



# D Z I E N N I K N O R M A L I Z A C J I I M I A R

Warszawa, dnia 31 grudnia 1983 r.

Nr 18\*)

Treść:

poz.:

OBWIESZCZENIE POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI

36 — z dnia 22 grudnia 1983 r., w sprawie ogłoszenia aktów prawnych w zakresie metrologii

229

36

## OBWIESZCZENIE POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI z dnia 22 grudnia 1983 r. w sprawie ogłoszenia aktów prawnych w zakresie metrologii

Na podstawie art. 8 ust. 1 i art. 12 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) oraz art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) ogłasza się, co następuje:

§ 1. Ustanowione zostały następujące akta prawne w zakresie metrologii, zamieszczone w załącznikach do niniejszego Dziennika Normalizacji i Miar:

Numer załącznika do Dz. Norm. i Miar	Numer klasyfikacji metrolog.	Tytuł aktu prawnego	Data		Uchyła akt prawny
			ustanowienia aktu prawnego	od której akt prawny obowiązuje	
1	2	3	4	5	6
1	3,861/3	Zarządzenie nr 48 Prezesa PKNMIJ w sprawie ustalenia przepisów ogólnych o czujnikach termometrów oporowych metalowych	15.12.1983 r.	01.04.1984 r.	3,861/2 z dnia 21.11.1977 r. (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33) i 3/861/2,1 (Dz. Norm. i Miar z 1978 r. nr 17)
2	3,8611/3	Zarządzenie nr 49 Prezesa PKNMIJ w sprawie ustalenia przepisów o platynowych czujnikach termometrów oporowych — etalonach kontrolnych I, II i III rzędu	15.12.1983 r.	01.04.1984 r.	3,8611/2 z dnia 21.11.1977 r. (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33) i 3,8611/2,1 (Dz. Norm. i Miar z 1978 r. nr 17)
3	3,8612/3	Zarządzenie nr 50 Prezesa PKNMIJ w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych użytkowych	15.12.1983 r.	01.04.1984 r.	3,8612/2 z dnia 21.11.1977 r. (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33) i 3,8612/2,1 (Dz. Norm. i Miar z 1978 r. nr 17)
4	1,86/1	Zarządzenie nr 51 Prezesa PKNMIJ w sprawie wprowadzenia Międzynarodowej Praktycznej Skali Temperatury z 1968 r. w wersji z 1975 r.	20.12.1983 r.	01.04.1984 r.	—
5	3,872/1	Zarządzenie nr 52 Prezesa PKNMIJ w sprawie ustalenia przepisów o polarymetrach i sacharymetrach	22.12.1983 r.	01.04.1984 r.	—
6	5,872/1	Instrukcja nr 14 Prezesa PKNMIJ o sprawdzaniu polarymetrów i sacharymetrów	22.12.1983 r.	01.04.1984 r.	—

Prezes

Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

\*) Ostatni numer w 1983 r.

wz. B. Adamski

WYDAWCA: ALFA  
 04



POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

M E T R O L O G I A P R A W N A

## Przepisy o legalizacji i sprawdzaniu narzędzi pomiarowych

3,861/3

Załącznik nr 1 do Dziennika Normalizacji i Miar nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

### ZARZĄDZENIE NR 48 PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI z dnia 15 grudnia 1983 r.

w sprawie ustalenia przepisów ogólnych o czujnikach termometrów oporowych metalowych

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) zarządza się, co następuje:

#### Postanowienia ogólne

§ 1.1. Ustala się przepisy ogólne o czujnikach termometrów oporowych metalowych.

2. Przepisy dotyczą czujników termometrów oporowych z uzwojeniem oporowym z metalu, zwanych dalej „czujnikami”, objętych układem sprawdzeń stanowiącym załącznik do zarządzenia.

3. Przepisy nie dotyczą czujników w wykonaniu specjalnym oraz czujników typu kapsułkowego o zakresie pomiarowym od 13,81 K do 273,15 K.

§ 2. Czujniki powinny odpowiadać postanowieniom norm podanych w przepisach szczegółowych, jeżeli przepisy niniejsze nie stanowią inaczej.

§ 3. Wymagania szczegółowe dotyczące poszczególnych grup czujników ustalonych w układzie sprawdzeń określają:

- 1) dokumenty międzynarodowe i wewnętrzne Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości o czujnikach wchodzących w skład etalonu podstawowego i czujnikach etalonach odniesienia,
- 2) zarządzenie nr 49 Prezesa PKNMiJ z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustalenia przepisów o platynowych czujnikach termometrów oporowych-etalonach kontrolnych I, II i III rzędu

(Dz. Norm. i Miar nr 18, nr klas. metrolog. 3,8611/3),

- 3) zarządzenie nr 50 Prezesa PKNMiJ z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych użytkowych (Dz. Norm. i Miar nr 18, nr klas. metrolog. 3,8612/3).

#### Określenia

§ 4.1. Czujnik jest to część termometru oporowego zawierająca opornik termometryczny.

2. Głównymi elementami czujnika są: opornik termometryczny, osłona, głowica i przewody wewnętrzne.

3. Podstawowe schematy układów przewodów wewnętrznych czujników podano na rysunku.

§ 5.1. Opornik termometryczny jest to część czujnika składająca się z uzwojenia oporowego i korpusu.

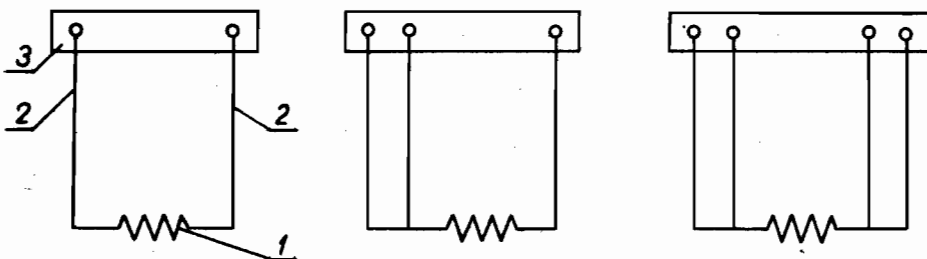
2. Uzwojenie oporowe jest to metalowy element oporowy, którego zmiany oporu elektrycznego, w zależności od temperatury, stanowią zasadę pomiarową termometru.

3. Korpus opornika jest to kształtka z materiału izolacyjnego, której zadaniem jest podtrzymywanie uzwojenia oporowego.

§ 6. Osłona czujnika jest to część czujnika, przewidziana w kształcie rurki jednostronnie zamkniętej, której zadaniem jest zabezpieczenie opornika termometrycznego przed uszkodzeniem.

§ 7. Przewody wewnętrzne czujnika są to przewody łączące opornik termometryczny z głowicą.

§ 8. Głowica czujnika jest to część czujnika przystosowana do połączenia jego przewodów wewnętrz-



Podstawowe schematy układów przewodów wewnętrznych czujników: 1 — opornik termometryczny, 2 — przewody wewnętrzne czujnika, 3 — głowica

nych z przewodami łączeniowymi termometru oporowego i zabezpieczająca to połączenie od wpływów zewnętrznych.

§ 9. Opór nominalny czujnika jest to nominalna wartość jego oporu elektrycznego w temperaturze 0°C.

