

2.3.2. Методика оформлення заявок на повірку, графіків повірки, атестата повірки тощо.

Під час вивчення даної дисципліни студенти використовують навчальну літературу [9-15].

На основі вищесказаного, а також певного досвіду викладання вказаних вище дисциплін, проблем, які виникають в процесі навчання студентів можна зробити такі висновки:

1) актуальність метрології сьогодні є значною, сфера використання різних розділів метрології як науки охоплює практично всі види діяльності людини. Тому, враховуючи це, вивчення дисциплін, пов'язаних з метрологією, нині є доцільним, необхідним, і, якщо так можна сказати, обов'язковим для студентів фахових напрямків “Прилади”, “Метрологія, стандартизація та сертифікація”, “Радіотехніка”, “Електроніка”, “Акустотехніка”, “Лазерна та оптоелектронна техніка”, “Електронні апарати”;

2) нормативна база основних нормативних метрологічних документів, які використовуються в навчальному процесі, повинна бути переглянута з урахуванням сучасних вимог і світових досягнень. Це стосується, насамперед, ГОСТів класу “8”. Держстандарт України повинен провести відповідну роботу з урахуванням тієї обстановки, що Україна є членом МДР, ISO, CEN (Європейський комітет з стандартизації), КОOMET (Регіональна організація державних метрологічних установ Центральної та Східної Європи) та інших;

3) необхідно спрямувати зусилля вчених, викладачів провідних вищих закладів освіти України на підготовку і видання навчальних посібників для вив-

чення студентами дисциплін “Теоретична метрологія”, “Законодавча метрологія”;

4) Держстандарту України і окремим його підрозділам слід звертати більшу увагу на випускників метрологічних спеціальних ВЗО України, запрошувати їх на роботу після закінчення навчання як для розробки вказаної вище нормативної бази, так і для проведення випробувань і розробки нових засобів вимірювальної техніки.

1. Рудзит Я.А., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении. М., 1991.
2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. К., 1983.
3. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений: Справ.пособие. К., 1987.
4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. М., 1991.
5. Грановский В.А., Сирия Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л., 1990.
6. Полишко С.П., Трубинок О.Д. Точность засобів вимірювання. К., 1988.
7. Таланчук П.М., Скрипник Ю.О., Дубровний В.О. К., Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах. Підр. для студ. вузів/ К., 1994
8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М., 1968.
9. Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність” № 113/98-ВР від 11.02.1998р.
10. Декрет Кабінету Міністрів України “Про стандартизацію і сертифікацію” № 46-93 від 10.05.1993р.
11. Декрет Кабінету Міністрів України “Про забезпечення єдності вимірювань” № 40-93 від 26.04.1993р.
12. Основополагающие стандарты в области метрологического обеспечения. М., 1986.
13. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества. Уч. пособие. М., 1987.
14. Селиванов М.И., Фридман А.Э. Законодательная метрология. М., 1988.
15. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. М., 1986.

УДК 536.532

## ВЕРИФІКАЦІЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ СЕНСОРІВ ТЕМПЕРАТУРИ БЕЗ ЇХ ДЕМОНТАЖУ З ОБ'ЄКТА

© Ігор Курітник, 2000

Ужгородський державний університет, інженерно-технічний факультет,  
вул. Університетська, 14, 88000, Ужгород, Україна

*Розглянуто спосіб визначення відхилення від номінальної статичної характеристики перетворення термоелектричного сенсора температури в умовах його експлуатації. Спосіб ґрунтується на тестуванні сенсора, що знаходиться на об'єкті, і зразкового сенсора в термостаті імпульсом струму.*

*Рассмотрен способ определения отклонения от номинальной статической характеристики преобразования термоэлектрического сенсора температуры в условиях его эксплуатации. Способ базируется*

**на тестуванні сенсора, який знаходиться на об'єкті, і образцового сенсора в термостаті імпульсом тока.**

***In affered work is considered a technique of determination of the variation in the nominal static gradiation characteristic transducer thermoelectric sensor temperature in-situ. The technique bases on use of results testing sensor in-situ and standard sensor in thermostat electrical current pulses.***

