

Вимоги. 3. ISO/IEC 17025. (Second edition 2005-05-15) General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. – (Друга редакція 2005-05-15. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій). 4. Байцар Р., Сколоздр М., Гарасим О. Сертифікація професійної компетентності персоналу // Вимірювальна техніка

та метрологія. – Вип. – №69. – 2008. – С. 108 – 113. 5. Крушельницька О.В., Мельничук Д.П. Управління персоналом – К.: Кондор, 2003. – 297 с. 6. Мурашко М.Л. Менеджмент персоналу. – К.: Знання, 2002. – 125 с. 7. ДСТУ ISO/IEC 17025:2003. Загальні вимоги до компетентності випробувальних і калібрувальних лабораторій.

УДК 536.532

ДОСЛІДНА УСТАВА ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

© Ореста Козак, Сілке Августін, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційно-вимірювальних технологій,
вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна

Описано дослідну уставу для калібрування термоелементів.

Описана установка для калібрування термоелементов.

In the article experimental station for thermoelements calibration is described.

Вступ. Сучасний розвиток техніки вимагає точного вимірювання температури, оскільки температура є одним з найважливіших параметрів різноманітних технологічних процесів. У багатьох галузях виробництва потрібний контроль за температурою поверхні твердих тіл, тому необхідними є засоби вимірювання, які б максимально точно вимірювали температуру поверхні вимірюваного об'єкта. Поширеними для промислового вимірювання температури є термомпари і термометри опору. Цими двома видами чутливих елементів можна виконати майже всі вимоги до вимірювання в промисловому повсякденні. Важливою спільною властивістю для термометрів опору та термоелементів є те, що їхніми вихідними величинами є електричні сигнали, які порівняно просто можуть бути перенесені для подальшого опрацювання, зберігання і показу на вимірювальних і регулюючих інструментах. Вважають, що в стаціонарному стані об'єкт вимірювання і контактний термоперетворювач перебувають в термічній рівновазі один з одним і що перетворювач набув температури вимірюваного об'єкта. Насправді ж тут частково наявна похибка, яка спричинена зміною температурного енергобалансу і зовнішнього термічного опору поверхні тіла через контактний термометр, якою не можна нехтувати.

Постановка задачі. Умови виробництва, вимоги до якості, відповідальність і гарантія вимагають правильної метрологічної перевірки засобів, за допомогою яких ведуться дослідження. Термоперетворювачі повинні бути метрологічно перевірені. Для цього їх порівнюють з “еталонним” перетворювачем температури, характеристика якого є відомою з державних стандартів, або калібрують їх за реперними точками. Причому лабораторія калібрування повинна регулярно перевіряти свої “еталонні” термоперетворювачі, щоб впевнитися, що вони ще відповідають початковому калібруванню.

Перетворювачі для вимірювання температури поверхні повинні бути перевірені з використанням каліброваних поверхонь. Згідно з державними стандартами [1] для калібрування використовують дослідні зразки з різних металів: алюміній, сталь та мідь. Поверхня дослідних зразків повинна мати шорсткість не більше ніж 0,4 мкм.

Мета калібрування поверхневих перетворювачів температури полягає в тому, щоб за достатньо відомих чи відтворених умов, а саме:

- встановлена температура поверхні чи внутрішня температура досліджуваного зразка;

- температура навколишнього середовища (дослідної лабораторії);
- перпендикулярність встановлення вимірювального перетворювача;
- прикладена сила до перетворювача під час вимірювання;
- розміри, матеріал і стан поверхні вимірюваного об'єкта;
- експериментально визначити порівняльні характеристики для похибки вимірювання температури досліджуваного перетворювача температури [2].

Дослідна установа для калібрування термоперетворювача (рис.1) складається з:

- комп'ютера з IEEE-картою і програмного забезпечення LABVIEW;
- мультиметра PREMA 6000 з IEEE-шиною;
- електронної групи для регулювання і спостереження температури;
- дослідної установи з нагрівальним пристроєм, столиком для калібрування, кріпленням і механізмом для опускання перетворювача в перпендикулярному напрямі до дослідного об'єкта, а також горизонтального переміщення;
- термос з льодом як порівняльна температура 0 °С для трьох сенсорів, вбудованих у дослідний зразок і для температури всередині блока нагрівального пристрою;
- 50 °С – порівняльний термостат для дослідних термоелементів;
- термоперетворювач для вимірювання температури навколишнього середовища (Pt-100) у 4-провідному ввімкненні.

