

# Stanowisko pomiarowe TEC-LEG-8H do badania i legalizacji przeliczników ciepłomierzy hybrydowych

Jacek Korytkowski  
Tadeusz Goszczyński

Ocenia się, że aktualnie w Polsce jest zainstalowanych około 200 tys. ciepłomierzy. Należy oczekiwać, że w najbliższych latach będzie instalowana duża liczba tanich przystosowanych do potrzeb nowego budownictwa mieszkaniowego ciepłomierzy hybrydowych nazywanych także kompaktowymi ze względu na ich zwartą budowę.

Główny Urząd Miar wprowadził w 2000 roku obowiązek legalizacji pierwotnej nowo instalowanych przyrządów oraz okresowo co 5 lat ich legalizacji ponownej [1]. Widoczny już wzrost budownictwa mieszkaniowego w Polsce pociągnie za sobą wzrost liczby instalowanych we wszystkich mieszkaniach (a nie tylko w węzle cieplnym budynku) nowego typu ciepłomierzy tzw. hybrydowych. Spowoduje to pojawienie się w Polsce dużej liczby nowych typów ciepłomierzy różnych producentów, którzy będą starali się wejść na nowy rynek zbytu. W tej sytuacji potrzebne są nowe uniwersalne stanowiska pomiarowe umożliwiające kontrolę metrologiczną różnych typów ciepłomierzy hybrydowych i ich legalizację.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie opracował już wcześniej różne stanowiska do sprawdzania ciepłomierzy [2, 3, 4, 5]. Najnowszym opracowaniem jest komputerowe stanowisko pomiarowe TEC-LEG-8H do sprawdzania przeliczników ciepłomierzy hybrydowych z trwale połączoną parą czujników temperatury.

Ciepłomierz hybrydowy najczęściej składa się z mikroprocesorowego przelicznika, z trwale połączoną parą czujników temperatury, realizującego algorytm pomiaru różnicy temperatury i obliczania energii cieplnej oraz z przetwornika przepływu wody. Zespół przelicznika z trwale połączoną parą czujników temperatury podlega osobno badaniom w celu potwierdzenia, że spełnia odpowiednie wymagania, aby przy współpracy z przetwornikiem przepływu zapewnić wymagane dokładności pomiaru energii cieplnej całego układu pomiarowego ciepłomierza hybrydowego.

Stanowisko TEC-LEG-8H umożliwia szybkie sprawdzanie jednocześnie 8 przeliczników dołączonych do stanowiska. Kryteria sprawdzania przeliczników na tym stanowisku są zgodne z PN-EN 1434-5 oraz z najnowszymi wymaganiami GUM zawartymi w projekcie

Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać ciepłomierze i ich podzespoły [6].

W artykule przedstawiono wyniki wykonanej pracy badawczej poszerzającej stan wiedzy w dziedzinie rozwiązań układowych stanowisk pomiarowych ciepłomierzy. Przedstawione opracowanie jest oryginalne i stosuje rozwiązania chronione i wykorzystuje wynalazek zgłoszony do Urzędu Patentowego RP na rzecz PIAP i oznaczony numerem zgłoszenia P-361637

## Przeznaczenie stanowiska TEC-LEG-8H

Stanowisko jest przeznaczone do sprawdzania dokładności przeliczników ciepłomierzy hybrydowych z trwale połączonymi parami czujników temperatury. Wielkościami wejściowymi przelicznika wskazującego są: temperatura wody zasilania (na wejściu układu wymiany ciepła), temperatura wody powrotu (na wyjściu układu wymiany ciepła) oraz sygnał z przetwornika przepływu wody.

Stanowisko realizuje precyzyjne zadawanie temperatury  $t_1$  czujników wody na wejściu, temperatury  $t_2$  czujników wody na wyjściu oraz dokonuje odpowiedniej symulacji sygnałów  $v_1(t_1)$  lub  $v_2(t_2)$  z przetworników przepływu wody.