§ 10.1. Charakterystyka termometryczna czujnika jest to funkcja określająca zależność pomiędzy temperaturą jego opornika termometrycznego a mierzonym oporem elektrycznym.

2. Znormalizowana charakterystyka termometryczna czujnika jest to charakterystyka ustalona normą na podstawie określonej zależności dla danego materiału oporowego i dla danego oporu nominalnego.

§ 11. Opór zredukowany  $W_t$  opornika termometrycznego jest to stosunek jego oporu elektrycznego  $R_t$  w temperaturze  $t$  do oporu  $R_0$  w temperaturze 0°C.

$$W_t = \frac{R_t}{R_0}$$

§ 12. Sprawdzenie czujnika jest to zespół czynności mających na celu stwierdzenie zgodności właściwości czujnika z wymaganiami obowiązujących przepisów.

§ 13. Legalizacja czujnika jest to zespół czynności wykonywanych przez organ państwowej administracji miar lub organ przez nią upoważniony w celu sprawdzenia oraz zaświadczenia, że czujnik całkowicie odpowiada wymaganiom przepisów legalizacyjnych.

Legalizacja składa się ze sprawdzenia i wydania świadectwa legalizacji.

§ 14. Wzorcowanie czujnika jest to ogół czynności mających na celu wyznaczenie jego indywidualnej charakterystyki termometrycznej.

§ 15. Błędy czujnika wchodzącego w skład etalonu podstawowego są scharakteryzowane przez nie dające się wyeliminować błędy systematyczne, wyrażone wartością graniczną  $\theta$ , oraz przez błędy przypadkowe, wyrażone odchyleniem średnim kwadratowym  $s$ , średniej arytmetycznej z serii pomiarów.

§ 16. Błąd czujnika — etalonu odniesienia jest scharakteryzowany przez odchylenie średnie kwadratowe  $s_g$  nie dających się wyeliminować błędów systematycznych, wyrażonych odchyleniem średnim kwadratowym ich sumy i błędów przypadkowych, wyrażonych odchyleniem średnim kwadratowym średniej arytmetycznej z serii pomiarów.

§ 17. Błędy czujników — etalonów kontrolnych I, II i III rzędu są scharakteryzowane błędami granicznymi  $\delta$  pojedynczego pomiaru w warunkach wzorcowania (na poziomie ufności 0,95)

$$\delta = 2s$$

gdzie:  $s$  — odchylenie średnie kwadratowe pojedynczego pomiaru w warunkach wzorcowania.

§ 18.1. Błędy czujników użytkowych są wyrażone przez błędy graniczne dopuszczalne  $\Delta$  określone jako dopuszczalne odchylenia od znormalizowanej charakterystyki termometrycznej.

2. Błędy czujników użytkowych o zwiększonej dokładności są wyrażone analogicznie jak błędy czujników — etalonów kontrolnych (§ 17).

§ 19. Pozostałe nazwy i określenia według PN-76/M-53851 i PN-71/N-02050.

## Klasyfikacja i przeznaczenie czujników

§ 20. Ze względu na hierarchię ustaloną w układzie sprawdzian (załącznik do zarządzenia) rozróżnia się następujące grupy czujników:

1) platynowe czujniki wchodzące w skład etalonu podstawowego (państwowego), przeznaczone do odtwarzania Międzynarodowej Praktycznej Skali Temperatury w zakresie od 90,188 K do 903,89 K (od -182,969°C do 630,74°C) z możliwie najmniejszym błędem i do dokonywania pomiarów porównawczych z etalonami zagranicznych instytutów metrologicznych,

2) platynowe czujniki — etalony wtórne, przeznaczone do przekazywania jednostki temperatury w zakresie od 90,188 K do 903,89 K (od -182,962°C do 630,74°C) do niższych szczebli układu sprawdzian; czujniki te dzielą się na następujące grupy:

a) platynowe czujniki — etalony kopie stanowiące etalony odniesienia I rzędu, przeznaczone do sprawdzania stałych punktów termometrycznych należących do zakresu temperatury 90,188 K ... 903,89 K (-182,962°C ... 630,74°C), stanowiących etalony odniesienia II rzędu,

b) platynowe czujniki — etalony odniesienia II rzędu, przeznaczone do sprawdzania etalonów kontrolnych I rzędu:

— stałych punktów termometrycznych należących do zakresu temperatury 273,15 K ... 903,89 K (0°C ... 630,74°C),

— platynowych czujników o zakresach pomiarowych od 90 K do 903 K ( $\approx$  od -183°C do 630°C),

— termometrów szklanych rtęciowych o zakresach pomiarowych od 243 K do 903 K (od -30°C do 630°C),

— termometrów szklanych rtęciowo-talowych o zakresach pomiarowych od 218 K do 273 K (od -55°C do 0°C),

— termoelementów PtRh10-Pt w zakresach pomiarowych od 573 K do 903 K (od 300°C do 630°C)

oraz czujników użytkowych o zwiększonej dokładności o zakresach pomiarowych od 90 K do 903 K ( $\approx$  od -183°C do 630°C),

c) platynowe czujniki — etalony kontrolne I rzędu, przeznaczone do sprawdzania platynowych czujników — etalonów kontrolnych II rzędu o zakresach pomiarowych od 90 K do 903 K ( $\approx$  od -183°C do 630°C) oraz czujników użytkowych o zwiększonej dokładności o zakresach pomiarowych od 90 K do 903 K ( $\approx$  od -183°C do 630°C),

d) platynowe czujniki — etalony kontrolne II rzędu, przeznaczone do sprawdzania:

— platynowych czujników — etalonów kontrolnych III rzędu o zakresach pomiarowych od 273 K do 903 K ( $\approx$  od 0°C do 630°C),

— czujników użytkowych klasy 1, 2 i 3 o zakresach pomiarowych od 90 K do 273 K ( $\approx$  od -183°C do 0°C) i klasy 1 o zakresach pomiarowych od 273 K do 903 K (od 0°C do 630°C),

- czujników użytkowych o zwiększonej dokładności o zakresach pomiarowych od 90 K do 903 K ( $\approx$  od  $-183^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ),
  - e) platynowe czujniki — etalony kontrolne III rzędu, przeznaczone do sprawdzania czujników użytkowych o zakresach pomiarowych od 273 K do 903 K ( $\approx$  od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ),
- 3) czujniki użytkowe, które zależnie od dokładności dzielą się na:
- a) czujniki klas 1, 2 i 3, określonych przez błędy graniczne dopuszczalne  $\Delta$ , przeznaczone do pomiarów temperatury w procesach produkcyjnych i pracach laboratoryjnych w zakresie od 73 K do 1123 K ( $\approx$  od  $-200^{\circ}\text{C}$  do  $850^{\circ}\text{C}$ ),
  - b) czujniki o zwiększonej dokładności przeznaczone do pomiarów temperatury w zakresie od 90 K do 903 K ( $\approx$  od  $-183^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ) w pracach wymagających dokładności większej od tej, którą mogą zapewnić czujniki użytkowe wymienione w pkt 3a.