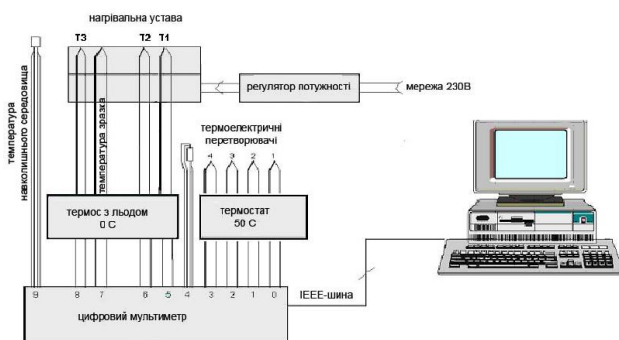


Рис. 1. Структурна схема дослідної установи

Будова нагрівальної частини установи зображена на рис. 2.

Дослідний зразок, який нагрівають до певної температури, оточений по боках керамічною ізоляцією.

Температура регулюється в діапазоні 50..500 °С. Необхідна для цього потужність подається через фольгу (максимальна температура 600 °С). Для контролю граничної температури нагрівача (550 °С) в нагрівальній фользі міститься термоелемент.

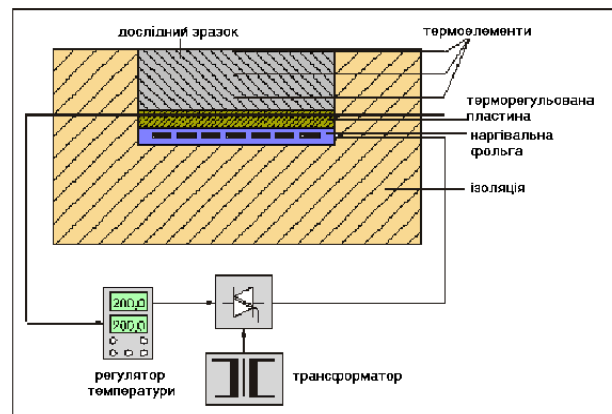


Рис. 2. Будова нагрівальної частини установи

Над нагрівальною фольгою розташована терморегульована пластина. Знизу і із сторін обидві частини ізолювані керамікою. За допомогою терморегульованої пластини створюється рівномірний температурний профіль, в якому може також здійснюватися калібрування досліджуваного термоперетворювача. В пластині міститься термоелемент як для регулювання нагрівання, так і для визначення температури в ній під час калібрування.

На терморегульовану пластину можуть бути встановлені пасивні дослідні зразки із різних матеріалів – сталь, алюміній чи мідь. У цих зразках містяться три термоелементи діаметром 1 мм, на відстані 1,5; 11 і 20,5 мм від поверхні дослідного зразка. За допомогою цих трьох термоелементів буде екстраполюватися температура поверхні зразка.

Виконання калібрування. Дослід починається з нагрівання дослідного зразка до заданої температури. Після досягнення ним стаціонарного температурного стану вимірюється температура поверхні $T_{нов}$ та температура навколишнього середовища $T_{н.с.}$ (рис. 3). Після цього перетворювач встановлюють на поверхню дослідного зразка та вимірюють ним температуру

$T_{вим}(t)$ [3, 4]. Протягом всього досліджу температури навколишнього середовища та внутрішня температура дослідного зразка не повинні змінюватися. З вимірних величин визначається температурна похибка вимірювання.

Оцінювання результатів вимірювання. Температура поверхні ($T_{нов}$) встановленого в уставу дослідного зразка буде визначатися через екстраполяцію з температур трьох (T_1, T_2, T_3) вбудованих в дослідний зразок термоперетворювачів.

У дослідному зразку розміщені три перетворювачі температури на відстані від поверхні зразка 1,5 мм (x_1), 11 мм (x_2) і 20,5 мм (x_3) [5].

Коефіцієнти A, B, C в точках 1,5; 11 і 20,5 мм мають значення:

$$A = 1,2493; B = -3,4072 \cdot 10^{-1}; C = 9,1413 \cdot 10^{-2}.$$

Екстраполяція температури поверхні здійснюється за такою формулою:

$$T_{нов} = T_1 \cdot 1,2493 - T_2 \cdot 3,4072 \cdot 10^{-1} + T_3 \cdot 9,1413 \cdot 10^{-2}$$

Екстраполяцію виконують за допомогою квадратного рівняння:

$$T = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2,$$

де:

$$T = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

На поверхні температура дорівнює a_1 :

$$T_{нов} = a_1 = T_1 \frac{x_2 \cdot x_3}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)} + T_2 \frac{x_1 \cdot x_3}{(x_1 - x_2)(x_3 - x_2)} + T_3 \frac{x_1 \cdot x_2}{(x_1 - x_3)(x_2 - x_3)}$$

