимірюється наступним чином. Піродетектор розміщується на одній оптичній осі з абсолютно чорним тілом, яке працює при заданій температурі. Між абсолютно чорним тілом та піродетектором встановлюється обтюратор, вікно якого співпадає з оптичною осью “випромінювач-приймач”. Піродетектор підключається до входу синхронного підсилювача, налаштованого на частоту модуляції, і далі до вторинного вимірювального прилада. Отримане значення вноситься в технічний паспорт. При цьому, коректний запис обов'язково включає одиниці вимірювання відгуку, а також додаткові відомості стосовно умов, за яких відбувалося вимірювання, а саме: температура абсолютно чорного тіла, температура навколишнього середовища, відстань між абсолютно чорним тілом та піродетектором, частота модуляції теплового потоку, діаметри апертур, якщо використовуються.

Вимірювання шуму проводиться за таким же принципом, але піродетектор має бути екранований від впливу випромінювання. Отримане значення вноситься в технічний паспорт.

Питома виявляюча здатність розраховується виходячи з отриманих результатів відгуку та шуму, а також площини чутливого елемента. Результуюча питома виявляюча здатність обчислюється як відношення відгуку до спектрального шуму, яке помножене на корінь квадратний з площини чутливого елемента.

На жаль, таких даних недостатньо при необхідності прийняття рішень що до використання ПД за умов експлуатації, при яких потрібно враховувати інші параметри, ніж ті що вказані в ТП. Це стосується випадків визначення параметрів ПД при інших частотах модуляції теплового потоку (що необхідно при підборі піродетектора для інформаційно-вимірювального OEM-модуля газоаналізатора), або в режимі без модуляції (наприклад, у складі датчика руху). Відповіді на такі запити потребують проведення ідентифікації піроелектричних детекторів, тобто отримання математичної моделі у вигляді рівняння, яке описує повний цикл перехідного процесу в ПД. Моделювання електричної еквівалентної схеми на основі цього рівняння дає можливість отримувати недостатні числові дані та будувати будь-які характеристики, в тому числі, часові (перехідні, імпульсні) та всі можливі частотні. Чим точніше проведена ідентифікація, тим точніше будуть всі інші характеристики піроелектричних детекторів. Під ідентифікацією в даному випадку слід розуміти математичне рівняння, яке є апроксимацією розподілу дискретних даних, отриманих шляхом вимірювання. Приклади двох технічних паспортів для піродетекторів LTA G2 та LME-302 з розширеним переліком характеристик, отриманих за методом повної ідентифікації, представлено в [4].

Висновки. Таким чином, для багатьох можливих сфер застосування піродетекторів даних, наведених в ТП та різного рода технічній документації, виявляється недостатнім. Відсутні параметри та характеристики можливо отримати шляхом побудови електричної еквівалентної схеми та подальшого проведення симуляції в будь-якому пакеті програмного забезпечення за методом повної ідентифікації та правилами будовання еквівалентних електричних схем. Саме для піродетекторів процес ідентифікації є особливо важливим у зв'язку з особливостями вимірювання деяких їх параметрів. Підвищення точності оцінки цих та інших параметрів ПД визначається точністю виконана ідентифікації піродетектора.

Список використаних джерел:

1. URL:https://www.dias-infrared.de/pdf/ltag2_eng.pdf (Дата зверення: 20.01.2024).
2. URL:https://media.infratec.eu/infratec-datasheet-lme-302.pdf?mp_enc=bXBfZGlyPTY1MTY3Jm1wX2lkPTE2ODM2MzQ5MTg= (Дата зверення: 20.01.2024).
3. DIAS-Infrared, GmbH. Технічний паспорт піродетектора.
4. Bondarenko A. Examples of Extended Pyroelectric Detector Specifications for Advanced Engineers. Google Books, 2022. 58 p. URL: https://www.google.com.ua/books/edition/Examples_of_Extended_Pyroelectric_Detector/YApZEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=inauthor:%22Alexander+Bondarenko%22&printsec=frontcover (Дата зверення: 20.01.2024).