Algorytm ciepłomierza jest opisywany wzorem

$$Q = \int_0^{\tau} [t_1 - t_2] k_2(t_1, t_2) v_2(t_2) d\tau \quad (1)$$

gdy przetwornik przepływu jest zamontowany na wyjściu oraz

$$Q = \int_0^{\tau} [t_1 - t_2] k_1(t_1, t_2) v_1(t_1) d\tau \quad (2)$$

gdy przetwornik przepływu jest zamontowany na wejściu

$Q$  oznacza zliczaną energię cieplną,  
 $v_1(t_1)$  – strumień objętości wody na wejściu,  
 $v_2(t_2)$  – strumień objętości wody na wyjściu,  
 $\tau$  – czas,  $t_1$  – temperatura wody na wejściu,  
 $t_2$  – temperatura wody na wyjściu,  
 $k_1(t_1, t_2)$  oraz  $k_2(t_1, t_2)$  – współczynniki cieplne, których wartości podaje PN-EN 1434-1.

doc. dr inż. Jacek Korytkowski, mgr inż. Tadeusz Goszczyński – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa

Podstawowym zadaniem komputerowego stanowiska jest sprawdzenie dokładności realizacji algorytmu pomiarowego (1) lub (2) przez badane przeliczniki ciepłomierzy hybrydowych.

Zadanie to stanowisko TEC-LEG-8H realizuje w następujący sposób:

- zadaje temperatury  $t_1$  oraz  $t_2$  w dwu termostatach, w których są umieszczone odpowiednie czujniki temperatury sprawdzanych przeliczników
- symuluje dla sprawdzanych przeliczników sygnały strumienia objętości wody  $v_2(t_2)$  lub  $v_1(t_1)$
- liczy impulsy testowe generowane przez przeliczniki (wskazujące zmierzone przez te przeliczniki przyrosty energii cieplnej  $Q$ )
- oblicza wzorcowe przyrosty wartości energii cieplnej i określa błędy pomiaru dla każdego ze sprawdzanych przeliczników.

## Budowa stanowiska

W skład zestawu TEC-LEG-8H wchodzi: komputer z zainstalowanym specjalnym programem, multiplexer TEC-LEG-H, cyfrowy miernik rezystancji, dwa termostaty cieczowe i dwa wzorcowe czujniki platynowe do pomiaru temperatury (fot. 1).



Fot. 1. Komputerowe stanowisko pomiarowe TEC-LEG-8H

Komputer z systemem operacyjnym Windows ma zainstalowane karty generatorów, liczników i wejść/wyjść cyfrowych i interfejsu pomiarowego IEEE 488.1 do odczytu wyników pomiarów cyfrowego miernika rezystancji.

Komputer jest połączony z multiplexerem TEC-LEG-H, który:

- przełącza kolejno wejścia badanych przeliczników do wyjść generatorów impulsów symulujących przetworniki przepływu
- przełącza kolejno wyjścia impulsowe badanych przeliczników do wejść karty liczników
- przełącza na przemian 2 wzorcowe czujniki temperatury do wejścia cyfrowego miernika rezystancji.

Oprogramowanie komputera realizuje sterowanie multiplexerem oraz wyzwala generowanie zadanej

liczby impulsów symulujących przepływ kolejno dla 8 przeliczników oraz wyzwala pomiar liczby impulsów testowych z 8 przeliczników, a także inicjuje odczyt pomiarów cyfrowego miernika rezystancji poprzez magistralę IEEE 488.1. Oprogramowanie realizuje ponadto obliczenia, przechowywanie danych technicznych przeliczników i ich wyników badań w bazie danych oraz umożliwia drukowanie tzw. zapisek sprawdzania.

Dwa termostaty cieczowe z automatyczną regulacją służą do zadawania temperatury, każdy dla 8 czujników przeliczników a czujniki wzorcowe służą do pomiaru bieżących wartości zadawanych temperatur.

