

DZIENNIK USTAW

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ ¹⁾

z dnia 13 lutego 2004 r.

**w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać ciepłomierze do wody i
ich elementy**

(Dz. U. Nr 37, poz. 332)

Na podstawie art. 9 pkt 3 ustawy z dnia 11 maja 2001 r. - Prawo o miarach (Dz. U. Nr 63, poz. 636, z późn. zm. ²⁾) zarządza się, co następuje:

Rozdział 1

Przepisy ogólne

§ 1. Rozporządzenie określa wymagania metrologiczne, którym powinny odpowiadać:

- 1) ciepłomierze do wody, zwane dalej "ciepłomierzami";
- 2) następujące elementy ciepłomierzy do wody:
 - a) przeliczniki wskazujące,
 - b) pary czujników temperatury,
 - c) przetworniki przepływu- zwane dalej "elementami".

§ 2. Użyte w rozporządzeniu określenia oznaczają:

- 1) ciepłomierz - przyrząd pomiarowy służący do pomiaru ciepła oddanego przez przepływającą wodę, będącą ciekłym nośnikiem ciepła w obiegu wymiany ciepła;
- 2) przelicznik wskazujący - przyrząd pomiarowy odbierający sygnały pary czujników temperatury i przetwornika przepływu, przetwarzający je oraz obliczający i wskazujący wartość liczbową ciepła przekazanego w obiegu wymiany ciepła;
- 3) para czujników temperatury - przyrząd pomiarowy wytwarzający sygnały wyjściowe, będące funkcją temperatury nośnika ciepła na wejściu i na wyjściu obiegu wymiany ciepła;
- 4) przetwornik przepływu - przyrząd pomiarowy wytwarzający sygnał wyjściowy, będący funkcją objętości, masy, strumienia objętości lub strumienia masy nośnika ciepła, mierzonych na wejściu lub na wyjściu obiegu wymiany ciepła;
- 5) górna granica zakresu temperatury t_{\max} - największą wartość temperatury nośnika ciepła, przy której ciepłomierz i jego element może działać bez przekroczenia błędów granicznych dopuszczalnych;
- 6) dolna granica zakresu temperatury t_{\min} - najmniejszą wartość temperatury nośnika ciepła, przy której ciepłomierz i jego element może działać bez przekroczenia błędów granicznych dopuszczalnych;
- 7) różnica temperatury Δt - różnicę temperatury nośnika ciepła na wejściu obiegu wymiany ciepła i temperatury nośnika ciepła na wyjściu obiegu wymiany ciepła;

- 8) minimalna różnica temperatury Δt_{\min} - najmniejszą wartość różnicy temperatury, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;
- 9) maksymalna różnica temperatury Δt_{\max} - największą wartość różnicy temperatury występującą przy maksymalnej mocy cieplnej, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;
- 10) przepływ q - strumień objętości lub strumień masy nośnika ciepła;
- 11) przepływ minimalny q_i - najmniejszą wartość przepływu, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;
- 12) przepływ nominalny q_p - największą wartość przepływu, dopuszczalną podczas działania ciągłego, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;
- 13) przepływ maksymalny q_s - największą wartość przepływu, dopuszczalną w krótkich okresach czasu, nieprzekraczających w sumie 1 godziny na dobę i 200 godzin rocznie, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;
- 14) maksymalna moc cieplna P_s - największą wartość mocy cieplnej, przy której błędy ciepłomierza nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych.

Rozdział 2

Wymagania metrologiczne w zakresie konstrukcji, materiałów i wykonania ciepłomierzy oraz ich elementów

§ 3. W zależności od konstrukcji rozróżnia się następujące rodzaje ciepłomierzy:

- 1) zespolone, niemające oddzielnych elementów;
- 2) składane, będące rozdzielnymi zestawami elementów;
- 3) hybrydowe, będące zespołami elementów, rozdzielnymi w sposób określony przez producenta.

§ 4. 1. Ciepłomierz i przelicznik wskazujący powinien zawierać liczydło ciepła wskazujące wartość ciepła w dżulach albo watogodzinach, albo ich wielokrotnościach dziesiętnych.

2. Nazwa lub oznaczenie jednostki miary ciepła powinny być umieszczone w taki sposób, aby wartość liczbową wskazywaną na liczydło ciepła i jednostka mogły być odczytywane jednocześnie.

