

УДК 621.317.39

## ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ОДНОТОЧКОВИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІРОМЕТРІВ ЯК СКАНУЮЧИХ

© Наталія Гоц, Віктор Засименко, 2000

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Метрологія, стандартизація та сертифікація",  
вул. С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

*Вводиться термін "одноточковий пірометр вимірювання", поряд з терміном "скануючий пірометр".  
З метою розширення сфери використання промислових одноточкових пірометрів пропонується їх  
застосування в системі зі скануючим пристроєм для температурної діагностики оберткових цементних  
печей, прокату листового металу, пластмаси, скла, великогабаритних деталей машин,  
елементів та вузлів іонно-плазмового напилення тощо.*

*Вводится термин "одноточечный пирометра излучения", наряду с термином "сканирующий пирометр".  
С целью расширения сферы использования промышленных одноточечных пирометров предлагается  
применение их в системе со сканирующим устройством для температурной диагностики вращающихся  
цементных печей, прокатного листа, пластмассы, стекла, крупногабаритных деталей машин,  
элементов и узлов ионно-плазменного напыления и т.п.*

*The term of single-point radiation pyrometer unlike of the scanning pyrometer term is introduced in this article. It is  
proposed here to use the industrial single-point pyrometers in the system with the scanning device for temperature  
diagnostics of rotary cement furnaces, rolled metal sheet, plastic, glass, large-sized machine details, details and nodes  
during ionic-plasma dusting and etc. Such applicatio of the industrial single-point  
pyrometers permits to extend the sphere of their use.*

Більшість вітчизняних та закордонних пірометрів випромінювання є одноточковими, тобто такими, що дозволяють вимірювати температуру в околі однієї точки поля візування. Очевидно, що вимірювальний об'єкт в даний момент часу можна подавати у вигляді однієї точки з розмірами, які визначаються показником візування, і при значних розмірах контрольованої поверхні.

Діаметр  $D_T$  вимірюваного об'єкта визначається за формулою

$$D_T \geq KL \quad (1)$$

де  $K$  – номінальний показник візування пірометра, що задається для номінальної робочої відстані [1];  $L$  – робоча відстань від одноточкового об'єкта вимірювання до переднього зрізу об'єктива пірометра.

З формули (1) видно, що чим менший показник візування  $K$  пірометра, тим менший діаметр вимірюваного об'єкта, і тим більше наближається пірометр до одноточкового.

Наприклад, під час температурної діагностики оберткової цементної печі розмірами  $\varnothing 5 \times 185$  м і використовуючи пірометр з показником візування  $K=1/200$  на робочій відстані 20 м діаметр об'єкта буде

дорівнювати 10 см, що при вказаних розмірах печі можна вважати точковим. Те саме стосується і температурної діагностики нерухомого нагрітого об'єкта. Наприклад, для підігрівної підлоги, стелі, стіни розмірами  $3 \times 6$  м при використанні пірометра на відстані 1,0 м об'єкт діаметром 5 мм є точковим.

Вважатимемо одноточковим пірометром такий, який відповідає такому співвідношенню:

$$D_S \gg D_T \quad (2)$$

де  $D_S$  – розмір вимірюваної поверхні.

Таку саму роль виконують так звані мікропірометри, зокрема візуальні промислові пірометри зі зниклою ниткою [2], які дозволяють за допомогою фотометрування вибрати необхідний фрагмент великого за розмірами досліджуваного об'єкта. Ручне сканування з наступним фотометруванням дозволяє отримати розподіл умовної температури по всій поверхні об'єкта. При введеній почергової поправці на кожен вимірюваний умовну температуру одержуємо температурне поле дійсних температур, або термограму.

Отримуване за допомогою тепловізора теплове зображення об'єкта дає тільки якісний розподіл інтенсивності випромінювання, що здебільшого не дає

повної інформації про значення дійсних температур на досліджуваній поверхні [3]. Незважаючи на наявність тепловізорів у державній повірочній схемі [4], вони на сучасному етапі не можуть служити засобами вимірювання температури тією мірою, в якій цю функцію виконують пірометри випромінювання. Основна похибка або границя допустимого значення основної похибки в тепловізорів, переважно, відсутня або іноді підміняється такими параметрами, як роздільна здатність, поріг чутливості тощо.

