

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ¹⁾

z dnia 13 lutego 2004 r.

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

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⁾ 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.

- 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 liczbowa wskazywana 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.

gły 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 1000; 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 zaciskowymi, 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 zanurzenie 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 $\tau_{0,5}$, 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 MΩ w temperaturze od 15 °C do 35 °C, przy wilgotności względnej od 25 % do 75 % i przy napięciu probierczym stałym 100 V,
- b) 10 MΩ 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 mm² — 2,5 m,
 - b) 0,25 mm² — 3,0 m,
 - c) 0,50 mm² — 5,0 m,
 - d) 0,75 mm² — 7,5 m,
 - e) 1,50 mm² — 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 1000, 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 mm².

§ 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 m³/h, 1,0 m³/h lub 1,5 m³/h dla DN 15;
- 2) 2,5 m³/h dla DN 20;
- 3) 3,5 m³/h dla DN 25;
- 4) 6,0 m³/h dla DN 32;
- 5) 10 m³/h dla DN 40;
- 6) 15 m³/h dla DN 50;
- 7) 25 m³/h dla DN 65;
- 8) 40 m³/h dla DN 80;
- 9) 60 m³/h dla DN 100;
- 10) 100 m³/h dla DN 125;

11) 150 m³/h dla DN 150;

12) 250 m³/h dla DN 200;

13) 400 m³/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 °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 °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 wyj-

ście obiegu wymiany ciepła — wyrazem „po-wrót”;

- 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 °C: t_{\min} i t_{\max} ;
- 2) rodzaj czujników temperatury: Pt 100, Pt 500 lub Pt 1000;
- 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 1000, 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 °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. od 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 $\Delta t_{\min} \leq \Delta t < 20 \text{ °C}$,
 - b) $E_{Ld} = \pm 0,75 \%$ dla $20 \text{ °C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$;
- 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 $\Delta t_{\min} \leq \Delta t < 10 \text{ °C}$,
 - b) $E_{Td} = \pm 2,5 \%$ dla $10 \text{ °C} \leq \Delta t < 20 \text{ °C}$,
 - c) $E_{Td} = \pm 1,25 \%$ dla $20 \text{ °C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$;
- 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 $\pm 2^\circ\text{C}$.

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, zależ-

ną 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 błędów 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 przelecznika 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:

$$k(p, t_1, t_2) = \frac{h_1 - h_2}{1000 v (t_1 - t_2)}$$

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:

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

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),

ρ — 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 $T^* = 1386 \text{ K}$,

γ_π — współczynnik obliczony według wzoru:

$$\gamma_\pi = \sum_{i=1}^{34} -n_i l_i (7,1 - \pi)^{l_i - 1} (\tau - 1,222)^{J_i}$$

gdzie:

n_i, l_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:

$$\gamma_\tau = \sum_{i=1}^{34} n_i (7,1 - \pi)^{l_i} J_i (\tau - 1,222)^{J_i - 1}$$

gdzie:

n_i, l_i i J_i — współczynniki, których wartości określa tabela nr 1.

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

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

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

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

Tabela nr 2. Wartości odniesienia k , h i v dla $p = 16$ bar, $t_1 = 70$ °C i $t_2 = 30$ °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	$0,294301 \cdot 10^3$	$0,294301 \cdot 10^3$
h_2	kJ/kg	$0,127200 \cdot 10^3$	$0,127200 \cdot 10^3$
v	m ³ /kg	$0,102204 \cdot 10^{-2}$	$0,100370 \cdot 10^{-2}$