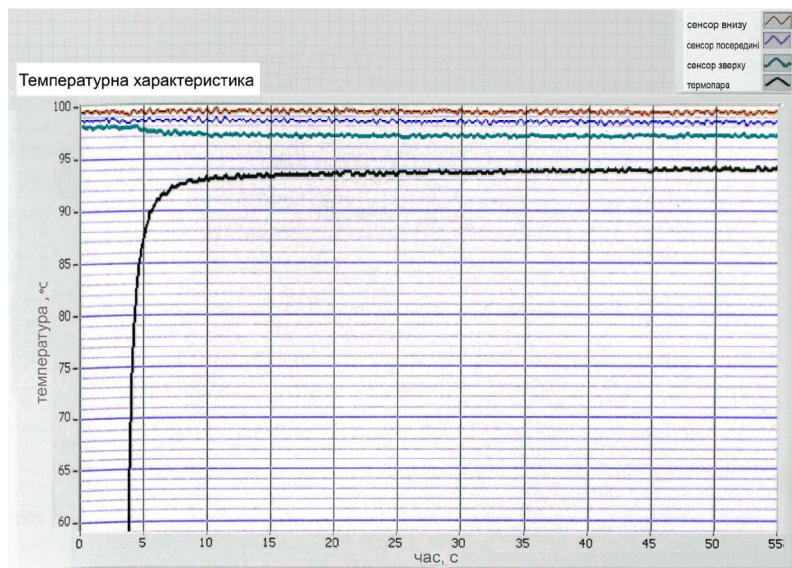


Рис.3. Температурні залежності перетворювача і трьох вбудованих у дослідний зразок термосенсорів

Похибка вимірювання температури під час вимірювання температури поверхні термоперетворювачем залежно від різних матеріалів дослідного зразка

Матеріал дослідного зразка	Похибка вимірювання температури ΔT , K			
	100 °C	150 °C	200 °C	400 °C
Сталь	4,11	-	8,37	16,44
Алюміній	3,44	-	5,91	-
Мідь	3,06	4,20	-	-

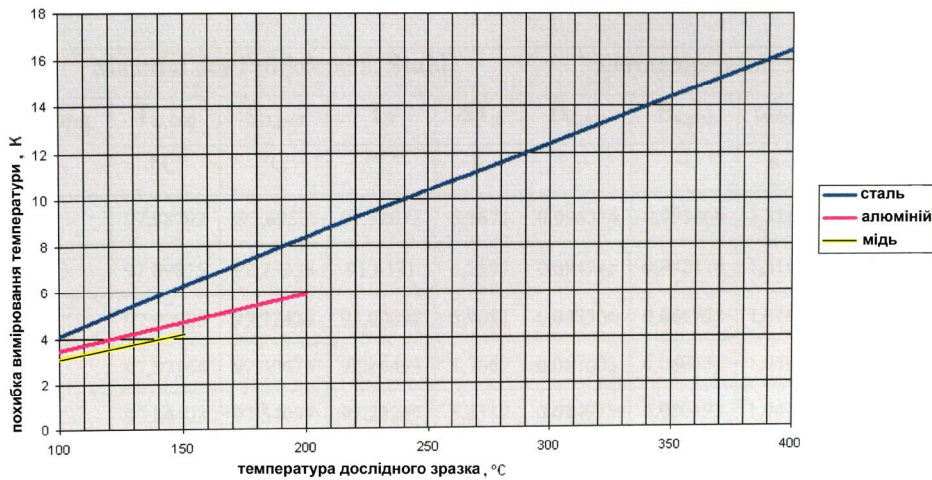


Рис. 4. Залежність статичної похибки вимірювання температури від внутрішньої температури дослідного зразка

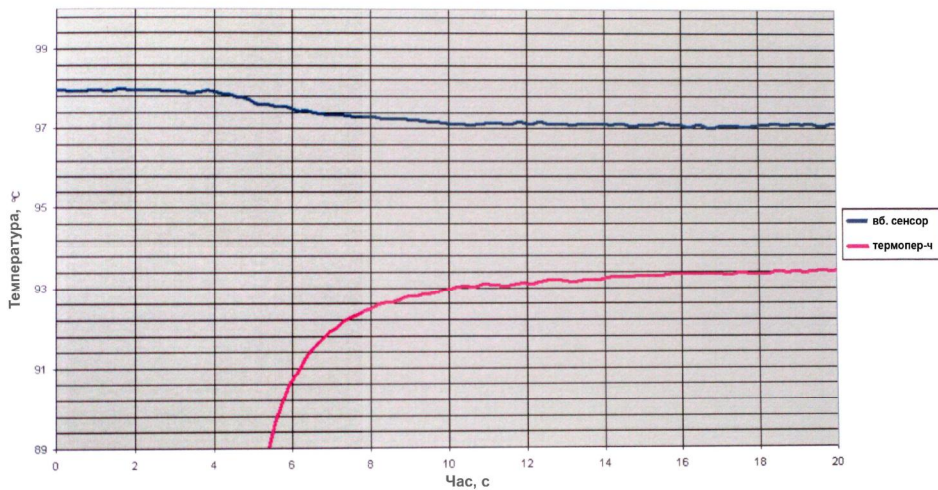


Рис. 5. Температурна характеристика вбудованого сенсора та досліджувального термоперетворювача при внутрішній температурі зразка 100 °C

