

Худяков Я. В., студент ХНАДУ, м. Харків
к.т.н. Петрукович Д. Є., ХНАДУ, м. Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДАТЧИКОМ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Перевірка робочих характеристик датчиків і пов'язаних з ними приладів, а також діагностика їх несправностей можуть виконуватися на техногенно-небезпечних об'єктах (ТНО) на основі моніторингу сигналів датчиків під час роботи ТНО. У сучасних умовах особлива увага приділяється розгляду питань експлуатації та обслуговування датчиків температури, що застосовуються на ТНО, а також активним і пасивним методам перевірки характеристик цих датчиків без демонтажу після їх установки на працюючих об'єктах.

Точні вимірювання температури потрібні і для інших додатків, таких як управління технологічними процесами і спеціальний інструментарій. В більшості випадків, унаслідок малих вихідних сигналів і їх нелінійності, вихідні сигнали з датчиків повинні бути від нормовані відповідним чином і посилені перш ніж виконувати їх подальшу обробку.

На більшості ТНО з реакторами типу PWR перевірку калібрування резервованих датчиків, таких як ТДО в першому контурі охолодження, проводять регулярно з метою виявлення та усунення будь – якого неприпустимого дрейфу калібрування або її зміни. Для цих цілей використовують метод перехресного калібрування.

Додатковий аналіз дозволить отримати остаточні результати перехресного калібрування, а також надасть інформацію для визначення похибки результатів.

Ця процедура з семи кроків носить назву традиційного перехресного калібрування та ілюстрована на рисунку 1.

Для перетворення опору в температуру найбільш часто використовують рівняння Келлендера. Для температур вище 0°C це рівняння записується в наступному вигляді [1]:

$$\frac{R(T)}{R(0)} = 1 + \alpha \left[T - \delta \left\{ \left(\frac{T}{100^{\circ}C} \right)^2 - \left(\frac{T}{100^{\circ}C} \right) \right\} \right], \quad (1)$$

де T – температура (°C);

$R(0)$ – опір при 0 °C (Ом);

α – калібрувальна константа (Ом/Ом/°C);

δ – калібрувальна константа (°C);

$R(T)$ – опір при температурі T (Ом).

Члени рівняння $R(0)$, α і δ називають константами рівняння Каллендер, де α – середній температурний коефіцієнт опору в діапазоні від 0 до 100°C; δ – показник того, наскільки графік залежності опору від температури відхиляється від прямої лінії. Ці дві константи, а також $R(0)$ зазвичай визначають для кожного ТДО при його калібрування в термостаті при лабораторних випробуваннях. Як тільки ці три константи визначені, вони підставляються в рівняння 1 для отримання калібрувальної таблиці для даного ТДО.

На деяких ТНО з реакторами типу PWR конструкції фірми Вестінгауз замість рівняння Келлендера використовують поліном другого порядку, званий “еталонної функцією Вестінгауза” і записується у наступному вигляді:

$$R(T) = R_e f(T) + \text{зміщення} + \text{нахил}(T - 525), \quad (2)$$

$$Ref(T) = 185,807 + 0,4446937T + 0,000036082T^2, \quad (3)$$

де $R(T)$ – опір ТДО (Ом) як функція температури (T);

$Ref(T)$ – еталонна функція.

Зсув і нахил константи еталонної функції Вестингауза (отримані в результаті калібрування ТДО).

Еталонна функція Вестингауза має постійну кривизну і використовує лінійну поправку для досягнення відповідності калібрувальної кривої ТДО. Значення температури (T) в рівняннях (2) і (3) задаються в градусах за Фаренгейтом ($^{\circ}\text{F}$).