#### Wykonanie, stan i charakterystyka termometryczna

§ 21. Pod względem wykonania, stanu, charakterystyki termometrycznej i jej stałości czujniki wchodzące w skład etalonu podstawowego i czujniki — etalony odniesienia powinny odpowiadać wymaganiom określonym w dokumencie dotyczącym Międzynarodowej Praktycznej Skali Temperatury z 1968 r. w wersji z 1975 r. (Echelle Internationale Pratique de Température de 1968 Edition amendée de 1975), przyjętym przez XV Generalną Konferencję Miar w 1975 r., czujniki — etalony kontrolne — przepisom szczegółowym o tych czujnikach, zgodnym z normami Stałej Komisji Normalizacyjnej RWPG (ST SEW 1062-78), a czujniki użytkowe — przepisom szczegółowym o tych czujnikach.

§ 22. Zgodność wykonania i właściwości metrologicznych czujnika z wymaganiami przepisów szczegółowych sprawdza się według wytycznych zawartych w odpowiednich instrukcjach szczegółowych o sprawdzaniu czujników, wydanych przez PKNMiJ.

§ 23.1. Czujniki wchodzące w skład etalonu podstawowego, czujniki — etalony odniesienia i czujniki — etalony kontrolne oraz czujniki użytkowe o zwiększonej dokładności powinny być wzorcowane.

2. Czujniki wchodzące w skład etalonu podstawowego i czujniki — etalony odniesienia wzorcuje wyłącznie Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.

§ 24.1. Czujniki — etalony kontrolne podlegają obowiązkowi legalizacji.

2. Czujniki stanowiące etalony kontrolne legalizuje Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości lub okręgowe urzędy miar, albo inne instytucje upoważnione przez Prezesa PKNMiJ do wykonywania tych czynności.

§ 25. Czujniki użytkowe sprawdzają użytkownicy.

#### Błędy czujników

§ 26. Błędy czujników wchodzących w skład etalonu podstawowego (§ 15) i czujników — etalonów odniesie-

nia (§ 16) spełniających wymagania dokumentów określonych w § 21, stosowanych zgodnie z przeznaczeniem (§ 20) i w myśl zasad zawartych w instrukcji o przechowywaniu i stosowaniu etalonu państwowego jednostki temperatury termodynamicznej oraz w instrukcjach stanowiskowych, nie powinny przekraczać wartości podanych w układzie sprawdzeń dla granic zakresu pomiarowego.

§ 27. Błędy czujników — etalonów kontrolnych (§ 17) i czujników użytkowych (§ 18), sprawdzanych zgodnie z instrukcjami o ich sprawdzaniu wydanymi przez PKNMiJ, nie powinny przekraczać wartości ustalonych w przepisach szczegółowych o tych czujnikach, podanych w układzie sprawdzeń dla granic zakresu pomiarowego.

§ 28. Błędy czujników użytkowych o zwiększonej dokładności powinny mieścić się w granicach ustalonych dla czujników — etalonów kontrolnych.

#### Dokumentowanie sprawdzenia i legalizacji

§ 29.1. Każdorazowe wzorcowanie czujnika wchodzącego w skład etalonu podstawowego i czujnika stanowiącego etalon odniesienia odnotowuje się w książce etalonów Laboratorium Pomiarów Temperatury Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości i dokumentuje się wystawieniem świadectwa.

2. Na dowód legalizacji czujnika — etalonu kontrolnego I, II i III rzędu odpowiadającego wymaganiom obowiązujących przepisów wystawia się świadectwo legalizacji.

3. Na dowód sprawdzenia czujnika użytkowego odpowiadającego wymaganiom obowiązujących przepisów wystawia się świadectwo sprawdzenia lub nakłada odpowiednią cechę na plombie.

#### Okres ważności legalizacji

§ 30. Okres ważności legalizacji i sprawdzenia ustalają przepisy szczegółowe.

#### Postanowienia końcowe

§ 31.1. Traci moc zarządzenie nr 146 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 21 listopada 1977 r. w sprawie ustalenia przepisów ogólnych o czujnikach termometrów oporowych metalowych wraz z załącznikiem (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33, nr klas. metrolog. 3,861/2 i z 1978 r. nr 17, nr klas. metrolog. 3,861/2,1).

2. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes

Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

wz. B. Adamski



POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

M E T R O L O G I A P R A W N A

**Przepisy o legalizacji  
i sprawdzaniu  
narzędzi pomiarowych**

**3,8611/3**

Załącznik nr 2 do Dziennika Normalizacji i Miar nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

**ZARZĄDZENIE NR 49  
PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI**  
z dnia 15 grudnia 1983 r.  
w sprawie ustalenia przepisów o platynowych czujnikach  
termometrów oporowych — etalonach kontrolnych I, II i III rzędu

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) zarządza się, co następuje:

**Postanowienia ogólne**

§ 1.1. Ustala się przepisy o platynowych czujnikach termometrów oporowych — etalonach kontrolnych I, II i III rzędu.

2. Przepisy dotyczą czujników termometrów oporowych — etalonów kontrolnych I, II i III rzędu, zwanych dalej „czujnikami”, nowych oraz będących w użytkowaniu, stosowanych w zakresie temperatury od 90 K do 903 K ( $\approx$  od  $-183^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ).

3. Czujniki powinny odpowiadać wymaganiom zarządzenia nr 48 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustalenia przepisów ogólnych o czujnikach termometrów oporowych metalowych (Dz. Norm. i Miar nr 18, nr klas. metrolog. 3,861/3), jeżeli przepisy nie stanowią inaczej.

§ 2. Czujniki produkcji krajowej wymagają zatwierdzenia typu.

§ 3. Zakupienie czujników produkcji zagranicznej wymaga zezwolenia Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości.

**Podział czujników**

§ 4.1. Ze względu na hierarchię w układzie sprawozdań i przeznaczenie (§ 20 przepisów wymienionych w § 1 ust. 3) czujniki dzielą się na etalony kontrolne I, II i III rzędu.

2. Zależnie od zakresu pomiarowego rozróżnia się:

- 1) czujniki o zakresie pomiarowym od 90 K do 903 K ( $\approx$  od  $-183^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ),
- 2) czujniki o zakresie pomiarowym od 90 K do 273 K ( $\approx$  od  $-183^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$ ),

3) czujniki o zakresie pomiarowym od 273 K do 903 K ( $\approx$  od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$ ),

4) czujniki o zakresie pomiarowym od 273 K do 773 K ( $\approx$  od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $500^{\circ}\text{C}$ ).

**Wykonanie, stan, charakterystyka termometryczna i oznaczenia**

§ 5. Nominalna wartość oporu  $R_0$  (w temperaturze  $0^{\circ}\text{C}$ ) czujników powinna wynosić  $10\Omega$ ,  $25\Omega$  lub  $100\Omega$  z dopuszczalnym odchyleniem  $\pm 10\%$  wartości nominalnej.

Wyjątek stanowią czujniki I rzędu o zakresach pomiarowych od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$  i od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $500^{\circ}\text{C}$ , dla których nie dopuszcza się wartości  $R_0$  wynoszącej  $100\Omega$ .

§ 6.1. Uzwojenie oporowe opornika termometrycznego powinno być wykonane z drutu platynowego.

2. Czystość platyny powinna być taka, aby wartość oporu zredukowanego  $W_{100}$  opornika czujnika danego rzędu była nie mniejsza od podanej w tablicy 1.

