

Mgr inż. Tadeusz Goszczyński
Mgr inż. Elżbieta Jachczyk
Doc. dr inż. Jacek Korytkowski
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów w Warszawie

Metodyka automatycznych badań par czujników temperatury i mikroprocesorowych przeliczników energii cieplnej wody na komputerowych stanowiskach kontrolnych

Omówiono przeznaczenie komputerowego stanowiska KAL-LEG do sprawdzania dokładności charakterystyk par czujników temperatury elektronicznych liczników ciepła. Opisano metodykę sprawdzania tych charakterystyk. Podano konfigurację stanowiska KAL-LEG oraz jego właściwości funkcjonalne. Omówiono zadania i właściwości funkcjonalne drugiego komputerowego stanowiska TEC-LEG do automatycznych badań mikroprocesorowych przeliczników energii cieplnej. Opisano metodykę sprawdzania tych przeliczników. Podano konfigurację stanowiska i jego główne dane techniczne. Opisano sposób sprawdzania na stanowisku mikroprocesorowych przeliczników energii cieplnej.

The methods of automatic computer testing system for examining the accuracy of pairs of temperature probes and microprocessor water heat meter calculators

The authors present computer testing system KAL-LEG for examining the accuracy of pairs of temperature probes for electronic heat meter calculators. The method for testing the accuracy of pairs of temperature probes is described. The configuration of the system KAL-LEG and its functional properties are presented. The second computer testing system TEC-LEG for automatic examining microprocessor heat meter calculators is presented. The method for testing the accuracy of heat meter calculators is described. The configuration of the system and its technical dates are presented. The procedure for executing the tests is described.

1. WSTĘP

Współczesna energetyka ciepła w Polsce charakteryzuje się licznymi centralnymi ciepłowniami o dużej mocy, dostarczającymi energię cieplną za pośrednictwem wody gorącej dla bardzo dużej liczby odbiorców. Ocenia się, że aktualnie w Polsce jest zainstalowanych ponad sto tysięcy liczników ciepła, a w najbliższych latach będą instalowane dalsze liczniki o bardzo różnej jakości, co wynika z wejścia na rynek polski liczników zagranicznych i krajowych producentów. Należy podkreślić, że obserwowany aktualnie stan w Polsce instalowania wielu typów liczników ciepła stanowiących przyrządy rozliczeniowe i brak obowiązku ich legalizacji (ze względu na brak polskiej normy na te przyrządy), stanowi

poważne zagrożenie w sferze społeczno-gospodarczej i grozi licznymi konfliktami na styku producent energii cieplnej i odbiorca tej energii, ze względu na relatywnie wysokie koszty energii cieplnej.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (PIAP) w Warszawie realizuje opracowania w zakresie specjalizowanej aparatury do sprawdzania liczników ciepła do której można zaliczyć:

- laboratoryjne komputerowe stanowisko KAL-LEG do sprawdzania dokładności par rezystancyjnych czujników temperatury ;
- laboratoryjne komputerowe stanowisko TEC-LEG do sprawdzania elektronicznych przeliczników ciepła [4].

Stanowiska te są przedmiotem niniejszego referatu.

Typowy licznik ciepła składa się z następujących elementów:

- mikroprocesorowego przelicznika ciepła realizującego algorytm pomiaru wielkości wejściowych i wyliczenia energii cieplnej;
- przetwornika przepływu wody;
- pary rezystancyjnych czujników pomiaru temperatury wody zasilania i temperatury wody powrotu.

2. KOMPUTEROWE STANOWISKO DO SPRAWDZANIA DOKŁADNOŚCI PAR REZYSTANCYJNYCH CZUJNIKÓW TEMPERATURY

Obecnie powszechnie stosuje się w licznikach ciepła selekcyonowane i odpowiednio dobierane w pary rezystancyjne czujniki temperatury typu Pt 100 [1], lub Pt 500, lub rzadziej Pt 1000.