3. Cyfry wskazujące części całkowite wartości liczbowej ciepła powinny mieć te same wymiary.

4. Cyfry wskazujące części dziesiętne wartości liczbowej ciepła powinny być:

- 1) oddzielone od innych przecinkiem lub kropką;
- 2) wyraźnie wyróżnione, w szczególności: ramką, wymiarami lub kolorem.

5. Wysokość cyfr liczydła ciepła nie powinna być mniejsza niż 4 mm.

§ 5. 1. Liczydło ciepła powinno być tak skonstruowane, aby ciągła praca ciepłomierza i przelicznika wskazującego, w czasie 3.000 godzin przy maksymalnej mocy cieplnej P_s , nie powodowała powtórzenia się wskazania tego liczydła.

2. Ciepło zmierzone przez ciepłomierz przy maksymalnej mocy cieplnej P_s , w czasie 1 godziny, powinno powodować zmianę wskazania liczydła ciepła co najmniej o wartość 1 działki elementarnej, rozumianej jako najmniejszy przyrost wskazania tego liczydła, który można odczytać bez interpolacji.

§ 6. 1. Liczydło ciepła powinno być:

- 1) elektroniczne - wyświetlacz albo

2) elektromechaniczne o konstrukcji bębnekowej, z podziałką cyfrową lub cyfrowo-kreskową, o zakresie od 0 do 9.

2. W liczydłach ciepła elektronicznych wskazanie wartości ciepła powinno być widoczne w sposób ciągły albo powracać samoczynnie po przełączeniu wyświetlacza na inne wskazanie lub pojawiać się jako pierwsze po wywołaniu wskazania na samoczynnie wygaszonym wyświetlaczu.

3. W liczydłach ciepła elektromechanicznych o konstrukcji bębnekowej:

- 1) ostatni bębenek powinien się poruszać w sposób ciągły, w kierunku od dołu ku górze, natomiast pozostałe bębnyki powinny się poruszać skokowo;
- 2) zmiana wskazania bębna powinna się dokonać całkowicie, podczas gdy następny bębenek zmienia wskazanie z "9" na "0".

§ 7. 1. Konstrukcja ciepłomierza i przelicznika wskazującego powinna uniemożliwiać zmianę wskazania liczydła ciepła przez osoby nieuprawnione.

2. W przypadku przerwy w zasilaniu elektrycznym ostatnie wskazanie liczydła ciepła i czas jego zapisu powinny być przechowywane w pamięci ciepłomierza i przelicznika wskazującego w czasie nie krótszym niż 1 rok i dostępne po ponownym podłączeniu zasilania.

§ 8. Ciepłomierz i jego elementy powinny być tak skonstruowane i wykonane, aby możliwe było nałożenie cech zabezpieczających uniemożliwiających:

- 1) dostęp do zespołów pomiarowych i elementów adiustacji - przed zamontowaniem ciepłomierza;
- 2) dostęp do zasilania elektrycznego i połączeń elektrycznych między elementami ciepłomierza składanego i hybrydowego - po zamontowaniu ciepłomierza;
- 3) demontaż ciepłomierza z rurociągu.

§ 9. Ciepłomierze i przeliczniki wskazujące, których parametry mające wpływ na wynik pomiaru są programowane po zamontowaniu, powinny spełniać następujące warunki:

- 1) możliwość zmiany parametrów powinna być zabezpieczona kodem cyfrowym lub kluczem do zamka mechanicznego;
- 2) co najmniej ostatnia operacja zmiany parametrów powinna być przechowywana w pamięci ciepłomierza lub przelicznika wskazującego;
- 3) zapis w pamięci powinien zawierać wartości wprowadzonych parametrów, datę i znak identyfikujący osobę dokonującą zmiany;
- 4) czas przechowywania w pamięci ostatniego zapisu nie powinien być krótszy niż 5 lat.

§ 10. W przelicznikach wskazujących, które mogą być stosowane do jednoczesnego pomiaru ciepła w kilku obiegach wymiany ciepła, przy współdziałaniu z przetwornikami przepływu i parami czujników temperatury, zamontowanymi w każdym z tych obiegów, wskazania ciepła oddanego w każdym z obiegów powinny być wyraźnie wyróżnione.

§ 11. W miejscu zamontowania ciepłomierza ruch cieplny cieczy w rurociągu za zamkniętym zaworem lub przepływ przez sprawny, zamknięty zawór, nie powinny powodować zmiany wskazania ciepłomierza.