Tablica 1

Rząd czujnika	I	II	III
$W_{100}$	1,3925	1,3920	1,3850

§ 7. Charakterystyka termometryczna czujnika określona jest równaniami podanymi w załączniku.

§ 8. Obwód elektryczny czujnika nie powinien wykazywać przerw.

§ 9.1. Konstrukcja opornika termometrycznego powinna uniemożliwiać występowanie naprężeń mechanicznych powodujących zmiany charakterystyki termometrycznej czujnika.

2. Długość opornika nie powinna być większa niż 65 mm.

3. Zwoje spirali platynowej opornika nie powinny być zwarte lub odkształcone.

§ 10.1. Czujnik powinien mieć cztery przewody wewnętrzne: dwa prądowe i dwa napięciowe, które z jednej strony dołączone są parami prądowo-napięciowymi do końców platynowego opornika termometrycznego, a z drugiej strony — do czterech oddzielnych zacisków głowicy. Połączenia powinny zapewniać należyty kontakt elektryczny.

2. Jako przewody wewnętrzne powinny być stosowane w zasadzie druty platynowe lub złote.

3. Przewody wewnętrzne powinny być odizolowane elektrycznie.

§ 11. Korpus opornika powinien być wykonany z materiału izolacyjnego nie zanieczyszczającego platyny (z kwarcu, porcelany, szkła pyrexowego itp.). Korpus nie powinien wykazywać pęknięć i uszkodzeń.

§ 12.1. Osłona czujnika powinna być wykonana ze szkła lub z metalu odpornego na temperatury zawarte w zakresie pomiarowym czujnika, przy czym nie powinna ona wykazywać rys, zadrapań i pęknięć.

2. Długość osłony bez głowicy nie powinna być mniejsza niż 420 mm.

3. Średnica osłony nie powinna przekraczać 12 mm.

4. Osłona czujnika powinna być hermetyczna.

§ 13. Opór izolacji elektrycznej czujników z osłoną metalową pomiędzy tą osłoną a opornikiem termometrycznym (zwartymi zaciskami na głowicy czujnika) w temperaturze  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej  $(60 \pm 15)\%$  powinien być nie mniejszy niż  $20 \text{ M}\Omega$ , a w temperaturze równej górnej granicy zakresu pomiarowego — nie mniejszy niż  $0,5 \text{ M}\Omega$ .

§ 14.1. Na głowicy czujnika powinny być trwale wykonane następujące oznaczenia:

- 1) nazwa lub znak wytwórni,
- 2) numer fabryczny,
- 3) zakres pomiarowy lub symbol typu czujnika określający jednoznacznie zakres pomiarowy.

2. Na głowicy mogą znajdować się ponadto oznaczenia dodatkowe, jak np. nominalna wartość oporu w temperaturze  $0^\circ\text{C}$ , symbol chemiczny platyny (Pt), typ czujnika itp.

#### Stołość oporu czujnika

§ 15.1. Zmiana oporu elektrycznego  $R_0$  czujnika danego rzędu, po ogrzaniu do temperatury równej górnej granicy zakresu pomiarowego, nie powinna być większa od podanej w tablicy 2 (kolumna 2).

2. Zmiana oporu  $R_0$  czujnika danego rzędu pomiędzy kolejnymi sprawdzeniami nie powinna być większa od podanej w tablicy 2 (kolumna 3).

Tablica 2

Rząd czujnika	$\Delta R_0$			
	$\Omega$	$^\circ\text{C}$	$\Omega$	$^\circ\text{C}$
1	2		3	
I	$\pm 0,4 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,001$	$\pm 4 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,01$
II	$\pm 1,2 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,003$	$\pm 12 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,03$
III	$\pm 4 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,01$	$\pm 24 \cdot 10^{-3} R_0$	$\pm 0,06$

#### Błędy graniczne czujników

§ 16. Błędy graniczne  $\delta$  pojedynczego pomiaru w warunkach wzorcowania (§ 17 przepisów wymienionych w § 1 ust. 3) nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 3, odnoszących się do dolnej i górnej granicy zakresu pomiarowego.

Tablica 3

Rząd czujnika	Zakres pomiarowy	
	90 K ... 273 K ( $\approx -183^\circ\text{C}$ ... $0^\circ\text{C}$ )	273 K ... 903 K ( $\approx 0^\circ\text{C}$ ... $630^\circ\text{C}$ )
I	od $\pm 0,02 \text{ K}$ do $\pm 0,01 \text{ K}$	od $\pm 0,01 \text{ K}$ do $\pm 0,07 \text{ K}$
II	od $\pm 0,2 \text{ K}$ do $\pm 0,03 \text{ K}$	od $\pm 0,03 \text{ K}$ do $\pm 0,1 \text{ K}$
III	—	od $\pm 0,1 \text{ K}$ do $\pm 0,3 \text{ K}$

#### Dokumentowanie i okres ważności legalizacji

§ 17. Legalizacja czujnika odpowiadającego wymaganiom niniejszych przepisów powinna być udokumentowana zgodnie z § 29 ust. 2 przepisów wymienionych w § 1 ust. 3.

§ 18.1. Okres ważności legalizacji czujników trwa 25 miesięcy, licząc od pierwszego dnia tego miesiąca, w którym legalizacja została dokonana, pod warunkiem, że czujnik będzie stosowany w temperaturach zawartych w jego zakresie pomiarowym.

2. Legalizacja traci ważność z chwilą mechanicznego uszkodzenia czujnika mającego istotny wpływ na jego właściwości metrologiczne.

#### Postanowienia końcowe

§ 19.1. Traci moc zarządzenie nr 147 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 21 listopada 1977 r. w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych stanowiących etalony kontrolne I, II i III rzędu wraz z załącznikiem (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33, nr klas. metrolog. 3,8611/2 i z 1978 r. nr 17, nr klas. metrolog. 3,8611/2,1).

2. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes

Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

wz. B. Adamski

## CHARAKTERYSTYKA TERMOMETRYCZNA

W Międzynarodowej Praktycznej Skali Temperatury z 1968 r. (MPST-68) wyróżnia się temperaturę Celsjusza Międzynarodową Praktyczną  $t_{68}$ , wyrażoną w stopniach Celsjusza i Temperaturę Kelvina Międzynarodową Praktyczną  $T_{68}$  wyrażoną w kelwinach. Związek pomiędzy  $t_{68}$  a  $T_{68}$  określony jest wzorem

$$t_{68} = T_{68} - 273,15 \text{ K}$$

W zakresie od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $630^{\circ}\text{C}$  zależność pomiędzy temperaturą  $t_{68}$  a mierzoną wartością oporu elektrycznego czujnika określają następujące równania:

$$t_{68} = t' + 0,045 \frac{t'}{100^{\circ}\text{C}} \left( \frac{t'}{100^{\circ}\text{C}} - 1 \right) \left( \frac{t'}{419,58^{\circ}\text{C}} - 1 \right) \left( \frac{t'}{630,74^{\circ}\text{C}} - 1 \right) \text{C} \quad (1)$$

gdzie:

$$t' = \frac{1}{\alpha} [W(t') - 1] + \delta \frac{t'}{100^{\circ}\text{C}} \left( \frac{t'}{100^{\circ}\text{C}} - 1 \right) \quad (2)$$

lub

$$W(t') = 1 + At' + Bt'^2 \quad (3)$$

$$W(t') = \frac{R(t')}{R(0^{\circ}\text{C})} \quad (4)$$

$W(t')$  — opór zredukowany odpowiadający temperaturze  $t'$ ,

$R(0^{\circ}\text{C})$ ,  $\alpha$ ,  $\delta$  lub  $A$ ,  $B$  — stałe wyznaczone w wyniku wzorcowania czujnika.