Pary rezystancyjnych czujników temperatury muszą podlegać badaniom w celu potwierdzenia, że spełniają odpowiednie wymagania aby przy współpracy z przelicznikami ciepła zapewnić wymaganą klasę dokładności pomiaru energii cieplnej całego układu pomiarowego licznika ciepła. Komputerowe stanowisko powinno umożliwiać operatywne sprawdzanie par czujników temperatury do liczników ciepła. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów po uzyskaniu doświadczeń na modelowym stanowisku KAL-401[5] realizuje w ramach umowy z Komitetem Badań Naukowych jako projekt celowy opracowanie i wdrożenie komputerowego stanowiska do sprawdzania dokładności par rezystancyjnych czujników temperatury

Kryteria sprawdzania par czujników temperatury na stanowisku KAL-LEG są zgodne z międzynarodowymi zaleceniami normalizacyjnymi OIML [3], projektem Normy Europejskiej dotyczącym ciepłomierzy (projekt niepublikowany ale znany w postaci np. projektu Normy Niemieckiej DIN EN 1434-5) oraz zaleceniami GUM.

2.1 Metodyka sprawdzania charakterystyk par rezystancyjnych czujników temperatury

Para czujników ciepłomierza zawiera czujnik nazwany gorącym mierzący temperaturę wody zasilania i czujnik nazwany zimnym mierzący temperaturę wody powrotu, w układzie pomiarowym licznika ciepła. Zadaniem tej pary czujników jest dostarczenie do elektronicznego przelicznika ciepła, w celu zrealizowania jego algorytmu [2] [3], trzech informacji: o wartości bezwzględnej temperatury wody zasilania T_z , o wartości bezwzględnej temperatury wody powrotu T_p oraz o wartości różnicy tych temperatur D_T .

Głównym zadaniem komputerowego stanowiska KAL-LEG jest sprawdzenie dokładności każdego czujnika ciepłomierza (gorący, zimny) pomiaru wartości bezwzględnej temperatury w zakresie roboczym temperatur od minimalnej T_{min} do maksymalnej T_{max} oraz sprawdzenie w całym zakresie roboczym temperatur dokładności każdej pary czujników pomiaru różnicy temperatur D_T w całym zakresie pomiarowym od różnicy minimalnej D_{min} do maksymalnej D_{max} .

Metoda sprawdzania charakterystyk rezystancyjnych platynowych czujników temperatury wykorzystuje wzór aproksymacyjny zależności rezystancji platyny od temperatury podany przez zalecenie normalizacyjne IEC 751 [1] o postaci:

$$r = R_0(1 + A T + B T^2). \quad (1)$$

gdzie: r - rezystancja idealnego czujnika platynowego;

R_0, A, B - stałe dla idealnego czujnika platynowego, których wartości podaje dokument [1];

T - temperatura w $^{\circ}\text{C}$.

Z postaci wzoru (1) wynika, że wystarczy dokonać trzech pomiarów $r_1^{(n)}, r_2^{(n)}, r_3^{(n)}$ wartości rezystancji dla n -tego czujnika w trzech różnych temperaturach T_1, T_2, T_3 , aby jednoznacznie określić stałe $R_0^{(n)}, A^{(n)}$ oraz $B^{(n)}$ równania aproksymacyjnego tego nieidealnego czujnika temperatury. Po wyliczeniu wartości tych stałych można następującym wzorem opisać równanie błędu bezwzględne dla n -tego czujnika:

$$\delta = R_0^{(n)} - R_0 + (R_0^{(n)} A^{(n)} - R_0 A) T + (R_0^{(n)} B^{(n)} - R_0 B) T^2. \quad (2)$$

Po wyliczeniu wartości stałych równania aproksymacyjnego dla drugiego czujnika $n+1$ można następującym wzorem opisać równanie różnicy rezystancji czujników n oraz $n+1$ zadeklarowanych jako para czujników pomiarowych umieszczonych odpowiednio w temperaturach T_1 i T_2 :

$$\Delta = R_0^{(n)} - R_0^{(n+1)} + R_0^{(n)} A^{(n)} T_1 - R_0^{(n+1)} A^{(n+1)} T_2 + R_0^{(n)} B^{(n)} T_1^2 - R_0^{(n+1)} B^{(n+1)} T_2^2. \quad (3)$$

Wyprowadzone wzory (2) oraz (3) wykorzystuje program komputerowy stanowiska w celu wyliczenia i sprawdzenia w dwudziestu punktach charakterystyki roboczej temperatur czy określone egzemplarze czujników zadeklarowane jako para czujników spełniają odpowiednie wymagania dokładności.