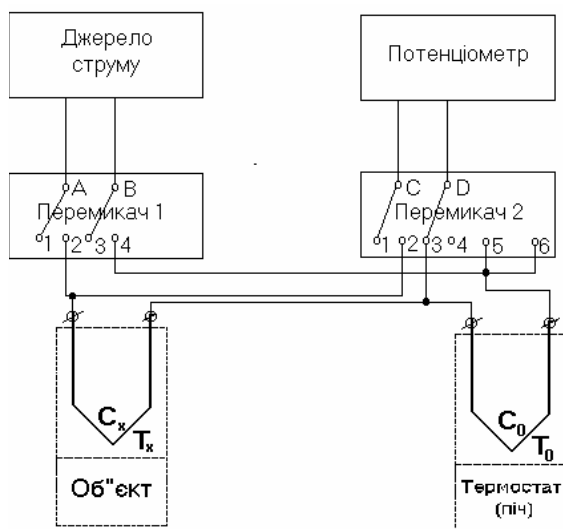
Верифікація (тестування, перевірка) термоелектричних сенсорів температури проводиться в лабораторних умовах. При цьому використовується один з двох методів :

- термопар сенсорів  $C_x$  і  $C_0$  в процесі імпульсної верифікації по реперних точках;
- верифікація порівнянням.

Для першого методу, який є найточнішим, потрібні чисті метали, що використовуються як реперні точки Міжнародної практичної температурної шкали (МПТШ-90). Температури стану фазової рівноваги між твердою і рідкою фазами цих точок такі: індій – 156, 5986°С; олово – 231,928°С; цинк – 419,523°С; алюміній – 660,323°С; срібло – 961,78°С; золото – 1064,18°С; мідь – 1084,62°С [1].

Для верифікації по реперних точках використовуються декілька технологій (реалізацій реперної точки):

- в графітовому тиглі, який поміщається в шахну піч;
- за допомогою дротинки, якою з'єднуються термоелектроди;
- за допомогою дротинки, яка навивається на спай термопари.



*Структурна схема верифікації термоелектричних сенсорів температури без їх демонтажу з об'єкта*

Для верифікації порівнянням використовується зразковий сенсор, термостати та потенціометр.

Для верифікації сенсорів в умовах експлуатації необхідно їх демонтувати з об'єкта, що не завжди є бажаним і можливим. Особливо це стосується атомних електростанцій, де сенсори піддаються радіоактивному опроміненню. Тому розроблення способів верифікації температурних сенсорів без їх демонтажу (методи "in-situ" [2]) є надзвичайно актуальним. Один з таких способів, який захищений авторським свідоцтвом СРСР № 1173206 [3], розглядається в даній роботі.

Структурна схема реалізації нового способу показана на рисунку. Принцип її роботи такий. Спочатку з'єднують за диференціальною схемою термопари сенсора  $C_x$ , який тестується, і сенсора  $C_0$ , який є зразковим. Останнім може бути розрядний зразковий засіб або сенсор, термоелектроди якого виконані із стандартних зразків термоелектродних матеріалів. Перемикач 1 виставляють в положення (С-2, Д-5) і за допомогою пічки термостата нагрівають зразковий сенсор доти, доки термо-ЕРС.  $\Delta E$  утвореної диференціальної термопари не дорівнюватиме нулеві, що фіксується потенціометром. Перевівши перемикач 2 в положення (С-3, Д-6), потенціометром вимірюють термо-ЕРС. зразкового сенсора  $E_0$ , за якою визначають його температуру  $T_0$ . Встановивши перемикач 1 в положення (А-2, В-4), через коло диференціальної термопари від джерела струму пропускають імпульс струму, який нагріє гарячі спаї термопар сенсорів  $C_x$  і  $C_0$  на одну і ту ж величину  $\Delta T$ . Цей імпульс є своєрідним тестом.

Пізніше, комутуючи відповідно перемикач 2, вимірюють приріст термо-ЕРС  $\Delta E_0$  термопари зразкового сенсора. Параметри імпульсу визначаються електричним опором термопар (тобто їх матеріалом, діаметром термоелектродів та їх довжиною) та їх інерційністю. Найкращі результати досягаються, якщо ідентичні конструкції сенсорів  $C_x$  і  $C_0$ . Можуть виникати проблеми у зв'язку з нагріванням вільних кінців термопар.

Вимірювання  $T_0$ ,  $\Delta E$  і  $\Delta E_0$  повинні бути виконані практично одночасно.