Pomiędzy stałymi  $\alpha$  i  $\delta$  oraz  $A$  i  $B$  istnieją następujące związki:

$$A = \alpha(1 + \delta/100^{\circ}\text{C}), \quad (5)$$

$$B = -10^{-4} \alpha \delta^{\circ}\text{C}^2, \quad (6)$$

$$\alpha = A + 100B^{\circ}\text{C}, \quad (7)$$

$$\delta = -10^{-4} B / (A + 100B^{\circ}\text{C}). \quad (8)$$

W zakresie od 90,188 K do 273,15 K (od  $-182,962^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$ ) zależność pomiędzy temperaturą  $T_{68}$  a mierzoną wartością oporu elektrycznego czujnika wyraża równanie

$$W(T_{68}) = W_{CCT\ 68}(T_{68}) + \Delta W(T_{68}) \quad (9)$$

gdzie:

$W(T_{68})$  — opór zredukowany czujnika odpowiadający temperaturze  $T_{68}$ ,

$W_{CCT\ 68}$  — opór zredukowany dany przez funkcję odniesienia, której tablice zostały opracowane przez Komitet Doradczy Termometrii,

$$\Delta W(T_{68}) = b_4(T_{68} - 273,15 \text{ K}) + e_4(T_{68} - 273,15 \text{ K})^3 (T_{68} - 373,15 \text{ K}) \quad (10)$$

$b_4$  i  $e_4$  — stałe wyznaczone w wyniku wzorcowania czujnika.

**Uwaga:** Zapis:  $W(t')$ ,  $R(t')$ ,  $R(0^{\circ}\text{C})$  jest równoważny zapisowi  $W_i$ ,  $R_i$ ,  $R_o$ , który przyjęto w przepisach dla uproszczenia.





POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

M E T R O L O G I A P R A W N A

## Przepisy o legalizacji i sprawdzaniu narzędzi pomiarowych

3,8612/3

Załącznik nr 3 do Dziennika Normalizacji i Miar nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

### ZARZĄDZENIE NR 50 PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych użytkowych

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) zarządza się, co następuje:

#### Postanowienia ogólne

§ 1.1. Ustala się przepisy o czujnikach termometrów oporowych użytkowych.

2. Przepisy dotyczą platynowych, miedzianych i niklowych czujników termometrów oporowych użytkowych rozbiernych, zwanych dalej „czujnikami”, nowych oraz będących w użytkowaniu, przeznaczonych do pomiarów temperatury w zakresie od  $-200^{\circ}\text{C}$  do  $+850^{\circ}\text{C}$  ( $\approx$  od 73 K do 1123 K) lub w części tego zakresu.

3. Przepisy nie dotyczą:

- 1) czujników w wykonaniu specjalnym, np. czujników do pomiaru temperatury powierzchni,
- 2) czujników o zwiększonej dokładności, które powinny spełniać wymagania zarządzenia nr 49 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych — etalonach kontrolnych I, II i III rzędu (Dz. Norm. i Miar nr 18, nr klas. metrolog. 3, 8611/3).

§ 2.1. Czujniki powinny odpowiadać wymaganiom zarządzenia nr 48 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości z dnia 15 grudnia 1983 r. w sprawie ustanowienia przepisów ogólnych o czujnikach termometrów oporowych metalowych (Dz. Norm. i Miar nr 18 nr klas. metrolog. 3,861/3), jeżeli przepisy nie stanowią inaczej.

2. Czujniki produkcji krajowej powinny ponadto odpowiadać postanowieniom normy PN-82/M-53849 oraz PN-83/M-53852.

#### Podział czujników

§ 3. Podział czujników ze względu na materiał, z którego wykonane jest uzwojenie oporowe opornika termometrycznego, dokładność (zgodność charakterystyki termometrycznej — w granicach błędów dopuszczalnych — z charakterystyką znormalizowaną) i zakres pomiarowy podany jest w tablicy 1.

Tablica 1

Materiał opornika — symbol chemiczny	Klasa	Zakres pomiarowy (maksymalny)
Platyna — Pt	1	$(-200.. +650)^{\circ}\text{C}$
	2	$(-200.. +850)^{\circ}\text{C}$
Miedź — Cu	2 i 3	$(-50 \dots +180)^{\circ}\text{C}$
Nikiel — Ni	3	$(-60 \dots +180)^{\circ}\text{C}$

#### Wykonanie, stan, charakterystyka termometryczna i oznaczenia

§ 4. Uzwojenie oporowe opornika termometrycznego może być wykonane z platyny, miedzi lub niklu.

§ 5.1. Korpus opornika i materiały izolacyjne nie powinny zmieniać swoich właściwości mechanicznych i elektrycznych (izolacja) w maksymalnej temperaturze zakresu pomiarowego i nie powinny powodować zanieczyszczenia opornika.

2. Korpus opornika nie powinien wykazywać pęknięć, rys i zadrapań.

§ 6. Obwód elektryczny czujnika nie powinien wykazywać przerw.

§ 7.1. Osłona czujnika nie powinna powodować zanieczyszczenia opornika i powinna charakteryzować się:

- 1) wytrzymałością mechaniczną odpowiadającą warunkom pracy czujnika,
- 2) odpornością na zmiany temperatury,
- 3) odpornością chemiczną na substancje ciekłe lub gazowe, dostosowaną do warunków pracy czujnika.

2. Powierzchnia osłony nie powinna wykazywać uszkodzeń spowodowanych korozją, nieszczelności, zarysowań itp.

§ 8. Zaciski głowicy czujnika powinny być nie uszkodzone i czyste oraz zapewniać odpowiedni styk elektryczny.

§ 9.1. Przewody wewnętrzne czujnika — dwa, trzy lub cztery — powinny być zaopatrzone w izolację elektryczną.