§ 12. Ciepłomierz, przelicznik wskazujący i przetwornik przepływu powinny mieć sygnał testowy, wykorzystywany podczas sprawdzania tego przyrządu pomiarowego, będący:

- 1) wskazaniem cyfrowym ciepła, objętości lub masy;
- 2) wskazaniem cyfrowym, którego wartość poprawną oblicza się według wzoru podanego przez producenta;

- 3) wyjściem elektrycznych impulsów o określonej wartości, wyrażonej w liczbie impulsów na jednostkę ciepła, objętości lub masy, lub
- 4) wyjściem sygnału cyfrowego do dalszego przetwarzania.

§ 13. W ciepłomierzu składanym para czujników temperatury powinna:

- 1) mieć charakterystykę termometryczną platynowych czujników termometrów rezystancyjnych Pt 100, Pt 500 lub Pt 1.000; czujniki temperatury o innej charakterystyce termometrycznej mogą być zastosowane jedynie w ciepłomierzach zespolonych i w ciepłomierzach hybrydowych, w których czujniki są trwale połączone z przelicznikiem wskazującym;
- 2) być typu:
 - a) głowicowego, z zaciskami do podłączenia elektrycznych przewodów zewnętrznych, albo
 - b) bezgłowicowego, z trwale podłączonymi elektrycznymi kablami zewnętrznymi, o jednakowej dla obu czujników długości i powierzchni przekroju przewodów, które powinny być zakończone zaciskanymi, nielutowanymi końcówkami;
- 3) być przeznaczona do montażu w osłonach lub bez osłon - w zależności od konstrukcji czujnika;
- 4) mieć określoną przez producenta minimalną głębokość zanurzenia, rozumianą jako taka głębokość zanurzenia w cieczy termostatycznej o temperaturze $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$, przy temperaturze otoczenia $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, że dalsze zanurzanie czujnika w cieczy nie powoduje wzrostu jego rezystancji o wartość większą od odpowiadającej $0,1 ^\circ\text{C}$;
- 5) mieć określony przez producenta czas odpowiedzi, rozumiany jako czas potrzebny do osiągnięcia przez czujnik 50% wartości całkowitej zmiany rezystancji, spowodowanej skokową zmianą temperatury;
- 6) mieć rezystancję izolacji między obudową każdego z czujników, bez osłony, i każdym z jego przyłączy, zacisków w czujniku głowicowym lub przewodów zewnętrznych w czujniku bezgłowicowym, przy obu polaryzacjach napięcia probierczego, nie mniejszą niż:
 - a) $100 \text{ M}\Omega$ w temperaturze od $15 ^\circ\text{C}$ do $35 ^\circ\text{C}$, przy wilgotności względnej od 25% do 75% i przy napięciu probierczym stałym 100 V ,
 - b) $10 \text{ M}\Omega$ przy górnej granicy zakresu temperatury t_{max} i przy napięciu probierczym stałym 10 V .

§ 14. W parze czujników temperatury typu bezgłowicowego dla czujników:

- 1) Pt 100, podłączonych dwuprzewodowo - wartość długości kabli zewnętrznych nie powinna przekraczać dla kabli o powierzchni przekroju przewodów zewnętrznych wynoszącej:
 - a) $0,22 \text{ mm}^2$ - 2,5 m,
 - b) $0,25 \text{ mm}^2$ - 3,0 m,
 - c) $0,50 \text{ mm}^2$ - 5,0 m,
 - d) $0,75 \text{ mm}^2$ - 7,5 m,
 - e) $1,50 \text{ mm}^2$ - 15,0 m;
- 2) Pt 500, podłączonych dwuprzewodowo - wartość długości kabli zewnętrznych, w zależności od powierzchni przekroju przewodów zewnętrznych, powinna być 5 razy większa od odpowiednich wartości, o których mowa w pkt 1;
- 3) Pt 1.000, podłączonych dwuprzewodowo - wartość długości kabli zewnętrznych, w zależności od powierzchni przekroju przewodów zewnętrznych, powinna być odpowiednio 10 razy większa od wartości, o których mowa w pkt 1;

4) podłączonych czteroprzewodowo - wartość powierzchni przekroju przewodów zewnętrznych nie powinna być mniejsza niż $0,14 \text{ mm}^2$.

§ 15. Dla ciepłomierzy i przetworników przepływu o średnicach nominalnych DN nie większych niż 250 mm wartości przepływu nominalnego q_p , w zależności od średnicy nominalnej DN ciepłomierza i przetwornika przepływu, nie powinny przekraczać następujących wartości:

- 1) $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$, $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ lub $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 15;
- 2) $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 20;
- 3) $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 25;
- 4) $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 32;
- 5) $10 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 40;
- 6) $15 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 50;
- 7) $25 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 65;
- 8) $40 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 80;
- 9) $60 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 100;
- 10) $100 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 125;
- 11) $150 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 150;
- 12) $250 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 200;
- 13) $400 \text{ m}^3/\text{h}$ dla DN 250.