Цей вираз можна записати так:

$$T_{нов} = T_1 \cdot A + T_2 \cdot B + T_3 \cdot C,$$

де:

$$A = \frac{x_2 \cdot x_3}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)}; B = \frac{x_1 \cdot x_3}{(x_1 - x_2)(x_3 - x_2)};$$

$$C = \frac{x_1 \cdot x_2}{(x_1 - x_3)(x_2 - x_3)};$$

Розрахунок похибки вимірювання. Температурна похибка вимірювання визначається за формулою:

$$\Delta T = T_{вим} - T_{нов},$$

де $T_{вим}$ – температура, виміряна перетворювачем; $T_{нов}$ – температура поверхні з неспотвореним температурним полем (екстрапольована).

Результати розрахунку похибки вимірювання температури наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1 та на рис. 4, похибка вимірювання температури залежить від температури, до якої нагрітий дослідний зразок, а також від матеріалу зразка.

Під час вимірювання температури перетворювачем було зафіксовано значне спотворення температурного поля досліджуваного об'єкта (рис. 5) [6].

Висновки. Практичні досліди показали, що похибка вимірювання температури лінійно зростає із збільшенням температури дослідного зразка. Найбільше значення похибки було під час вимірювання температури зразка із сталі. Найменше – під час вимірювання температури зразка з міді. Ймовірною причиною цього є подібні значення коефіцієнтів теплопровідності досліджуваних термоперетворювачів і міді, що забезпечує кращу тепловіддачу від дослідного зразка до термоелемента. Також було досліджено, що в момент встановлення перетворювача на поверхню зразка відбувається значне спотворення температурного поля останнього.

Зменшити похибку вимірювання можна, зменшивши розміри термоперетворювача, а для зменшення спотворення температури дослідного зразка перетворювачем потрібно змінити принцип вимірювання. Один довготривалий дотик можна замінити серією

короткочасних дотиків, що дасть змогу істотно зменшити вплив термометра на температурне поле об'єкта вимірювання.

1. DKD-K-68002, *Oberflächensensorik*. 2. Osinchuk-Kozak O. *Mess- und Auswerteprogramm zur Bestimmung statischer und dynamischer Kennwerte von Oberflächen-Tasttemperaturfühlern*. Diplomarbeit 2003. TU Ilmenau, Fak. MB, Institut PMS. 3. DIN EN 60584, *Thermopaare*. 4. DIN EN 60751, *Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Messwiderstände*. 5. Augustin S., Mammen H., Bernhard F., Tegeler E. *Kalibriereinrichtung für Oberflächen-Tasttemperaturfühler, Teil 1: Verfahrensbeschreibung*. TU Ilmenau, Fak. MB, Institut PMS, 1998. 6. Kharchur O. *Mess- und Auswertesoftware für Kalibriereinrichtung von Oberflächen-Tasttemperaturfühlern*. Diplomarbeit 2008. TU Ilmenau, Fak. MB, Institut PMS.

УДК 621.317

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

© Микола Микийчук, Петро Столярчук, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Розглянуто перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості продукції.

Rassmotreny perspektivy razvitiya metrologicheskogo obespecheniya kachestva produktsii.

Perspectives of the development of production – quality metrological assurance are under consideration.

Актуальність дослідження. Сучасний етап розвитку України характеризується зростанням потоків інформації в усіх сферах діяльності, а успіхи науки впливають на темпи її соціального та економічного розвитку. В цьому процесі важливу роль відіграє вимірювальна інформація, яка забезпечує кількісну оцінку рівня якості продукції, стану технологічних процесів, характеристик обладнання тощо. Вирішення важливих науково-технічних та народногосподарських завдань з випуску якісної продукції значною мірою залежить від єдності вимірювань у державі.

Згідно з [1] під єдністю вимірювань розуміють такий стан вимірювань, за якого результати вимірювань виражаються у законодавчо визначених одиницях, а характеристики похибок або невизначеності вимірювань відомі та із заданою ймовірністю не виходять за встановлені границі.

Основою забезпечення єдності вимірювань є метрологічна діяльність, яка пов'язана із створенням та постійним удосконаленням метрологічного забезпечення.

Метрологічне забезпечення (МЗ) – це встановлення та застосування метрологічних норм та правил, а також розроблення, виготовлення та використання технічних засобів, необхідних для досягнення єдності та потрібної точності вимірювань.

Для ефективного вирішення питань МЗ існує державна метрологічна система, діяльність якої має бути спрямована на [1]:

- реалізацію єдиної технічної політики у сфері метрології;
- захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань;