

# АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 536.53

## АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ПІДБОРУ ПАР ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ОПОРУ ДЛЯ ТЕПЛОЛІЧИЛЬНИКІВ

Ї Питель Іван, Микитин Ігор, Івах Роман, 2013

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційно-вимірювальних технологій,  
вул. С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

*Розроблено уставу для метрологічної перевірки термоперетворювачів опору та для автоматичного підбору пар термоперетворювачів на базі персонального комп'ютера.*

*Разработана установка для метрологической поверки термопреобразователей сопротивления и для автоматического подбора пар термопреобразователей на базе персонального компьютера.*

*A charter for metrological verification thermal resistance and for automatic matching pairs of thermocouples on a personal computer.*

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку України енергогенерувальні підприємства, постачальники та споживачі теплової енергії, враховуючи зростання цін на енергоносії, зацікавлені у підвищенні точності та достовірності результатів вимірювання теплової енергії.

Сьогодні на підставі позитивних результатів випробувань до Держреєстру засобів вимірювань України внесено понад 100 типів пристроїв обліку теплової енергії. Розробники прагнуть забезпечити високий рівень точності вимірювальних систем теплової енергії, проте низька достовірність прийнятих методів оцінки точності, а також розмаїття алгоритмів розрахунку теплової енергії не завжди дають змогу коректно вирішити це завдання.

Вірогідність результатів вимірювання теплової енергії значною мірою залежить від точності вимірювання різниці температур. Як первинний перетворювач температури у пристроях обліку теплової енергії використовують термоперетворювачі опору, метрологічні характеристики яких визначають загальну похибку вимірювання.

Перевірка первинних засобів вимірювання температури – складний та трудомісткий процес, що потребує значних часових, інтелектуальних та фізичних затрат.

До найпоширеніших перетворювачів температури належать термоперетворювачі опору (ТО). Останнім

часом створюються і випускаються нові типи ТО, які завдяки високій стабільності забезпечують вимірювання температури з підвищеною точністю протягом тривалого часу. Виробництво та експлуатація ТО неможливі без високоякісного і високопродуктивного метрологічного забезпечення.

**Мета роботи:** розроблення уставу для автоматичного підбору пар термоперетворювачів на базі персонального комп'ютера.

**Структурна схема уставу.** У результаті аналізу методів усунення недоліків створено універсальну автоматичну систему підбору пар термоперетворювачів на базі персонального комп'ютера. Причому розрахунки виконано так, щоб ця система давала змогу реалізувати стандартні верифікаційні схеми. Автоматизована система перевірки засобів вимірювання – це функціонально і конструктивно організований і метрологічно атестований комплекс зразкових засобів вимірювання, засобів обчислювальної техніки, каналів зв'язку і допоміжного обладнання, оснащений методами і програмами перевірки.

Використовуючи запропонований підхід, під час розроблення вимірювального блока автоматизованої уставу для перевірки можна:

- забезпечити необхідну точність перевірки;

- усунути вплив опору з'єднувальних дротів і контактів, нестабільність струму в колах ТО;
- забезпечити універсальність вимірювального блока;
- забезпечити автоматизацію процесу вимірювання, підвищити продуктивність і культуру праці.

Згідно з нормативними документами перевірка ТО може проводитися двома способами:

- за реперними точками;
- порівнянням зі зразковим ТО в термостаті.

Фактично усі методики підбору пар складаються з двох етапів:

- визначення індивідуальних залежностей  $R(t)$  «холодного» і «гарячого» термометрів;
- порівняння індивідуальних залежностей двох термометрів з метою узгодження їх у парі, що забезпечує мінімальну похибку вимірювання різниці температур під час роботи з обчислювачем.

Похибка вимірювання температури за допомогою термоперетворювачів опору має такі складові:

- випадкова похибка, зумовлена технологічним розкидом опорів і температурних коефіцієнтів термоперетворювачів;
- систематична похибка, зумовлена термоелектричним ефектом. Ця складова похибки виникає тоді, коли до платиного або нікелевого перетворювача під'єднують звичайні мідні провідники, а їх з'єднання мають різну температуру. Термо-ЕРС виникає також у контактах міді та свинцево-олов'яного з'єднання (значення термо-ЕРС становить 1..3 мкВ/°С);
- тепловий та флікер-шум вимірюваного опору;

- самонагрівання термоперетворювача;
- похибка методу (схеми вимірювання) опору, що залежить від довжини провідників, які з'єднують вимірювальний модуль з термоперетворювачем;
- похибка вимірювального модуля.

Під час розроблення структурної схеми застосовано схемотехнічні та конструктивні рішення для мінімізації похибки визначення метрологічних характеристик термоперетворювачів опору та підбору пар термоперетворювачів. Структурну схему устави для метрологічної перевірки термоперетворювачів опору представлено на рис. 1. До складу устави входять: термостат з блоком регулювання температури, мікроконтролерний блок з комутатором первинних перетворювачів (ПП), омметр та персональний комп'ютер. Устава працює в автоматичному режимі, проводить усі необхідні вимірювання, опрацьовує результати вимірювань та видає повідомлення про придатність ПП до подальшого використання. Перед початком перевірки через інтерфейс користувача можна задати характеристики та тип ПП.

Процесом виконання перевірки ПП керує персональний комп'ютер. Усі сигнали керування та вимірювана інформація проходять через мікроконтролерний блок від/до персонального комп'ютера. Персональний комп'ютер по чергово задає блоку регулювання термостата завдання на підтримання певних температурних точок (наприклад, три точки: 0 °С, 50 °С, 100 °С) та контролює вихід на кожну з них. При виході на робочу температуру та після її часової стабілізації вимірюють значення опору ПП.

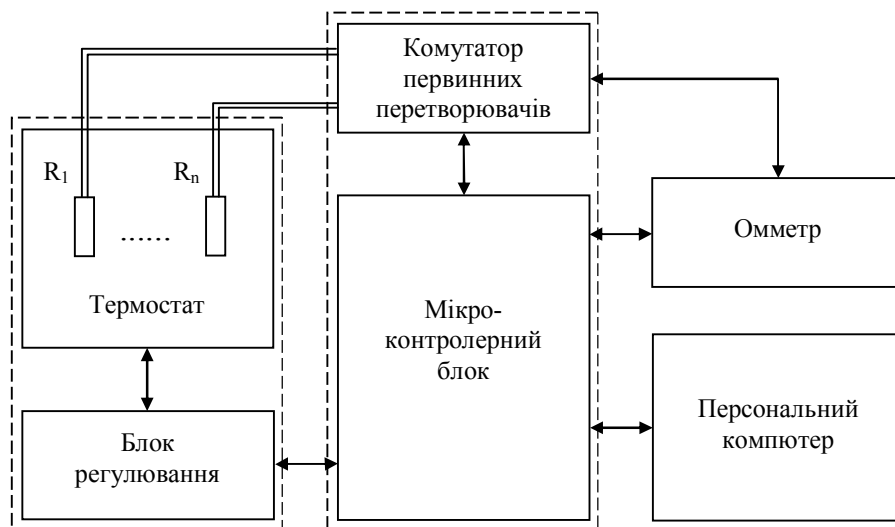


Рис. 1. Устава для метрологічної перевірки термоперетворювачів опору

Первинні перетворювачі  $R_1...R_n$  розташовують у робочій камері термостата та під'єднують до комутатора. Комутатор по чергово під'єднує ПП до омметра, виконують декілька вимірювань значення опору ПП і результати вимірювань передаються до персонального комп'ютера. Вимірювання проводять у кожній заданій температурній точці. На персональному комп'ютері за отриманими результатами вимірювань розраховують похибки вимірювання у кожній температурній точці та роблять висновок про клас термоперетворювача.

Результати метрологічної перевірки виводяться на екран монітора та можуть бути роздруковані.

Устава підтримує низку сервісних функцій: перевіряє власну працездатність та наявність зв'язку між усіма функціональними блоками, знаходить номінальне значення опору термоперетворювача, перевіряє наявність короткого замикання та розриву за кожним каналом вимірювання, дає повідомлення про стан перевірки, а також про несправності у роботі. Алгоритм роботи устави представлено на рис. 2.