Враховуючи однаковий приріст температури  $\Delta T$  гарячих спаїв термопар сенсорів  $C_x$  і  $C_0$  під час імпульсного нагрівання, можна записати

$$\Delta E = \Delta E_0 - \Delta E_x = \Delta T(\alpha_0 - \alpha_x), \quad (1)$$

де  $\Delta E_x$  – приріст термо-ЕРС термопари, яку тестують;  $\Delta E$  – тепло -ЕРС диференціальної термопари;  $\Delta E_0$  – приріст термо-ЕРС термопари зразкового сенсора;  $\alpha_0$ ,  $\alpha_x$  – температурні коефіцієнти термо-ЕРС термопар зразкового і тестованого сенсорів відповідно.

Оскільки  $\Delta T = \frac{\Delta E_0}{\alpha_0}$ , то із (1) випливає, що

$$\alpha_x = \alpha_0 \left( 1 - \frac{\Delta E}{\Delta E_0} \right) \quad (2)$$

З іншого боку, знаючи, що  $E_x = \alpha_x \cdot T_x$ , з рівняння (2) можна одержати формулу для визначення невідомої температури  $T_x$

$$T_x = \frac{E_x}{\alpha_x} = \frac{E_x}{\alpha_0 \left( 1 - \frac{\Delta E}{\Delta E_0} \right)} \quad (3)$$

Оскільки  $E_x = E_0$ , отримаємо

$$T_x = \frac{E_0}{\alpha_0 \left( 1 - \frac{\Delta E}{\Delta E_0} \right)} = T_0 \cdot \frac{\Delta E_0}{\Delta E_0 - \Delta E} \quad (4)$$

Тоді похибка (відхилення від номінальної статичної характеристики перетворення в температурному еквіваленті) сенсора, який верифікують, розраховується за формулою

$$\Delta T = T_x - T_0 = T_0 \left( \frac{\Delta E_0}{\Delta E_0 - \Delta E} - 1 \right) \quad (5)$$

1. Crovini L. *The development of the international temperature scale of 1990* // *Tempmeno 90 – 4th symposium of temperature and thermol measurement in industry and science. Helsinki. 1990. P. 1-16.*  
 2. Атаманчук Б.М., Бернгард Ф., Слюсаренко О.В., Стадник Б.І. *Контроль параметрів термоперетворювачів опору в умовах експлуатації* // *Вимірвальна техніка та метрологія. Львів. 1999. №54. С. 77-81.*  
 3. А.с. 1173206 СССР. кл. G01K 7/02 *Способ проверки термоэлектрических преобразователей* / И.П. Куритный, М.В. Копаницкий, Б.И. Гиль // *Открытия.Изобрет. 1985. № 30.*

УДК 621.317.3/4

## МЕТРОЛОГІЧНИЙ СТЕНД

© Петро Сопрунюк, Володимир Юзевич, Ярослав Підгірняк, 2000

Фізико-механічний інститут НАН України, вул. Наукова, 5, 79601, Львів, Україна

***Описано метод створення високооднорідного електричного поля у морській воді та інших електролітах, показано реалізацію за його допомогою метрологічного стенда для метрологічної атестації та повірки сенсорів електричного поля.***

***Рассматривается метод создания высокооднородного электрического поля в морской воде и других электролитах, показана реализация с его помощью метрологического стенда для метрологической аттестации и поверки датчиков электрического поля.***

***The article deal with the method and devises for examination of the electric field sensors for the investigation in the dip sea.***

Цілий ряд методів геофізичного дослідження морського дна використовує інформацію про електричне поле, що існує у морському середовищі [1]. Використовуються різноманітні методи і засоби його вимірювання. Для ефективнішого проведення вказаних досліджень потрібні сенсори електричного поля з певними метрологічними параметрами. Нині методи і засоби метрологічного забезпечення таких сенсорів поля не розроблені, їх метрологічна атестація не проводиться.

Для експериментального визначення метрологічних параметрів, зокрема, дослідження передатних характеристик сенсорів електричного поля в морському середовищі, необхідно його моделювати в лабораторних умовах. Це можна здійснити, наприклад, за допомогою пари точкових чи лінійних електродів, поміщених у середовище морської води, пропускаючи через них електричний струм. Очевидно, що виміряне сенсором значення поля буде змінюватися зі зміною його