На рисунку наведено функціональну схему одноточкового промислового пірометра “Смотрич - 7”, використаного як скануючий.

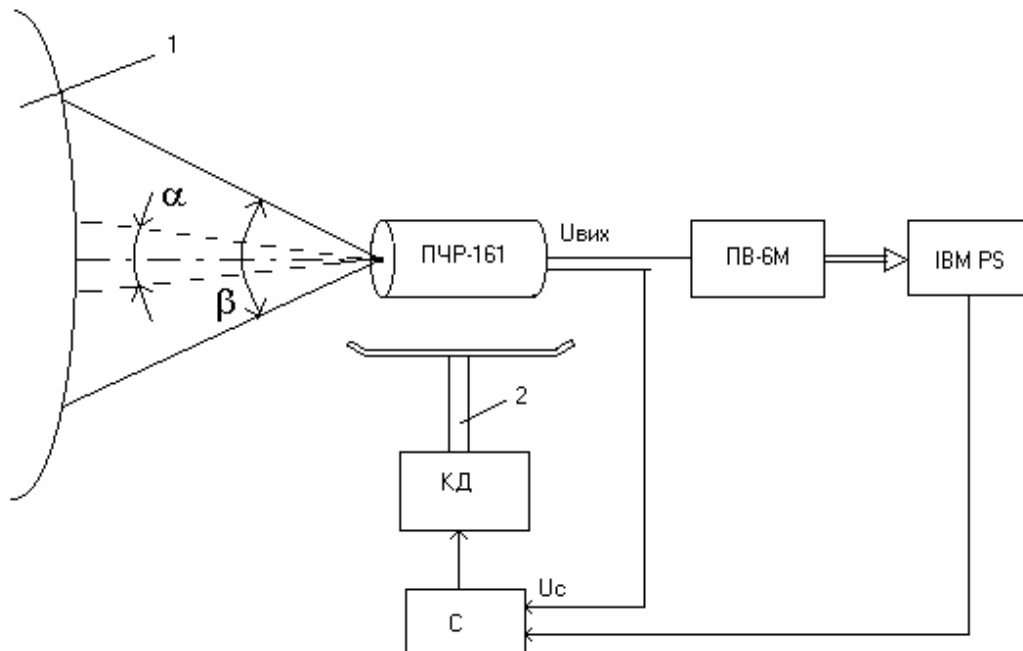
Сканування досліджуваної поверхні первинним пірометричним перетворювачем ПЧР - 161 при куті візування  $\alpha$  здійснюється переміщенням поворотної головки на максимальний кут  $\beta$  за допомогою сканера С, яким керують імпульси синхронізації  $U_c$ .

Якщо сканування здійснюється в одному з напрямків, то площа сканування  $S$  визначатиметься як

$$S = K\beta L^2 \approx \alpha\beta L^2 \quad (3)$$

де повна рівність досягається за умови

$$K \leq 1/5 \quad (4)$$



Функціональна схема одноточкового скануючого пірометра на основі промислового виконання типу “Смотрич - 7”

1 – об’єкт випромінювання; 2 – поворотна головка; ПЧР-161 – первинний пірометричний перетворювач; ПВ-6М – вторинний вимірвальний перетворювач; С – сканер; КД – кроковий двигун; IBM PS – персональний комп’ютер;  $U_{вих}$  – аналоговий вихідний сигнал;  $U_c$  – сигнал синхронізації

Перед скануючими пірометрами подібного типу відкривається досить широка перспектива. Це температурна діагностика обертових цементних печей, прокату, листового металу, пластмаси, вузлів та елементів іонно-плазмового напилення тощо. Спроби такої реалізації вже були – як при простому скануванні [6], так і з використанням в пірометрах рухомої призми [5]. Основна перевага скануючих пірометрів на основі промислових одноточкових їх аналогів полягає у відсутності складного метрологічного забезпечення, що істотно підвищує точність вимірювання температурних розподілів на великих досліджуваних площах при незначній вартості. Під час перевірки забезпечується точність в нормованих технічних умовах значення похибок для одноточкових промислових пірометрів випромінювання.