2. Czujniki klasy 1 (platynowe) powinny mieć trzy lub cztery przewody wewnętrzne.

3. Opór przewodów wewnętrznych czujnika, w przypadku dwóch przewodów, nie powinien być większy niż







Tablica 4

WARTOŚCI OPORU ZREDUKOWANEGO  $W$ , DLA OPORNIKÓW TERMOMETRYCZNYCH Z MIEDZI  
RÓWNANIE INTERPOLACYJNE:  $W_t = 1 + \alpha t$

gdzie:  $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$^\circ\text{C}$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100	
0	1,0000	0,9787	0,9574	0,9361	0,9148	0,8935	0,8722	0,8509	0,8296	0,8083	0,7870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
0	1,0000	1,0213	1,0426	1,0639	1,0852	1,1065	1,1278	1,1491	1,1704	1,1917	1,2130	1,2343	1,2556	1,2769	1,2982	1,3195	1,3408	1,3621	1,3834	1,4047	1,4260	
100	1,4260	1,4473	1,4686	1,4899	1,5112	1,5325	1,5538	1,5751	1,5964	1,6177	1,6390	1,6603	1,6816	1,7029	1,7242	1,7455	1,7668	-	-	-	-	

Tablica 5

WARTOŚCI OPORU ZREDUKOWANEGO  $W$ , DLA OPORNIKÓW TERMOMETRYCZNYCH Z NIKLI

$^\circ\text{C}$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100
0	1,000	0,973	0,946	0,919	0,893	0,867	0,841	0,816	0,791	0,766	0,742	0,718	0,695	-	-	-	-	-	-	-	-
$^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0	1,000	1,028	1,056	1,084	1,112	1,141	1,171	1,200	1,230	1,260	1,291	1,322	1,353	1,385	1,417	1,449	1,482	1,515	1,549	1,583	1,616
100	1,617	1,652	1,687	1,723	1,759	1,796	1,833	1,871	1,909	1,948	1,987	2,027	2,067	2,108	2,149	2,190	2,231	-	-	-	-

0,1% nominalnej wartości oporu  $R_0$ . W przypadku gdy opór przewodów wewnętrznych jest większy niż 0,1%  $R_0$ , jego wartość oraz współczynnik temperaturowy oporu materiału powinny być podane na głowicy czujnika.

§ 10. Nominalna wartość oporu  $R_0$  czujnika powinna mieścić się w przedziale od 5  $\Omega$  do 1000  $\Omega$ . Czujniki produkcji krajowej powinny mieć wartość  $R_0$  wynoszącą 100  $\Omega$ .

§ 11. Znormalizowana charakterystyka termometryczna czujnika powinna być zgodna z obliczoną wg równania

$$R_t = R_0 \cdot W_t$$

w którym wartość oporu zredukowanego  $W_t$  — według tablic 2 ÷ 5.

Dla czujników produkcji krajowej obowiązują charakterystyki obliczone według tablic 2, 4 i 5, zgodne z ustalonymi w PN-83/M-53852 dla oporników termometrycznych, a dla czujników importowanych — charakterystyki deklarowane przez producenta.

§ 12. Wartość oporu zredukowanego  $W_{100}$  opornika termometrycznego powinna być zgodna z wartością deklarowaną przez producenta na podstawie tablic 2 ÷ 5. Dla oporników produkcji krajowej obowiązują wartości  $W_{100}$  według PN-83/M-53852.

§ 13.1. Na głowicy czujnika powinny znajdować się następujące oznaczenia:

- 1) nazwa lub znak producenta,
- 2) numer fabryczny,
- 3) typ (np. Top) lub symbol chemiczny metalu, z którego wykonane jest uzwojenie oporowe opornika i wartość nominalna oporu  $R_0$  (np. Pt 100),
- 4) zakres pomiarowy,
- 5) klasa,
- 6) numer normy, której odpowiada charakterystyka termometryczna opornika lub w przypadku czujników produkcji krajowej — symbol PN,
- 7) wartość oporu i współczynnika temperaturowego oporu przewodów wewnętrznych w przypadku czujnika z dwoma przewodami, których opór jest większy od 0,1%  $R_0$ .

2. Dopuszcza się oznaczenia dodatkowe poza wymienionymi w ust. 1.

§ 14. Przetrzymanie czujnika, którego górna granica zakresu pomiarowego jest wyższa od 300°C, przez 4 godziny w temperaturze o 5% wyższej od tej górnej granicy nie powinno spowodować jego uszkodzenia oraz zmiany jego oporu  $R_0$  większej od 1/3 wartości dopuszczalnego odchylenia w temperaturze 0°C, określonej w tablicy 6.

§ 15. Izolacja elektryczna pomiędzy zwartymi zaciskami przyłączeniowymi czujnika a osłoną oraz pomiędzy zwartymi zaciskami przyłączeniowymi poszczególnych obwodów pomiarowych, w przypadku czujników wielokrotnych, w powietrzu o temperaturze 20°C  $\pm$  5°C i wilgotności względnej do 80% powinna wytrzymywać w ciągu 1 minuty bez przebicia i przeskoku iskry napięcie probiercze przemienne praktycznie sinusoidalne o wartości skutecznej 500 V i częstotliwości 50 Hz.

§ 16. Opór izolacji elektrycznej pomiędzy obwodem pomiarowym (lub poszczególnymi obwodami pomiaro-

wymi — w przypadku czujników wielokrotnych) a osłoną czujnika powinien wynosić co najmniej:

- 20 M $\Omega$  — przy temperaturze 20°C  $\pm$  5°C i wilgotności względnej do 80%,
- 2 M $\Omega$  — przy temperaturze górnej granicy zakresu pomiarowego do 300°C,
- 1 M $\Omega$  — przy temperaturze górnej granicy zakresu pomiarowego od 300°C do 500°C,
- 0,5 M $\Omega$  — przy temperaturze górnej granicy zakresu pomiarowego od 500°C do 850°C.

#### Klasy i dopuszczalne błędy

§ 17.1. Klasa czujnika jest określona przez klasę jego opornika termometrycznego, a w przypadku czujnika wielokrotnego — przez klasę opornika termometrycznego o najmniejszej dokładności.

2. Klasa opornika termometrycznego jest określona przez błędy graniczne dopuszczalne  $\Delta$ . Błędy te wyrażone odchyleniem rzeczywistej charakterystyki termometrycznej opornika termometrycznego od charakterystyki znormalizowanej nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnych podanych w tablicy 6, zgodnych z ustalonymi w PN-83/M-53852.

Tablica 6

Materiał opornika	Klasa	Zakres pomiarowy °C	Dopuszczalne odchylenie $\Omega$
Platyna	1	-200 ... +650	$\pm(0,15^\circ\text{C} + 2,0 \cdot 10^{-3}  t )E_t$
	2	-200 ... +850	$\pm(0,30^\circ\text{C} + 5,0 \cdot 10^{-3}  t )E_t$
Miedź	2	-50 ... +180	$\pm(0,30^\circ\text{C} + 3,5 \cdot 10^{-3}  t )E_t$
	3	-50 ... +180	$\pm(0,30^\circ\text{C} + 6,0 \cdot 10^{-3}  t )E_t$
Nikiel	3	-60 ... 0	$\pm(0,30^\circ\text{C} - 16,5 \cdot 10^{-3}  t )E_t$
	3	0 ... +180	$\pm(0,30^\circ\text{C} + 8,0 \cdot 10^{-3}  t )E_t$

gdzie:  $E_t = \left( \frac{dR}{dt} \right)_t$

#### Dokumentowanie i okres ważności sprawdzenia

§ 18. Sprawdzenie czujnika powinno być udokumentowane zgodnie z § 29 ust. 3 przepisów wymienionych w § 2.

§ 19.1. Okres ważności sprawdzenia czujnika zależy od warunków jego pracy. Nie powinien on być jednak dłuższy niż jeden rok, licząc od daty wystawienia świadectwa sprawdzenia, pod warunkiem, że czujnik będzie stosowany w temperaturach zawartych w jego zakresie pomiarowym.