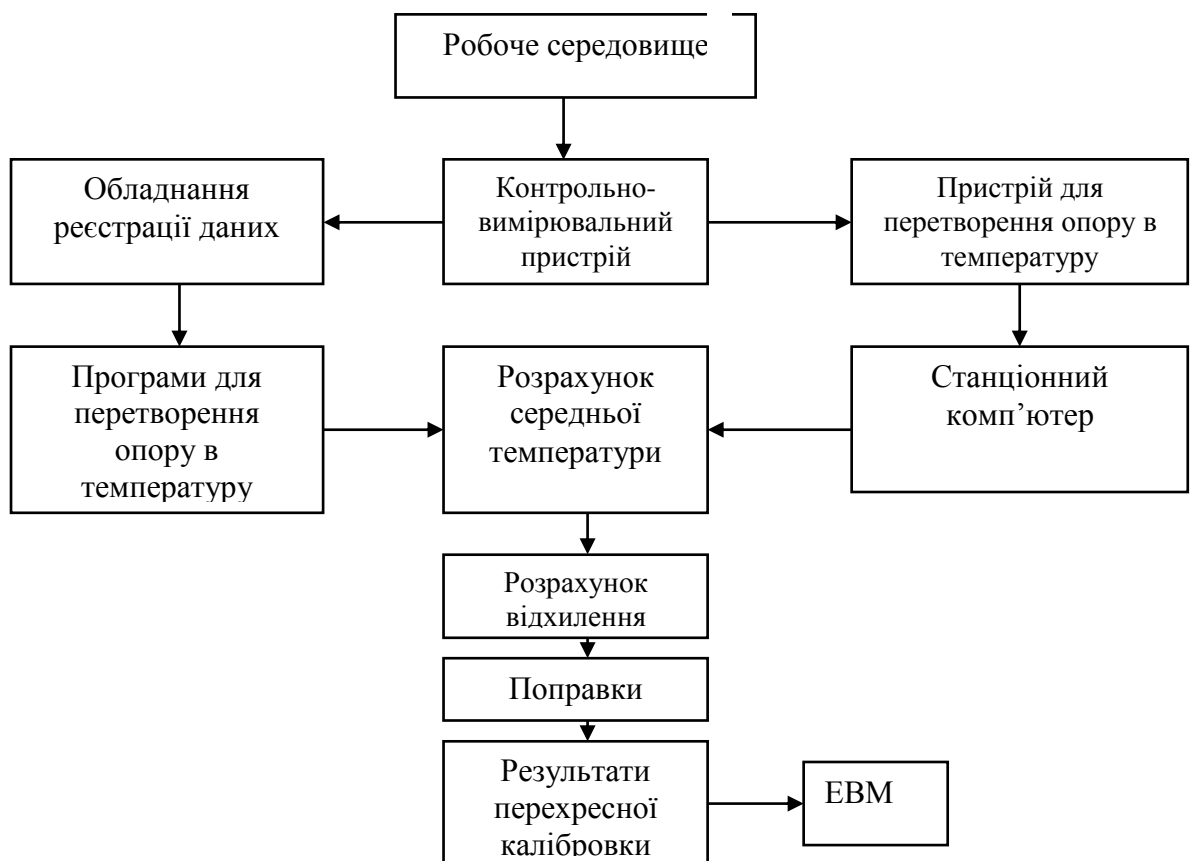


Рисунок 1 – Варіанти збору даних для перехресного калібрування

У відповідності з вище приведеною методикою були проведені експериментальні дослідження параметрів датчика температури. В процесі

досліджень вивчався вплив “старіння” датчика на функцію перетворення та перехідну характеристику датчика. Досліджувались датчики: новий; який був в експлуатації 1 рік; який був в експлуатації 2 роки та який був в експлуатації 3 роки.

В подальшому дані усереднювались і порівнювались з еталонною функцією перетворення. В якості еталонної функції перетворення було взято апроксимаційний вираз для функції перетворення приведений в технічних характеристиках на датчик заводом виготовлювачем:

$$R_0(t^{\circ}C) = 1025.05714 + 2.62848 \cdot t^{\circ}C . \quad (4)$$

Слід відмітити, що функція перетворення нового датчика температури практично повністю співпадає з кривою описуваною виразом (4). На рисунку 2 зображена усереднена та еталонна функції перетворення ДТ–1, який пропрацював 1 рік.

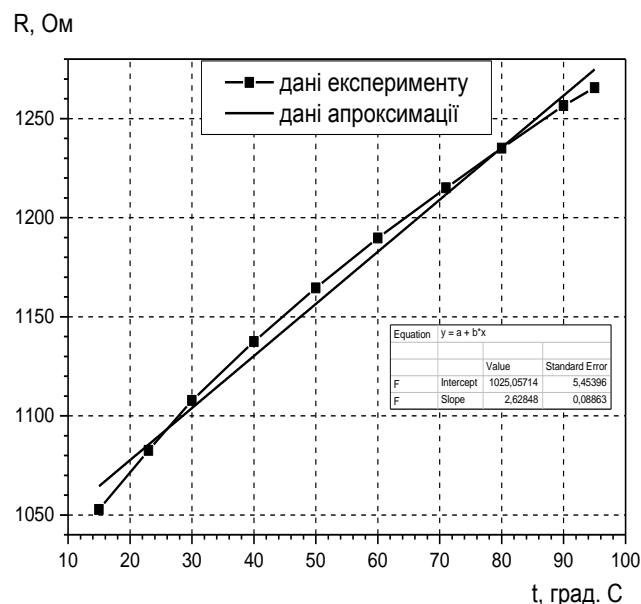


Рисунок 2 – Усереднена та еталонна функції перетворення датчика температури

Час реакції датчика температури залежить від його установки і від умов технологічного процесу. Зокрема, значний вплив на час реакції надають температура і швидкість потоку робочого середовища. Вплив швидкості потоку в загальному можна передбачити, а вплив температури не можна: збільшення швидкості потоку робочого середовища призводить до зменшення часу реакції датчика, а при збільшенні температури час реакції може або зрости, або зменшитися залежно від того, як температура впливає на властивості матеріалу і теплопередачу всередині датчика.

Література:

1. Хашемиан Х. М. Техническое обслуживание измерительных устройств на атомных электростанциях. – М.: Издательство Бином, 2012. – 354с.
2. Чинков, В. М. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник/В. М. Чинков. – Харків: ХПІ, 2008. – 424 с.
3. Поліщук Є. С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: підручник – Львів: Бескид Біт, 2008. – 615 с.