Подальша перспектива для подібних рішень з використанням різного типу пірометрів та їх методик перевірки [7] може бути з’ясована під час:

- вивчення характеристик поля зору скануючих одноточкових пірометрів, зокрема пірометрів спектрального відношення;

- подання математичної моделі для введення інваріантних поправок при зміні випромінювальної здатності окремих фрагментів досліджуваного об'єкта.

Крім вказаних проблем, найближчим завданням при створенні подібних скануючих пірометрів та вимірювальних систем на основі тепловізорів є:

- чітка прив'язка вимірювання до системи координат об'єкта дослідження;
- синхронність введення необхідних поправок (насамперед на випромінювальну здатність і фонове випромінювання, а також на можливу зміну робочої відстані);
- вдосконалення метрологічного забезпечення, особливо на етапі експлуатації цих систем споживачем.

1. ДСТУ 3170-95 (ГОСТ 28243-96) Пірометри. Загальні технічні вимоги. К., 1995. 2. ДСТУ 3171-95 (ГОСТ 8335-96) Пірометри візуальні із зниклою ниткою. Загальні технічні умови. К., 1997. 3. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение. М., 1988. 4. ДСТУ 3194-95. Державна повірочна схема для засобів вимірювання температури за випромінюванням. К., 1995. 5. Thermovision 780. Thermoprofile. AGA: 1994. 6. Пастернак Я.А. Температура печи как объективный критерий состояния футеровки. Контрольно-измерительная техника. Львов, 1985. 7. Засименко В.М. Розрахунковий метод градуювання і повірки пірометричних перетворювачів і пірометрів випромінювання // Вісник ДУ "Львівська політехніка", 1998. № 348. С.41 – 44.

УДК 621

## СПОСОБИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЕННЯМ

© Богдан Стадник, Любомир Буняк, Роман Віблій, Арсен Семенистий, 2000

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Інформаційно-вимірювальна техніка",  
вул. С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна  
Державне акціонерне підприємство "Магістральні нафтопроводи "Дружба"  
вул. Липинського, 12, 79058, Львів, Україна

*Розглядаються проблеми реконструкції температурного поля за акустичним випроміненням в ультразвуковому діапазоні. Дано характеристику двох методів реконструкції – реконструкції алгебраїчним методом та реконструкції, що базується на статистичних алгоритмах.*

*Рассматриваются проблемы реконструкции температурного поля по акустическому излучению в ультразвуковом диапазоне. Дана оценка двух методов реконструкции – реконструкции алгебраическим методом и реконструкции, которая базируется на статистических алгоритмах.*

*Of a problem of reconstruction of a temperature field by acoustical radiation in a ultrasonic range was examine. There are estimate two methods of reconstruction – reconstruction by an algebraic method and reconstruction which is founded on statistical algorithms.*

Вимірювання температури за пасивним випроміненням не є новим у вимірювальній техніці. Нині широко використовують для вимірювання високих температур інфрачервоне випромінення, ведуться роботи із вдосконалення термометрів, що працюють у радіочастотному діапазоні. На жаль, всі ці методики не є самовистачальними. Так, ми не можемо з достатньою точністю визначити за інфрачервоним випроміненням, яка температура є усередині об'єкта. Крім того, накладаються додаткові обмеження щодо середовища, в якому проходять вимірювання. Визначення темпера-

тури за пасивним акустичним випроміненням твердих та рідких середовищ дозволяє проводити дослідження, для виконання яких засоби радіолокації, інфрачервоної техніки та активної акустоскопії є непридатними або недостатніми.

Цей метод вимірювання температури вперше був запропонований Бабієм ще 1974 року [1], а пізніше Бовеном (який запатентував його у 1981) [2]. Перші експериментальні дані були отримані Миргородським [3], який показав можливість вимірювання температури за акустичним випроміненням. До переваг методу