2. Sprawdzenie traci ważność z chwilą mechanicznego uszkodzenia jakiegokolwiek części czujnika.

#### Postanowienia końcowe

§ 20.1. Traci moc zarządzenie nr 148 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 21 listopada 1977 r. w sprawie ustalenia przepisów o czujnikach termometrów oporowych metalowych użytkowych (wraz z załącznikiem) (Dz. Norm. i Miar z 1977 r. nr 33, nr klas. metrolog. 3,8612/2 i z 1978 r. nr 17, nr klas. metrolog. 3,8612/2,1).

2. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes

Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

wz. B. Adamski



POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

METROLOGIA PRAWNA

Jednostki miar

1,86/1

Załącznik nr 4 do Dziennika Normalizacji i Miar nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

ZARZĄDZENIE NR 51  
PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI  
z dnia 20 grudnia 1983 r.

w sprawie wprowadzenia Międzynarodowej Praktycznej Skali  
Temperatury z 1968 r. w wersji z 1975 r.

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) zarządza się, co następuje:

§ 1. Wprowadza się do praktyki pomiarowej jako

obowiązującą Międzynarodową Praktyczną Skalę Temperatury z 1968 r. (MPST-68) w wersji z 1975 r., określoną w załączniku.

§ 2. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes  
Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

wz. *B. Adamski*

Załącznik do zarządzenia Nr 51  
Prezesa PKNMIJ z dnia 20 XII 1983 r.

MIĘDZYNARODOWA PRAKTYCZNA SKALA TEMPERATURY Z 1968 R. W WERSJI Z 1975 R<sup>1)</sup>.

I. Wstęp

Jednostką podstawowej wielkości fizycznej, zwanej „temperaturą termodynamiczną” (oznaczenie  $T$ ), jest kelwin (oznaczenie K), zdefiniowany jako  $1/273,16$  część temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody<sup>2)</sup>.

Z przyczyn historycznych, związanych ze sposobem w jakim skale temperatury były pierwotnie definiowane, stosuje się powszechnie wyrażanie temperatury jako różnicy między daną temperaturą a temperaturą stanu cieplnego niższą o 0,01 kelwina od temperatury punktu potrójnego wody. Temperatura termodynamiczna  $T$  wyrażana w ten sposób nazwana jest „temperaturą Celsjusza” (oznaczenie  $t$ ) i zdefiniowana zależnością

$$t = T - 273,15 \text{ K} \quad (1)$$

Jednostką temperatury Celsjusza jest stopień Celsjusza (oznaczenie °C), który zgodnie z definicją równy jest co do wartości kelwinowi. Różnica temperatury może być wyrażana w kelwinach lub w stopniach Celsjusza.

Międzynarodowa Praktyczna Skala Temperatury z 1968 r. (MPST-68) została utworzona w taki sposób, aby każda temperatura zmierzona w tej skali była mo-

żliwie jak najlepszym przybliżeniem odpowiadającej jej liczbowo temperatury termodynamicznej. Ponadto pomiary w tej skali są łatwiejsze do wykonania i charakteryzują się wysoką odtwarzalnością, podczas gdy bezpośrednie pomiary temperatur termodynamicznych są i trudne i niedokładne.

W MPST-68 stosuje się zarówno Temperaturę Kelwina Międzynarodową Praktyczną (oznaczenie  $T_{68}$ ), jak i Temperaturę Celsjusza Międzynarodową Praktyczną (oznaczenie  $t_{68}$ ). Związek między  $T_{68}$  a  $t_{68}$  jest taki sam jak między  $T$  a  $t$ , tzn.

$$t_{68} = T_{68} - 273,15 \text{ K} \quad (2)$$

Jednostkami  $T_{68}$  i  $t_{68}$  są odpowiednio: kelwin (oznaczenie K) i stopień Celsjusza (oznaczenie °C), tzn., że nazwy jednostek są takie same (odpowiednio) jak dla temperatury termodynamicznej  $T$  i temperatury Celsjusza  $t$ .

MST-68 została przyjęta przez Międzynarodowy Komitet Miar na sesji w 1968 r. zgodnie z uprawnieniami nadanymi mu przez 13 Generalną Konferencję Miar (uchwała 8). Skala ta zastąpiła Międzynarodową Praktyczną Skalę Temperatury z 1948 r. w wersji z 1960 r.

<sup>1)</sup> Tekst przyjęty przez XV Generalną Konferencję Miar w 1975 r.

<sup>2)</sup> Zarządzenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 5 stycznia 1976 r. w sprawie ustalenia definicji, nazw i oznaczeń jednostek miar (Monitor Polski z dnia 9 lutego 1976 r. nr 4, poz. 19).

## II. Definicja Międzynarodowej Praktycznej Skali Temperatury z 1968 r. (MPST-68)<sup>3)</sup>

Zasada MPST-68 i punkty stałe definicyjne

MPST-68 oparta jest na wartościach temperatur przy-  
porządkowanych pewnej liczbie odtwarzalnych stanów  
równowagi (punktów stałych definicyjnych) i na okre-  
ślonych przyrządach etalonowych wywzorcowanych  
w tych temperaturach. Te stany równowagi oraz przy-  
porządkowane im wartości Temperatury Międzynarodo-  
wej Praktycznej podane są w tablicy I. Interpolacji  
między temperaturami punktów stałych dokonuje się za  
pomocą wzorów określających zależności między wska-  
zaniami przyrządów etalonowych a wartościami Tempe-  
ratury Międzynarodowej Praktycznej.

W zakresie temperatury od 13,81 K do 630,74°C  
przyrządem etalonowym jest platynowy termometr opo-  
rowy. Opornik termometryczny czujnika termometru  
powinien być wykonany z czystej platyny, wystabili-  
zowany (wygrzany) i pozbawiony jakichkolwiek naprę-  
żeń. Jego opór zredukowany  $W(T_{68})$ , określony za po-  
mocą wzoru

$$W(T_{68}) = R(T_{68})/R(273,15 \text{ K}) \quad (3)$$

gdzie  $R$  jest oporem elektrycznym, nie powinien być  
mniejszy niż 1,39250 w temperaturze  $T_{68} = 373,15 \text{ K}$ .

Poniżej 0°C zależność oporu czujnika termometru od  
temperatury uzyskuje się za pomocą funkcji odniesienia  
i określonych funkcji odchylenia.

W zakresie temperatury od 0°C do 630,74°C zależ-  
ność oporu od temperatury przedstawiona jest za po-  
mocą dwóch wielomianów.

W zakresie temperatury od 630,74°C do 1064,43°C  
przyrządem etalonowym jest termoelement PtRh10-Pt;  
zależność siły termoelektrycznej tego termoelementu od  
temperatury jest przedstawiona za pomocą równania  
drugiego stopnia.

Powyżej 1064,43°C Temperatura Międzynarodowa  
Praktyczna z 1968 r. jest zdefiniowana za pomocą pra-  
wa promieniowania Plancka, przy czym za temperaturę  
odniesienia przyjęto 1064,43°C (1337,58 K), a dla  $C_2$   
— wartość 0,014388 metr · kelwin.