## Stanowisko realizuje:

- 1) generowanie sygnałów impulsowych
  - impulsów napięciowych o poziomach 0 V/3,6 V lub 0 V/6 V i programowanej wartości częstotliwości od 1 Hz do 100 Hz
  - zestyku mechanicznego (kontaktronu) o rezystancji zwarcia  $\leq 1$  k $\Omega$ , rezystancji rozwarcia  $\geq 3$  M $\Omega$ , wypełnieniu 0,5 i programowanej wartości częstotliwości od 0,1 Hz do 20 Hz.
- 2) pomiar sygnałów impulsowych
  - impulsów napięciowych o poziomach 0 V/3 V, lub 0 V/6 V, lub  $-4$  V/+4 V i częstotliwości  $\leq 100$  kHz
  - zestyku mechanicznego (kontaktronu) o rezystancji zwarcia  $\leq 10$  k $\Omega$ , rezystancji rozwarcia  $\geq 3$  M $\Omega$  i częstotliwości  $\leq 20$  Hz
  - zestyku elektrycznego (otwarty kolektor) o napięciu stanu niskiego  $\leq 1$  V, napięciu stanu wysokiego  $\geq 3$  V i częstotliwości  $\leq 100$  kHz.
- 3) zadawanie różnicy temperatury
  - termostat wodny z dodatkowym chłodzeniem zapewniający zadawanie wysoko stabilnych temperatur dla 8 czujników pomiaru temperatury stosowanych na powrocie w granicach od 5 °C do 67 °C
  - termostat glicerynowy zapewniający zadawanie wysoko stabilnych temperatur dla 8 czujników pomiaru temperatury stosowanych na zasilaniu w granicach od 70 °C do 160 °C.
- 4) pomiar wartości temperatury
  - czujniki wzorcowe platynowe i cyfrowy miernik rezystancji.

## Sposób sprawdzania przeliczników hybrydowych

Sprawdzenie przelicznika wskazującego z parą czujników temperatury polega na wyznaczeniu błędu przelicznika w 3 punktach pomiarowych dla różnych wartości temperatury, poprzez porównanie wskazania sprawdzanego przelicznika z wartością poprawną ilości ciepła. Po ustaleniu się w termostatach odpowiednich wartości temperatury następuje wysłanie do sprawdzanych 8 przeliczników odpowiedniej liczby impulsów

symulujących przepływ oraz następuje odczyt wartości energii cieplnej, wskazanej przez każdy sprawdzany przelicznik. Program oblicza wartości poprawne energii cieplnej, oblicza błędy przeliczników i porównuje je z wartością błędu dopuszczalnego w danym punkcie pomiarowym.

Przyśpieszenie badań na stanowisku jest realizowane przez stosowanie niżej wymienionych działań:

- wybranie największej dopuszczalnej częstotliwości sygnału symulującego przepływ
- pomiar liczby impulsów z wyjścia testowego przelicznika, lub
- odczyt danych z pamięci przelicznika przez specjalizowane interfejsy, lub
- odczyt ilości energii cieplnej ze zwiększoną rozdzielczością.

Zgodnie z wymaganiami GUM podczas legalizacji przelicznika wskazującego, badania należy przeprowadzić przy symulowanym przepływie oraz co najmniej przy podanych niżej 3 zadawanych wartościach różnicy temperatury (wg decyzji zatwierdzenia typu przelicznika), przy czym różnicę temperatury wody na wejściu i na wyjściu  $t_1 - t_2$  oznacza się symbolem  $\Delta t$ :

$$\Delta t_{\min} \leq \Delta t \leq 1,2 \Delta t_{\min} \quad (3)$$

przy czym temperatura niższa powinna mieć wartość od 40 °C do 70 °C,

$$10 \text{ °C} \leq \Delta t \leq 20 \text{ °C} \quad (4)$$

przy czym temperatura niższa powinna mieć wartość od 40 °C do 70 °C oraz

$$\Delta t_{\max} - 5 \text{ °C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max} \quad (5)$$

Dla współczesnych ciepłomierzy zazwyczaj minimalna wartość różnicy temperatury  $\Delta t_{\min}$  wynosi 3 °C. Na stanowisku TEC-LEG-8H wykonuje się sprawdzenia tego punktu pomiarowego, zadając temperaturę 70 °C w termostacie dla czujników temperatury wody na wejściu oraz zadając temperaturę 67 °C w termostacie dla czujników temperatury wody na wyjściu. Sprawdzenie w punkcie pomiarowym  $\Delta t = 10 \text{ °C}$  dokonuje się, zadając odpowiednio temperaturę 70 °C i 60 °C. Sprawdzenie w punkcie pomiarowym  $\Delta t_{\max}$  dokonuje się, zadając temperaturę  $t_1 = 5 \text{ °C} + \Delta t_{\max}$  oraz  $t_2 = 5 \text{ °C}$ .

Przeprowadzona analiza niepewności pomiarów [7] wykazała dobre właściwości metrologiczne stanowiska. Przy dobraniu odpowiedniej jakości wzorcowych czujników temperatury, multimetru do pomiaru rezystancji oraz termostatów niepewność rozszerzona względna U stanowiska w zależności od zadawanej różnicy temperatury wyniosła dla ciepłomierzy o deklarowanym  $\Delta t_{\min} = 3 \text{ °C}$ :

dla $\Delta t = 3 \text{ °C}$	$U = \pm 0,56 \%$	$(U_{\text{dop}} = \pm 1,0 \%)$
dla $\Delta t = 10 \text{ °C}$	$U = \pm 0,17 \%$	$(U_{\text{dop}} = \pm 0,44 \%)$
dla $\Delta t = 20 \text{ °C}$	$U = \pm 0,09 \%$	$(U_{\text{dop}} = \pm 0,32 \%)$

(w nawiasach podano niepewność graniczną dopuszczalną względnie.)

## Podsumowanie

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów opracował komputerowe stanowisko TEC-LEG-8H i przygotował jego wdrożenie w ramach umowy z Ministerstwem Nauki i Informatyzacji jako projekt celowy nr 6 T11 2004 C/06316 dofinansowany przez Ministerstwo.

Instytut wykonał serię próbną stanowisk TEC-LEG-8H i prowadzi działania akwizycyjne w celu instalowania tych stanowisk w punktach legalizacyjnych ciepłomierzy.

## Bibliografia

1. J. Korytkowski, *Przepisy metrologiczne i sprawdzanie ciepłomierzy*, Pomiary Automatyka Robotyka, Nr 7-8 (29) 1999, s. 54-56.
2. T. Goszczyński, J. Kowalski, *Uniwersalny tester liczników ciepła*, *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, Nr 11 (284) 1993, s. 351-352.
3. T. Goszczyński, J. Korytkowski, *Uniwersalny tester elektronicznych przeliczników ciepła oraz nowe laboratoryjne stanowiska do badań elementów pomiarowych ciepłomierzy*, Informacja INSTAL Nr 6, 1996, Warszawa, s. 21-24.
4. T. Goszczyński, J. Korytkowski, *Stanowisko pomiarowe TEC-LEG do badań przeliczników ciepła*, Pomiary Automatyka Robotyka, Nr 4, 1997, s. 1-2.
5. T. Goszczyński, E. Jachczyk, J. Korytkowski, *Komputerowe stanowisko do badania charakterystyk par czujników temperatury przeznaczonych do elektronicznych liczników energii cieplnej*, Materiały Konferencji AUTOMATION 1997. Tom 2, 1997, s. 405-412.
6. Główny Urząd Miar, Biuro Prawno-Legislacyjne BPL-022-49/MST/05/06, Projekt z dnia 10.03.2006 - *Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać ciepłomierze i ich podzespoły oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych*.
7. E. Jachczyk, J. Korytkowski, *Komputerowe stanowisko do badania własności metrologicznych elektronicznych przeliczników ciepłomierzy hybrydowych*, Materiały Konferencji AUTOMATION 2006, s. 536-545. ■

REKLAMA ▼