§ 16. Dla ciepłomierzy i przetworników przepływu o średnicach nominalnych DN większych niż 250 mm wartości przepływu nominalnego q_p powinny być tak dobrane, aby prędkość przepływu wody nie przekraczała 3 m/s .

§ 17. Wartość maksymalnej mocy cieplnej P_s powinna być podana przez producenta, jeżeli nie odpowiada ona różnicy temperatury Δt_{\max} i przepływowi q_s .

§ 18. Ciśnienie nominalne, będące największym nadciśnieniem nośnika ciepła w miejscu zainstalowania ciepłomierza, przy którym może on działać w sposób ciągły, nie powinno być mniejsze od 10 barów.

§ 19. Maksymalna strata ciśnienia Δp_{\max} , będąca wartością straty ciśnienia nośnika ciepła występującą przy przepływie nominalnym q_p tego nośnika przez ciepłomierz i przetwornik przepływu, nie powinna być większa od 0,25 bara.

§ 20. Zespoły ciepłomierza i jego elementu powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozję w warunkach właściwego użytkowania i transportu, z uwzględnieniem zarówno wpływu czynników zewnętrznych, jak i wpływu nośnika ciepła.

§ 21. Obudowa ciepłomierza i jego elementu powinna zabezpieczać układy elektroniczne przed przedostaniem się nośnika ciepła oraz wody i pyłu z otoczenia.

§ 22. 1. Na ciepłomierzu zespolonym i hybrydowym powinny być zamieszczone w sposób trwały i czytelny w szczególności:

- 1) nazwa lub znak producenta;
- 2) znak fabryczny;
- 3) rok produkcji i numer fabryczny;
- 4) wartości graniczne zakresu temperatury, oznaczonej symbolem t lub Θ i wyrażonej w $^{\circ}\text{C}$:
 - a) t_{\min} i t_{\max} dla ciepłomierza i przelicznika wskazującego,
 - b) t_{\min} i t_{\max} lub t_{\max} dla przetwornika przepływu;

- 5) wartości graniczne zakresu różnicy temperatury, oznaczonej symbolem Δt lub $\Delta \Theta$ i wyrażonej w K lub $^{\circ}\text{C}$: Δt_{\min} i Δt_{\max} ;
 - 6) wartości graniczne przepływu: q_i , q_p i q_s ; jeżeli $q_s = q_p$, to wartości q_s nie podaje się;
 - 7) miejsce pomiaru objętości, masy lub przepływu nośnika ciepła; wejście obiegu wymiany ciepła powinno się oznaczać wyrazem "zasilanie", a wyjście obiegu wymiany ciepła - wyrazem "powrót";
 - 8) wartość ciśnienia nominalnego, jeżeli jest ona większa niż 10 barów;
 - 9) oznaczenie kierunku przepływu nośnika ciepła w postaci strzałki.
2. Na przeliczniku wskazującym powinny być zamieszczone w sposób trwały i czytelny w szczególności oznaczenia, o których mowa w ust. 1 pkt 1-3, 5 i 7, oraz:
- 1) wartości graniczne zakresu temperatury, oznaczonej symbolem t lub Θ i wyrażonej w $^{\circ}\text{C}$: t_{\min} i t_{\max} ;
 - 2) rodzaj czujników temperatury: Pt 100, Pt 500 lub Pt 1.000;
 - 3) charakterystyka wyjścia przetwornika przepływu, rozumiana jako zależność sygnału wyjściowego przetwornika przepływu od objętości, masy, strumienia objętości lub strumienia masy nośnika ciepła.
3. Na obu czujnikach wchodzących w skład pary czujników temperatury powinny być zamieszczone w sposób trwały i czytelny oznaczenia, o których mowa w ust. 1 pkt 1-3, 5 i w ust. 2 pkt 1, oraz oznaczenia rodzaju czujników temperatury: Pt 100, Pt 500 lub Pt 1.000, jeżeli znak fabryczny nie zawiera oznaczenia rodzaju czujnika.
4. Na przetworniku przepływu powinny być zamieszczone w sposób trwały i czytelny oznaczenia, o których mowa w ust. 1 pkt 1-3, 6, 8, 9 i w ust. 2 pkt 3, oraz wartości graniczne zakresu temperatury dopuszczalnej dla przetwornika przepływu, oznaczonej symbolem t lub Θ i wyrażonej w $^{\circ}\text{C}$: t_{\min} i t_{\max} lub t_{\max} .

Rozdział 3

Charakterystyki metrologiczne ciepłomierzy i ich elementów

- § 23. 1. Zakres obciążeń pomiarowych ciepłomierza określają wartości graniczne:
- 1) temperatury: t_{\min} i t_{\max} ;
 - 2) różnicy temperatury: Δt_{\min} i Δt_{\max} ;
 - 3) przepływu: q_i , q_p i q_s ;
 - 4) mocy cieplnej: P_s .
2. Zakresy obciążeń pomiarowych elementów ciepłomierza są określone następująco:
- 1) dla przelicznika wskazującego - przez wartości graniczne, o których mowa w ust. 1 pkt 1, 2 i 4;
 - 2) dla pary czujników temperatury - przez wartości graniczne, o których mowa w ust. 1 pkt 1 i 2;
 - 3) dla przetwornika przepływu - przez wartości graniczne, o których mowa w ust. 1 pkt 1 i 3.
3. Zakresy obciążeń pomiarowych ciepłomierza zespolonego i hybrydowego oraz przetwornika przepływu powinny być tak dobrane, aby były spełnione wymagania, o których mowa w ust. 13 i 17 załącznika do rozporządzenia.
4. Zakres obciążeń pomiarowych ciepłomierza składanego i hybrydowego określa się jako część wspólną zakresów obciążeń pomiarowych jego elementów.
5. Dolna granica zakresu temperatury t_{\min} nie powinna być większa niż 30°C .
6. Górna granica zakresu temperatury t_{\max} nie powinna być mniejsza niż 90°C .
7. Minimalna różnica temperatury Δt_{\min} powinna przyjmować wartości: 3 K, 5 K lub 10 K.
8. Stosunek maksymalnej różnicy temperatury Δt_{\max} do minimalnej różnicy temperatury Δt_{\min} nie powinien być mniejszy od 10.

9. Stosunek przepływu nominalnego q_p do przepływu minimalnego q_i nie powinien być mniejszy od 10.

§ 24. Błędy względne procentowe oraz błędy graniczne dopuszczalne względne ciepłomierza i jego elementów oraz wzory, według których oblicza się te błędy, określa załącznik do rozporządzenia.

§ 25. 1. Dla ciepłomierzy i ich elementów, których typy zostały zatwierdzone od dnia 1 stycznia 1994 r. do dnia 15 maja 1999 r., podczas legalizacji:

1) błędy graniczne dopuszczalne względne przelicznika wskazującego E_{Ld} , wyrażone w procentach, w zależności od różnicy temperatury Δt , wynoszą:

a) $E_{Ld} = \pm 1,5\%$ dla $\Delta t_{\min} \leq \Delta t < 20 \text{ }^\circ\text{C}$,

b) $E_{Ld} = \pm 0,75\%$ dla $20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$;

2) błędy graniczne dopuszczalne względne pary czujników temperatury E_{Td} , wyrażone w procentach, w zależności od różnicy temperatury Δt , wynoszą:

a) $E_{Td} = \pm 3,5\%$ dla $\Delta t_{\min} \leq \Delta t < 10 \text{ }^\circ\text{C}$,

b) $E_{Td} = \pm 2,5\%$ dla $10 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20 \text{ }^\circ\text{C}$,

c) $E_{Td} = \pm 1,25\%$ dla $20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$;

3) błędy graniczne dopuszczalne względne przetwornika przepływu E_{Pd} , wyrażone w procentach, w zależności od przepływu q , wynoszą:

a) $E_{Pd} = \pm 5\%$ dla $q_{\min} \leq q < q_t$, gdzie q_{\min} - przepływ minimalny, rozumiany jako najmniejsza wartość przepływu, przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie powinny przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych, q_t - przepływ pośredni, rozumiany jako najmniejsza wartość przepływu, przy której wartość błędu E_{Pd} nie przekracza $\pm 3\%$,

b) $E_{Pd} = \pm 3\%$ dla $q_t \leq q \leq q_{\max}$, gdzie q_{\max} - przepływ maksymalny, rozumiany jako największa wartość przepływu, dopuszczalna w krótkich okresach czasu (nieprzekraczających w sumie 1 godziny na dobę i 200 godzin rocznie), przy której błędy ciepłomierza i jego elementu nie powinny przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych;

4) błąd graniczny dopuszczalny bezwzględny pojedynczego czujnika temperatury, wchodzącego w skład pary czujników temperatury, wynosi $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Błędy graniczne dopuszczalne względne ciepłomierza składanego i hybrydowego, w którym typ przynajmniej jednego z elementów został zatwierdzony od dnia 1 stycznia 1994 r. do dnia 15 maja 1999 r., ustala się zgodnie z ust. 1.

3. Wartości błędów względnych procentowych ciepłomierzy i ich elementów, których typy zostały zatwierdzone od dnia 1 stycznia 1994 r. do dnia 15 maja 1999 r., wyznaczone podczas legalizacji, nie powinny przekraczać wartości odpowiednich błędów granicznych dopuszczalnych, o których mowa w ust. 1.

Rozdział 4 Przepis końcowy

§ 26. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 7 dni od dnia ogłoszenia.

Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej: J. Hausner
Załącznik do rozporządzenia
Ministra Gospodarki, Pracy i
Polityki Społecznej z dnia 13 lutego
2004 r. (poz. 332)

**BŁĘDY WZGLĘDNE PROCENTOWE ORAZ BŁĘDY GRANICZNE DOPUSZCZALNE
WZGLĘDNE CIEPŁOMIERZA I JEGO ELEMENTÓW ORAZ WZORY, WEDŁUG
KTÓRYCH OBLICZA SIĘ TE BŁĘDY**

1. Błąd względny procentowy ciepłomierza E_Q określa się według wzoru:

$$E_Q = \frac{Q_i - Q_c}{Q_c} 100 \%$$

gdzie: Q_i - wartość wskazana ciepła,

Q_c - wartość poprawna ciepła.

2. Wartość poprawna ciepła Q_c wynosi:

$$Q_c = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_m \Delta h d\tau$$

gdzie: q_m - strumień masy nośnika ciepła,

Δh - wartość różnicy entalpii właściwej nośnika ciepła w temperaturze na wejściu i w temperaturze na wyjściu obiegu wymiany ciepła, pod odpowiadającym im ciśnieniem,

τ - czas,

τ_0 - czas początku pomiaru,

τ_1 - czas końca pomiaru.

3. W warunkach ustalonych, w szczególności przy sprawdzaniu ciepłomierza, wartość poprawną ciepła oblicza się według wzoru:

$$Q_c = m \Delta h \text{ lub } Q_c = k V \Delta t$$

gdzie: m - masa nośnika ciepła,

V - objętość nośnika ciepła,

Δt - różnica temperatury,

k - współczynnik cieplny, będący funkcją właściwości fizycznych nośnika ciepła, zależną od temperatury na wejściu i temperatury na wyjściu obiegu wymiany ciepła, ciśnienia nośnika ciepła oraz miejsca pomiaru objętości, masy lub przepływu nośnika ciepła; współczynnik cieplny powinien być wyznaczany według wzorów podanych w ust. 15-18.

4. Wartości błędu względnego procentowego ciepłomierza, o którym mowa w ust. 1, wyznaczone podczas zatwierdzenia typu i legalizacji, nie powinny przekraczać wartości błędów granicznych dopuszczalnych względnych ciepłomierza, o których mowa w ust. 7-8.

5. Błędy względne procentowe elementów ciepłomierza E_N oblicza się według wzoru:

$$E_N = \frac{X_i - X_c}{X_c} 100 \%$$

gdzie: X_i - wartość wskazana lub zmierzona wielkości wyjściowej (sygnału będącego funkcją objętości, masy, przepływu, różnicy temperatury lub ciepła),
 X_c - wartość poprawna wskazania lub wyniku pomiaru wielkości wyjściowej,
N - symbol elementu ciepłomierza, przyjmujący oznaczenia: L - przelicznik wskazujący, T - para czujników temperatury, P - przetwornik przepływu.

6. Wartości błędów względnych procentowych, o których mowa w ust. 5, wyznaczone podczas zatwierdzenia typu i legalizacji, nie powinny przekraczać wartości odpowiednich błędów granicznych dopuszczalnych względnych, o których mowa w ust. 9-12.

7. Błędy graniczne dopuszczalne względne ciepłomierza E_{Qd} , wyrażone w procentach, w zależności od różnicy temperatury Δt i przepływu q , oblicza się według wzoru:

$$E_{Qd} = \pm (4 + 4 \Delta t_{\min}/\Delta t + 0,05 q_p/q)$$

8. Wartość E_{Qd} nie powinna przekraczać $\pm 10\%$.

9. Błędy graniczne dopuszczalne względne przelicznika wskazującego E_{Ld} , wyrażone w procentach, w zależności od różnicy temperatury Δt , oblicza się według wzoru:

$$E_{Ld} = \pm (0,5 + \Delta t_{\min}/\Delta t)$$

10. Błędy graniczne dopuszczalne względne pary czujników temperatury E_{Td} , wyrażone w procentach, w zależności od różnicy temperatury Δt , oblicza się według wzoru:

$$E_{Td} = \pm (0,5 + 3 \Delta t_{\min}/\Delta t)$$

11. Błędy graniczne dopuszczalne względne przetwornika przepływu E_{Pd} , wyrażone w procentach, w zależności od przepływu q , oblicza się według wzoru:

$$E_{Pd} = \pm (3 + 0,05 q_p/q)$$

12. Wartość E_{Pd} nie powinna przekraczać $\pm 5\%$.

13. Błędy graniczne dopuszczalne względne ciepłomierza składanego i hybrydowego oblicza się według wzoru:

$$E_{Qd} = E_{Ld} + E_{Td} + E_{Pd}$$

14. Błąd graniczny dopuszczalny bezwzględny pojedynczego czujnika temperatury, wchodzącego w skład pary czujników temperatury, wynosi $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

15. Wartości współczynnika cieplnego k dla wody, wyrażone w $\text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$, dla ciśnienia $p = 16 \text{ bar}$, w zależności od wartości temperatury na wejściu obiegu wymiany ciepła t_1 , wyrażonej w $^\circ\text{C}$, i temperatury na wyjściu obiegu wymiany ciepła t_2 , wyrażonej w $^\circ\text{C}$, oraz miejsca montażu przetwornika przepływu, oblicza się według wzoru:

$$k(p, t_1, t_2) = \frac{h_1 - h_2}{1.000 v (t_1 - t_2)}$$

gdzie: v - objętość właściwa wody, wyrażona w m^3/kg , w temperaturze t_1 lub t_2 , w zależności od miejsca montażu przetwornika przepływu,

h_1 - entalpia właściwa wody, wyrażona w kJ/kg , w temperaturze t_1 ,

h_2 - entalpia właściwa wody, wyrażona w kJ/kg , w temperaturze t_2 .

16. Wartość v oblicza się według wzoru:

$$v(\pi, \tau) = \frac{RT}{p} \pi \gamma_\pi$$

gdzie:

R - stała równa $461,526 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,

T - temperatura bezwzględna, wyrażona w K i obliczona według wzoru: $T = t + 273,15$, gdzie:

$t = t_1$ w przypadku zamontowania przetwornika przepływu na wejściu obiegu wymiany ciepła (w temperaturze t_1) lub $t = t_2$ w przypadku zamontowania przetwornika przepływu na wyjściu obiegu wymiany ciepła (w temperaturze t_2),

p - ciśnienie przyjęte jako stałe i równe $1,6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ (16 barów),

π - ciśnienie zredukowane, obliczone według wzoru: $\pi = p/p^*$, gdzie $p^* = 16,53 \cdot 10^6 \text{ Pa}$,

τ - temperatura zredukowana, obliczona według wzoru: $\tau = T^*/T$, gdzie $T^* = 1.386 \text{ K}$,

γ_π - współczynnik obliczony według wzoru:

$$\gamma_\pi = \sum_{i=1}^{34} n_i J_i (T, 1 - \pi)^{J_i - 1} (\tau - 1,222)^{J_i}$$

gdzie:

n_i , I_i i J_i - współczynniki, których wartości określa tabela nr 1.

17. Wartości h_1 i h_2 w temperaturach, odpowiednio, t_1 i t_2 , oblicza się według wzoru:

$$h(\pi, \tau) = 0,001 RT \tau \gamma_\tau$$

gdzie:

R , T , π i τ - parametry zdefiniowane w ust. 16, z tym że do obliczenia wartości h_1 przyjmuje się, iż $T = t_1 + 273,15$, a do obliczenia wartości h_2 - iż $T = t_2 + 273,15$,

γ_τ - współczynnik obliczony według wzoru:

$$\gamma_\tau = \sum_{i=1}^{34} n_i (T, 1 - \pi)^{J_i} J_i (\tau - 1,222)^{J_i - 1}$$

gdzie:

n_i , I_i i J_i - współczynniki, których wartości określa tabela nr 1.