Zgodnie z projektem Normy Europejskiej dotyczącym ciepłomierzy (np. DIN EN 1434-5) oraz zaleceniami GUM każda para czujników pomiarowych powinna być sprawdzana w trzech temperaturach T_1, T_2, T_3 , zawartych w opisanych niżej zakresach:

- $35^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 45^{\circ}\text{C}$ lub $T_{\min} \leq T_1 \leq T_{\min} + 10^{\circ}\text{C}$, jeżeli określona w decyzji o zatwierdzeniu typu licznika ciepła wartość T_{\min} jest mniejsza od 20°C ;
- $75^{\circ}\text{C} \leq T_2 \leq 85^{\circ}\text{C}$
- $T_{\max} - 30^{\circ}\text{C} \leq T_3 \leq T_{\max}$, gdzie T_{\max} - górna granica zakresu temperatury określona w zatwierdzeniu typu licznika ciepła (lub typu pary czujników temperatury).

Na stanowisku komputerowym KAL-LEG można wybierać dowolne temperatury sprawdzania czujników, a więc i te podane wyżej zgodne z wymaganiami międzynarodowymi.

Dopuszczalny błąd bezwzględny pomiaru temperatury czujnika nie powinien przekraczać 2°C , co odpowiada dla czujnika typu Pt 100 wartości ok. $800 \text{ m}\Omega$ wyrażonej wzorem (2)

Błędy względne pomiaru różnicy temperatur dla zadeklarowanej pary czujników na stanowisku KAL-LEG wyznaczone są w całym przedziale zmian temperatur zasilania i powrotu dla charakterystycznych wartości różnicy temperatury mierzonej przez parę od D_{\min} (np. 3°C) aż do D_{\max} (np. $T_{\max} - 40^{\circ}\text{C}$). Z równania (3) można wyliczyć dopuszczalne minimalne wartości błędów bezwzględnych mierzonej przez stanowisko różnicy rezystancji pary czujników. Dla czujnika typu Pt 100 dla wartości różnicy temperatur wynoszącej 3°C mierzonej przez parę, dopuszczalna minimalna wartość błędu bezwzględnego różnicy rezystancji wynosi ok. $40 \text{ m}\Omega$, przy mierzonych wartościach bezwzględnych czujników ok. 100Ω . Wymaga to stosowania na stanowisku KAL-LEG multimetru cyfrowego o błędzie własnym nie większym od $10 \text{ m}\Omega$, przy badaniu czujników typu Pt 100.

2.2 Właściwości funkcjonalne i konfiguracja stanowiska KAL-LEG

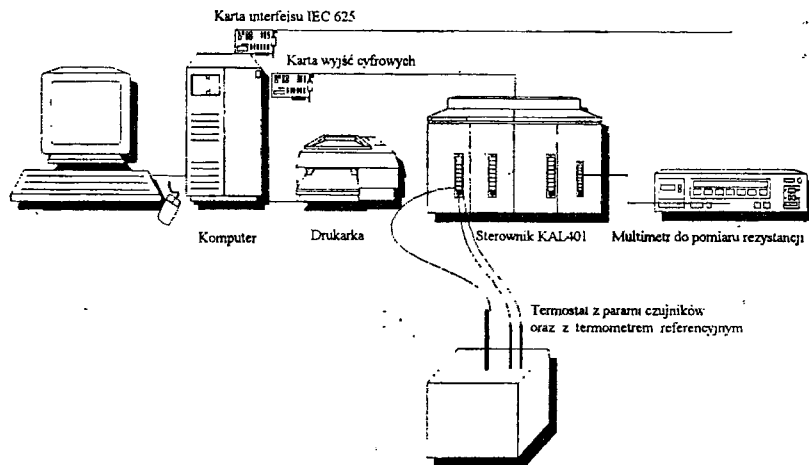
Komputerowe stanowisko KAL-LEG ma następujące właściwości funkcjonalne:

- umożliwia dokładny pomiar rezystancji badanych czujników w trzech temperaturach wewnątrz całego temperaturowego roboczego zakresu pracy czujników;
- wylicza błędy pomiaru temperatury każdego czujnika, w funkcji temperatury w całym zakresie roboczym;
- wylicza błędy względne pomiaru różnicy temperatur dla czujników zadeklarowanych jako pary w całym zakresie roboczym temperatur dla zadanych zakresów pomiarowych różnicy temperatury od minimalnego ($D_{\min}=3\text{ }^{\circ}\text{C}$) do maksymalnego (D_{\max});
- realizuje wybrane programy pomiaru zestawu czujników;
- umożliwia prezentację wyników pomiarów na monitorze i drukowanie raportów z badania wraz z oceną błędów dla każdej pary czujników, a także zapamiętywanie na twardym dysku komputera wyników pomiarów w celu ewentualnego późniejszego wykorzystania;
- umożliwia uruchomienie procedury automatycznej kontroli dokładności pomiaru rezystancji zastosowanego na stanowisku określonego multimetru cyfrowego przy wykorzystaniu zewnętrznych rezystorów wzorcowych o wysokiej dokładności.

Komputerowe stanowisko KAL-LEG składa się z zestawu:

- komputera typu PC (486 lub Pentium) z kartą interfejsu IEC-625 oraz kartą wyjść cyfrowych równoległych rozdzielonych optoelektronicznie, monitora 14" kolorowego i drukarki do formatów A4;
- multimetru cyfrowego typu 2002 firmy KEITHLEY wyposażonego w interfejs IEC-625. umożliwiającego cztero-przewodowy pomiar rezystancji z dużą dokładnością na zakresach pomiaru rezystancji 200Ω (błąd $10\text{ m}\Omega$), oraz $2\text{ k}\Omega$ (błąd dopuszczalny $50\text{ m}\Omega$);
- sterownika umożliwiającego automatyczne przyłączanie do wejść multimetru cyfrowego kolejnych czujników typu Pt umieszczonych w odpowiednich temperaturach wytwarzanych w zewnętrznym termostacie zapewniającym bardzo stabilne temperatury kąpeli ($0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Przykładowy schemat połączeń modelowego stanowiska [5] podano na Rys.1.



Rys.1 Schemat połączeń modelowego stanowiska KAL 401

Stanowisko KAL-LEG korzysta z następujących niezbędnych urządzeń dodatkowych:

- termostatu z regulacją temperatury umożliwiającego utrzymanie temperatury w zakresie +20...+180°C o stabilności nastawy $\pm 0.01^\circ\text{C}$. Dla podwyższenia sprawności wykonywania pomiarów liczba termostatów może być zwiększona do trzech i odpowiadać liczbie 3 punktów pomiarowych temperatury czujników niezbędnych dla wyliczenia wszystkich współczynników funkcji (2) aproksymacyjnej charakterystyki czujników ;
- czujnika wzorcowego temperatury, zwanego referencyjnym termometrem kontrolnym do pomiaru temperatury w termostacie o dopuszczalnym błędzie $\pm 0.01^\circ\text{C}$.

Opisana wyżej konfiguracja zestawu i odpowiednie oprogramowanie komputera umożliwia, po dołączeniu badanych par czujników temperatury oraz multimetru do stanowiska, realizowanie przebiegu badań automatycznie po uruchomieniu programu badań przez operatora.

Wszystkie procedury przygotowania i wykonania badań czujników temperatury na stanowisku realizuje program komputerowy PARY pracujący w środowisku WINDOWS.

3. KOMPUTEROWE STANOWISKO DO SPRAWDZANIA PRZELICZNIKÓW CIEPŁA

Komputerowe stanowisko TEC-LEG jest przeznaczone do sprawdzania dokładności elektronicznych przeliczników ciepła. Elektroniczny przelicznik ciepła stanowi istotną część licznika ciepła, gdyż realizuje główny algorytm pomiaru wielkości wejściowych ciepłomierza i wyliczenia energii cieplnej. Wielkościami wejściowymi przelicznika ciepła są sygnały z czujników temperatury wody zasilania i wody powrotu oraz sygnał z tachometrycznego przetwornika przepływu wody.

Komputerowe stanowisko TEC-LEG przy sprawdzaniu elektronicznych przeliczników ciepła dokonuje precyzyjnej symulacji rezystancji czujników temperatury, których charakterystyki opisują dokładnie odpowiednie normy [1] oraz dokonuje odpowiedniej symulacji sygnałów tachometrycznych przetworników przepływu wody, które stanowią przetworniki pomiarowe o ściśle określonym impulsowym sygnale częstotliwościowym.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów dokonał opracowania komputerowego stanowiska TEC-LEG i przygotował jego wdrożenie w ramach umowy z Komitetem Badań Naukowych jako projekt celowy.

3.1 Metoda badania i właściwości funkcjonalne komputerowego stanowiska TEC-LEG

Elektroniczny przelicznik ciepła, połączony z parą czujników mierzących temperatury wody zasilania i wody powrotu oraz połączony z tachometrycznym przetwornikiem przepływu, wylicza chwilowe wartości mocy cieplnej i narastające wartości mierzonej energii cieplnej. Algorytmy tych przeliczników zostały opisane w literaturze [2] [3].

Należy zwrócić uwagę, że algorytm zliczania energii cieplnej podawany przez międzynarodowe zalecenie normalizacyjne OIML [3] jest algorytmem przybliżonym o postaci:

$$Q = \int_{V_{z,0}}^{V_{z,1}} K_z (T_z - T_p) dV_z \quad (4)$$

$$Q = \int_{V_{p,0}}^{V_{p,1}} K_p (T_z - T_p) dV_p \quad (5)$$

gdzie: Q - energia cieplna; T_z - temperatura wody zasilania; T_p - temperatura wody powrotu; V_z - mierzona objętość wody na zasilaniu w granicach od wartości początkowej $V_{z,0}$ do wartości końcowej $V_{z,1}$; V_p - mierzona objętość wody na powrocie w granicach od wartości początkowej $V_{p,0}$ do końcowej $V_{p,1}$; K_z , K_p - współczynniki ciepła właściwego

objętościowego wody zwane krótko współczynnikami cieplnymi stanowią dwie różne nieliniowe funkcje temperatur zasilania i powrotu oraz ciśnienia wody (wybór jednej z nich zależy od miejsca pomiaru objętości wody czy jest ono na zasilaniu czy powrocie). Wartości tych współczynników w formie tabel opublikował D.Stuck w Wirtschaftsverlag NW Bremen w 1986 roku a stosowanie ich poleca zalecenie normalizacyjne OIML [3]. Takie same wartości tych współczynników potwierdza projekt Normy Europejskiej CEN/TC 176 Heat meters - Part 1: General requirements (projekt niepublikowany ale znany w postaci np. projektu normy niemieckiej DIN EN1434 -1).

Podstawowym zadaniem komputerowego stanowiska jest sprawdzanie dokładności realizacji algorytmu pomiarowego (4) lub (5) przez badane przeliczniki ciepła. Wykonywanie tego zadania jest ułatwione dzięki następującym właściwościom funkcjonalnym stanowiska:

- swobodne definiowanie przez operatora struktury układów pomiarowych przeliczników (wskazanie miejsca pomiaru objętości wody na zasilaniu lub na powrocie), wybór parametrów badanych typów przeliczników oraz wybór zestawów programów badań ;
- możliwość korzystania z bogatej biblioteki gotowych zestawów parametrów badanych typów przeliczników i zestawów programów badań przeliczników;
- dokładna symulacja rezystancji wejść przeliczników dla czujników temperatury wody zasilania i temperatury wody powrotu;
- symulacja sygnałów wejść przeliczników dla tachometrycznych przetworników przepływu wody;
- odczyty wartości przyrostów energii cieplnej z wyjść przeliczników ciepła;
- realizacja wybranych programów badania w cyklu automatycznym pod nadzorem operatora;
- natychmiastowa prezentacja wyniku badania na monitorze i automatyczne drukowanie protokołu badania, a także zapamiętywanie na twardym dysku komputera wyników pomiarów w celu ewentualnego późniejszego drukowania tych wyników na odpowiednich formularzach.

3.2 Konfiguracja stanowiska TEC-LEG

Komputerowe stanowisko do badań przeliczników ciepła składa się z komputera typu IBM-PC z monitorem i drukarką oraz z trzech sterowników ZR-23 wbudowanych do zestawu TECLEG-1-2-3 co umożliwi badania do 3 przeliczników ciepła jednocześnie. Każdy badany przelicznik ciepła dołączany jest do swojego sterownika ZR-23.

Komputer zawierający trzy dodatkowe karty: wejście i wyjście cyfrowych, liczników i generatorów oraz bloki sprzężenia LEG-SP z optoelektroniczną izolacją wejść od wyjść komunikuje się bezpośrednio ze wszystkimi sterownikami stanowiska.

Każdy sterownik ZR-23 realizuje sterowane sygnałami cyfrowymi dwa zadajniki wartości rezystancji elektrycznej przeznaczone do symulowania wartości rezystancji czujników temperatury wody zasilania i temperatury wody powrotu, które stanowią sygnały wejściowe dla przelicznika ciepłomierza w trakcie jego badania.

Ponad to sterownik ten dołącza do badanego przelicznika symulowane sygnały przetwornika przepływu wody wytworzone w zestawie komputerowym, odbiera z badanego przelicznika sygnały impulsowe przyrostu zliczanej energii cieplnej przez przeliczniki oraz odbiera sygnały wewnętrzne testowe impulsowe przelicznika i doprowadza je do zestawu komputerowego w celu ich dekodowania i obróbki.

Opisana wyżej konfiguracja zestawu i odpowiednie oprogramowanie komputera umożliwia, po dołączeniu badanych przeliczników ciepła do stanowiska, realizowanie przebiegu badań automatycznie po wybraniu odpowiedniego programu i jego uruchomieniu przez operatora.

Operator komunikuje się z zestawem za pomocą standardowych urządzeń peryferyjnych komputera takich jak klawiatura, monitor, drukarka a ponad to operator może zapisać wyniki badań w pamięci w celu ich dalszego przetworzenia lub archiwizacji.

3.3. Główne dane techniczne wielkości symulowanych oraz sygnałów odbieranych przez stanowisko

Symulacja rezystancji czujników temperatury

Każdy sterownik stanowiska zawiera sterowane cyfrowo zadajniki rezystancji wyposażone w szereg precyzyjnych rezystorów o wartościach odpowiadających rezystancji czujników Pt 100, (lub Pt 500 lub Pt1000) w sprawdzanych temperaturach.

Zakłada się możliwość sprawdzania przelicznika przy następujących temperaturach:

zasilanie: 50, 55, 60, 65, 70, 80, 110, 130, 150, 170, 200 °C,

powrót: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 67, 70, 80, 100, 110 °C,

dokładność rezystorów symulujących: $\pm 0,01\%$ w temp. 20° $\pm 2^\circ\text{C}$.

Symulacja sygnałów przetwornika przepływu wody

Każdy sterownik doprowadza do przyłączonego do niego przelicznika ciepłomierza opisane niżej symulowane sygnały przetwornika przepływu wody:

- Sygnały napięciowe impulsowe o wybieranych poziomach i wybieranej częstotliwości z zakresu od 1 Hz do 50 Hz lub
- Sygnały typu zwarcie styków kontaktronu o wypełnieniu 0,5, o wybieranej częstotliwości z zakresu od 0,1 Hz do 20 Hz.

Odbierane z badanych przeliczników ciepłomierzy sygnały impulsowe

Każdy sterownik może dostarczyć do komputera pobrane od przyłączonego do niego przelicznika ciepłomierza następujące sygnały:

- Sygnały przyrostu stanu licznika energii: napięciowe impulsowe o wybieranych poziomach;
- Sygnały testowe: napięciowe impulsowe o wybieranych poziomach i o paśmie częstotliwościowym do 100 kHz;
- Sygnały przyrostu stanu licznika energii: impulsowe typu zwarcie styku kontaktronu lub nasycenie tranzystora z otwartym kolektorem.

3.4. Sposób sprawdzania przeliczników ciepła

Sprawdzenie dokładności pomiaru przelicznika ciepła polega na porównaniu wskazań badanego przelicznika z wartością energii cieplnej wyliczoną według wzorów (4) lub (5) przez komputer dla symulowanych temperatur zasilania i powrotu oraz symulowanego przepływu wody.

Na stanowisku komputerowym dzieje się to w sposób opisany niżej. Po zadaniu określonych w programie badania temperatur zasilania i powrotu oraz po dokonaniu symulacji odpowiedniej liczby impulsów do wejścia wodomierzowego przelicznika następuje odczyt przyrostu wartości energii cieplnej z badanego przelicznika metodą dobraną odpowiednio dla typu badanego licznika ciepła i następuje obliczenie przez program komputerowy błędu przelicznika w danym punkcie jego charakterystyki.

Wyznaczenie błędów sprawdzanego przelicznika musi być wykonywane dla kilku wartości różnic symulowanych temperatur, toteż dla uzyskania dużej wydajności zestawu należy dążyć do skrócenia czasu pomiarów.

W tym celu zwiększa się częstotliwość sygnału symulującego przepływ wody do wartości maksymalnej dopuszczalnej deklarowanej przez producenta przelicznika. Jeżeli ten sposób nie skraca w sposób zadawalający czasu pomiarów, to program stanowiska komputerowego oferuje dwa inne sposoby badania.

Pierwszy z nich, to pomiar z udziałem operatora z odczytem wskazań liczydła przelicznika o zwiększonej rozdzielczości, gdyż niektórzy producenci oferują przeliczniki z liczydłem energii pokazującym na żądanie więcej cyfr znaczących. Drugi sposób, to pomiar automatyczny z odczytem sygnałów impulsowych z dodatkowego wyjścia testowego przelicznika.

Należy zwrócić uwagę, że zestaw komputerowy umożliwia także przeprowadzanie badania przeliczników z dołączonymi czujnikami temperatur umieszczonymi w ultratermostatach. Badania takie jednak są dość długie i wymagają udziału operatora chociażby w celu przeniesienia czujników do innych termostatów.

Wszystkie procedury przygotowania i wykonania badań przeliczników ciepła na stanowisku realizuje program komputerowy CIEPŁO pracujący w środowisku WINDOWS.

4. ZAKOŃCZENIE

Przy opracowaniu wyżej opisanych stanowisk komputerowych wykorzystano doświadczenia autorów uzyskane przy konstrukcji:

- komputerowego stanowiska badań ciepłomierzy SBC-1 zbudowanego w 1990 roku dla OBRC w Warszawie;
- mikroprocesorowego uniwersalnego testera TEC 300 opracowanego w 1992 roku i produkowanego dla przedsiębiorstw energetyki ciepłej w całej Polsce;
- modeli stanowisk do badań przeliczników ciepła i charakterystyk par czujników temperatury opracowanych przy wykorzystaniu środków własnych i środków statutowych instytutu.

Prace dotyczące komputerowych stanowisk TEC-LEG i KAL-LEG zostały i są realizowane przy wykorzystaniu pomocy finansowej Komitetu Badań Naukowych w ramach projektów celowych nr 8874194C/2045 oraz nr 8 T10C 012 97 C/3420.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów przyjmuje zamówienia na realizację komputerowych stanowisk pomiarowych na rok 1998.

LITERATURA

- [1] IEC Publication 751: *Industrial platinum resistance thermometer sensors*.
- [2] J. Korytkowski: *Aproksymacja nieliniowych algorytmów licznika energii cieplnej z platynowymi rezystancyjnymi czujnikami temperatury*. *Pomiary Automatyka i Kontrola*, Nr 8 1985r. str. 191-193.
- [3] ORGANISATION INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE. *International Recommendation. Heat meters*. OIML R 75. Edition 1988 (E). Paryż.
- [4] T. Goszczyński, J. Korytkowski: *Uniwersalny tester elektronicznych przeliczników ciepła oraz nowe laboratoryjne stanowiska do badań elementów pomiarowych ciepłomierzy*. *Informacja INSTAL 6/96*. Czerwiec 1996 r. Warszawa, str. 21-24.
- [5] T. Goszczyński, E. Jachczyk, J. Korytkowski: *Komputerowe stanowisko do badania charakterystyk par czujników temperatury przeznaczonych do elektronicznych liczników energii cieplnej*. *Referaty konferencji AUTOMATION'97*, Marzec 1997 r., Warszawa, Tom 2, s.405-412.