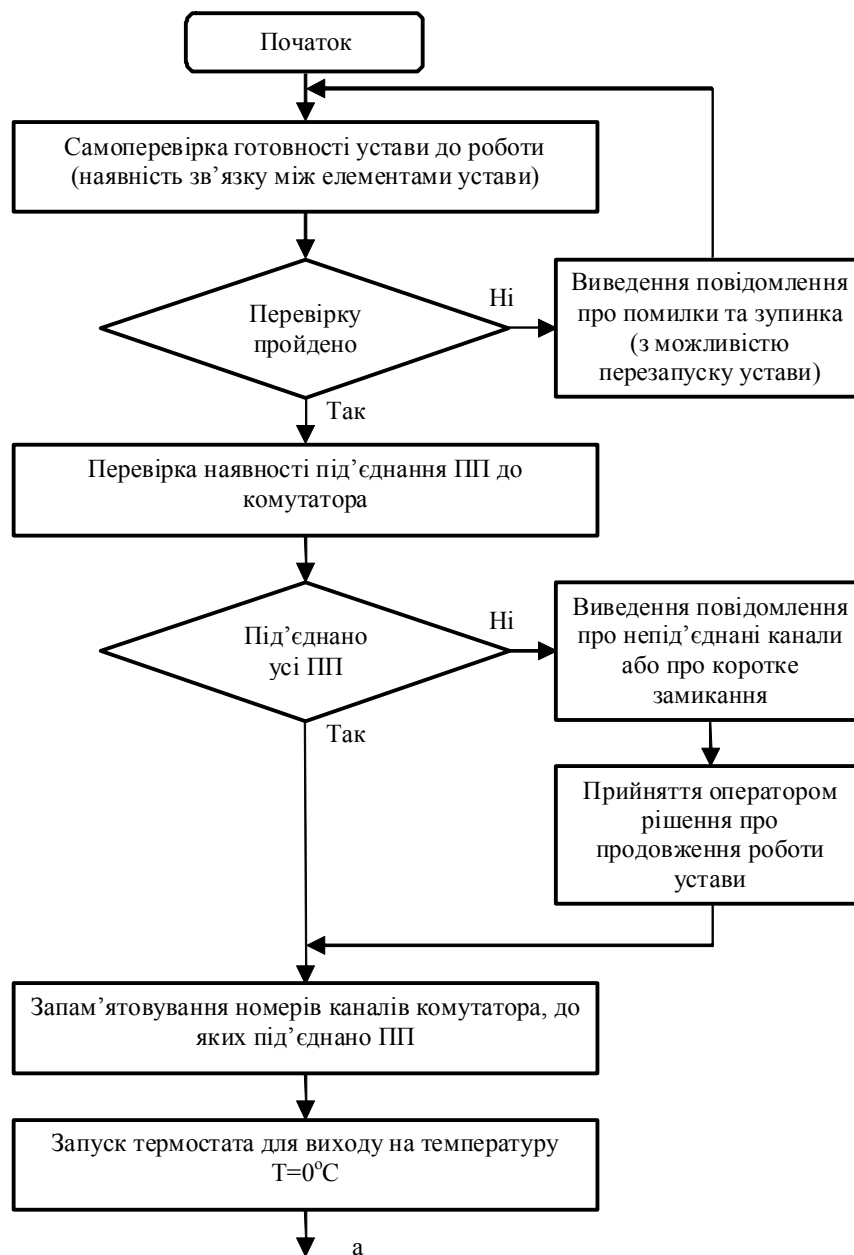


Рис. 2. Алгоритм роботи устави для метрологічної перевірки термоперетворювачів опору

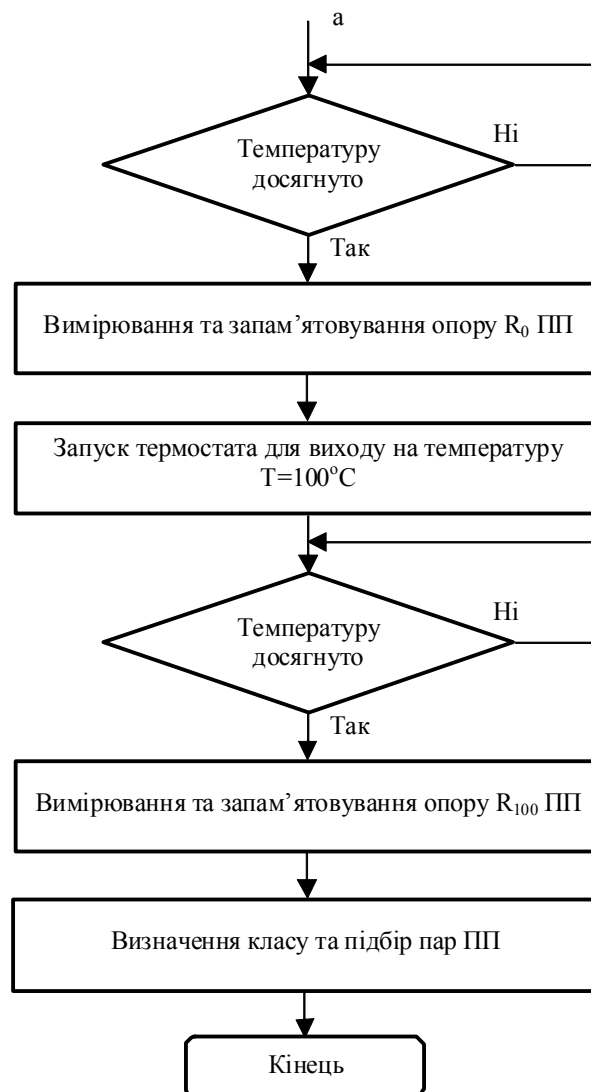


Рис. 2. Алгоритм роботи устави для метрологічної перевірки термоперетворювачів опору (продовження)

**Висновки.** Розроблена устава дає змогу в автоматичному режимі виконувати метрологічну перевірку термоперетворювачів опору та підібрати пари термоперетворювачів для теплотічильників. Запропонована

структурна схема та алгоритм роботи устави забезпечують мінімально можливий час та високу достовірність отриманих результатів перевірки.