18. Wartości temperatury T i ciśnienia p powinny spełniać następujące warunki:

$273,15 \text{ K} \leq T \leq 623,15 \text{ K}$,

$p_s(T) \leq p \leq 100 \text{ MPa}$, gdzie $p_s(T)$ - ciśnienie nasycenia pary wodnej w temperaturze T .

19. Wartości odniesienia k , h_1 , h_2 i v dla $p = 16 \text{ bar}$, $t_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ i $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, w zależności od temperatury w miejscu montażu przetwornika przepływu, określa tabela nr 2.

Tabela nr 1. Współczynniki i wykładniki równań definiujących współczynniki γ_π i γ_τ

i	I_i	J_i	n_i	i	I_i	J_i	n_i
1	0	-2	0,146 329 712 131 67	18	2	3	-0,441 418 453 308 46 $\cdot 10^{-5}$
2	0	-1	-0,845 481 871 691 14	19	2	17	-0,726 949 962 975 94 $\cdot 10^{-15}$
3	0	0	-0,375 636 036 720 40 $\cdot 10^1$	20	3	-4	-0,316 796 448 450 54 $\cdot 10^{-4}$
4	0	1	0,338 551 691 683 85 $\cdot 10^1$	21	3	0	-0,282 707 979 853 12 $\cdot 10^{-5}$

5	0	2	-0,957 919 633 878 72	22	3	6	-0,852 051 281 201 03 • 10 ⁻⁹
6	0	3	0,157 720 385 132 28	23	4	-5	-0,224 252 819 080 00 • 10 ⁻⁵
7	0	4	-0,166 164 171 995 01 • 10 ⁻¹	24	4	-2	-0,651 712 228 956 01 • 10 ⁻⁶
8	0	5	0,812 146 299 835 68 • 10 ⁻³	25	4	10	-0,143 417 299 379 24 • 10 ⁻¹²
9	1	-9	0,283 190 801 238 04 • 10 ⁻³	26	5	-8	-0,405 169 968 601 17 • 10 ⁻⁶
10	1	-7	-0,607 063 015 658 74 • 10 ⁻³	27	8	-11	-0,127 343 017 416 41 • 10 ⁻⁸
11	1	-1	-0,189 900 682 184 19 • 10 ⁻¹	28	8	-6	-0,174 248 712 306 34 • 10 ⁻⁹
12	1	0	-0,325 297 487 705 05 • 10 ⁻¹	29	21	-29	-0,687 621 312 955 31 • 10 ⁻¹⁸
13	1	1	-0,218 417 171 754 14 • 10 ⁻¹	30	23	-31	0,144 783 078 285 21 • 10 ⁻¹⁹
14	1	3	-0,528 383 579 699 30 • 10 ⁻⁴	31	29	-38	0,263 357 816 627 95 • 10 ⁻²²
15	2	-3	-0,471 843 210 732 67 • 10 ⁻³	32	30	-39	-0,119 476 226 400 71 • 10 ⁻²²
16	2	0	-0,300 017 807 930 26 • 10 ⁻³	33	31	-40	0,182 280 945 814 04 • 10 ⁻²³
17	2	1	0,476 613 939 069 87 • 10 ⁻⁴	34	32	-41	-0,935 370 872 924 58 • 10 ⁻²⁵

Tabela nr 2. Wartości odniesienia k, h i v dla p = 16 bar, t₁ = 70 °C i t₂ = 30 °C, w zależności od miejsca montażu przetwornika przepływu

Symbol wielkości	Jednostka	Przetwornik przepływu zamontowany w temperaturze t ₁	Przetwornik przepływu zamontowany w temperaturze t ₂
k	MJ/(m ³ • K)	4,0874	4,1621
h ₁	kJ/kg	0,294301 • 10 ³	0,294301 • 10 ³
h ₂	kJ/kg	0,127200 • 10 ³	0,127200 • 10 ³
v	m ³ /kg	0,102204 • 10 ⁻²	0,100370 • 10 ⁻²

¹⁾ Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej kieruje działem administracji rządowej - gospodarka, na podstawie § 1 ust. 2 pkt 1 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 7 stycznia 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej (Dz. U. Nr 1, poz. 5).

²⁾ Zmiany wymienionej ustawy zostały ogłoszone w Dz. U. z 2001 r. Nr 154, poz. 1800, z 2002 r. Nr 155, poz. 1286 i Nr 166, poz. 1360 oraz z 2003 r. Nr 170, poz. 1652.