Definicja Temperatury Międzynarodowej  
Praktycznej z 1968 r. w różnych zakresach  
temperatury

Zakres temperatury od 13,81 K do 273,15 K

W zakresie temperatury od 13,81 K do 273,15 K tempe-  
ratura  $T_{68}$  określona jest za pomocą wzoru

$$W(T_{68}) = W_{CCT-68}(T_{68}) + \Delta W_1(T_{68}) \quad (4)$$

gdzie  $W_{CCT-68}(T_{68})$  jest oporem zredukowanym, określo-  
nym przez funkcję odniesienia<sup>4)</sup>

<sup>3)</sup> W dokumencie niniejszym temperatury Kelvina używa się na ogół do wyrażenia temperatur poniżej 0°C, a temperatury Celsjusza — powyżej 0°. Pozwala to uniknąć stosowania ujemnych wartości temperatury i jest zgodne z powszechnie stosowaną praktyką.

<sup>4)</sup> Równanie (5) jest inną postacią równania (22) w pierwotnej wersji MPST-68. Wartości  $T_{68}$  na podstawie tych dwóch równań są praktycznie takie same (w granicach  $\pm 10 \mu\text{K}$ ); funkcja odniesienia w swej dawnej postaci może być również używana.

$$T_{68} = \sum_{j=0}^{20} a_j \left( \frac{\ln W_{CCT-68}(T_{68}) + 3,28}{\dots} \right)^j \text{ K} \quad (5)$$

Współczynniki  $a_j$  tej funkcji odniesienia podane są  
w tablicy II. Odchylenia  $\Delta W(T_{68})$  w temperaturach  
punktów stałych definicyjnych wyznacza się na podsta-  
wie wartości  $W(T_{68})$  zmierzonych w tych punktach i od-  
powiadających im wartości  $W_{CCT-68}(T_{68})$  (p. tablica IV).  
W celu wyznaczenia  $\Delta W(T)$  w temperaturach pośred-  
nich stosuje się wzory interpolacyjne; zakres tempera-  
tury od 13,81 K do 273,15 K został podzielony na  
cztery podzakresy. W każdym z podzakresów  $\Delta W(T_{68})$   
jest zdefiniowane wielomianem zmiennej  $T_{68}$ , którego  
współczynniki oblicza się na podstawie wartości  
 $\Delta W(T_{68})$  wyznaczonych w punktach stałych i warun-  
ku zachowania ciągłości funkcji  $d\Delta W(T_{68})/dT_{68}$   
w przejściu z danego podzakresu do sąsiedniego<sup>5)</sup>.

W zakresie temperatury od 13,81 K do 20,28 K funk-  
cja odchylenia wyrażona jest wielomianem

$$\Delta W_1(T_{68}) = A_1 + B_1 T_{68} + C_1 T_{68}^2 + D_1 T_{68}^3 \quad (6)$$

Współczynniki tego wielomianu określa się na podsta-  
wie wartości odchylenia wyznaczonych w trzech punk-  
tach stałych (w punkcie potrójnym wodoru w równo-  
wadze, w temperaturze 17,042 K i w punkcie wrzenia  
wodoru w równowadze) oraz na podstawie pierwszej  
pochodnej funkcji odchylenia w punkcie wrzenia wodo-  
ru w równowadze obliczonej z równania (7).

W zakresie temperatury od 20,28 K do 54,361 K  
funkcja odchylenia wyrażona jest wielomianem.

$$\Delta W_2(T_{68}) = A_2 + B_2 T_{68} + C_2 T_{68}^2 + D_2 T_{68}^3 \quad (7)$$

Współczynniki tego wielomianu określa się na pod-  
stawie wartości odchylenia wyznaczonych w trzech punk-  
tach stałych (w punkcie wrzenia wodoru w równowa-  
dze, w punkcie wrzenia neonu i w punkcie potrójnym  
tlenu) oraz na podstawie pierwszej pochodnej funkcji  
odchylenia w punkcie potrójnym tlenu, obliczonej  
z równania (8).

W zakresie temperatury od 54,361 K do 90,188 K  
funkcja odchylenia wyrażona jest wielomianem

$$\Delta W_3(T_{68}) = A_3 + B_3 T_{68} + C_3 T_{68}^2 \quad (8)$$

Współczynniki tego wielomianu określa się na pod-  
stawie wartości odchylenia wyznaczonych w punkcie po-  
trójnym tlenu i w punkcie rosy tlenu (lub w punkcie  
potrójnym argonu, p. uwaga 4) do tablicy I oraz na  
podstawie pierwszej pochodnej funkcji odchylenia  
w punkcie rosy tlenu, obliczonej z równania (9).

W zakresie temperatury od 90,188 K do 273,15 K  
funkcja odchylenia wyrażona jest wielomianem

<sup>5)</sup> Istnieją małe nieciągłości funkcji  $d^2W(T_{68})/dT_{68}^2$  w punktach  
łączących różne podzakresy, tj. w 20,28 K, 54,361 K i 90,188 K są  
one jednak tak niewielkie, że w pierwszych dwóch punktach (20,28 K  
i 54,361 K) mogą być nie brane pod uwagę, a w trzecim (90,188 K) są  
zaledwie dostrzegalne w najbardziej dokładnych pomiarach wielkości  
cieplnych.

$$\Delta W_4(T_{68}) = b_4(T_{68} - 273,15 \text{ K}) + e_4(T_{68} - 273,15 \text{ K})^3 \cdot (T_{68} - 373,15 \text{ K}) \quad (9)$$

Współczynniki tego wielomianu określa się na podstawie wartości odchyłek wyznaczonych w punkcie rosy tlenu (lub w punkcie potrójnym argonu, p. uwaga 4) do tablicy I i w punkcie wrzenia wody<sup>6)</sup>.

Zakres temperatury od 0°C (273,15 K) do 630,74°C

W zakresie temperatury od 0°C do 630,74°C temperatura  $t_{68}$  jest określona następującą zależnością

$$t_{68} = t' + 0,045 \left( \frac{t'}{100^\circ\text{C}} \right) \left( \frac{t'}{100^\circ\text{C}} - 1 \right) \left( \frac{t'}{419,58^\circ\text{C}} - 1 \right) \left( \frac{t'}{630,74^\circ\text{C}} - 1 \right) ^\circ\text{C} \quad (10)$$

w którym  $t'$  jest określone równaniem

$$t' = \left\{ \frac{1}{\alpha} [W(t') - 1] + \delta \left( \frac{t'}{100^\circ\text{C}} \right) \left( \frac{t'}{100^\circ\text{C}} - 1 \right) \right\} ^\circ\text{C} \quad (11a)$$

gdzie  $W(t') = \frac{R(t')}{R(0^\circ\text{C})}$ . Stałe  $R(0^\circ\text{C})$ ,  $\alpha$  i  $\delta$  wyznaczone są na podstawie wyników pomiarów oporu w punkcie potrójnym wody, w punkcie wrzenia wody (lub w punkcie krzepnięcia cyny, p. uwaga 5) do tablicy I i w punkcie krzepnięcia cynku.

Równanie (11a) jest równoważne równaniu

$$W(t') = 1 + At' + Bt'^2 \quad (11b)$$

w którym  $A = \alpha(1 + \delta/100^\circ\text{C})$  i  $B = -10^{-4}\alpha\delta^\circ\text{C}^{-2}$

Zakres temperatury od 630,74°C do 1064,43°C

W zakresie temperatury od 630,74°C do 1064,43°C temperatura  $t_{68}$  jest określona za pomocą równania

$$E(t_{68}) = a + bt_{68} + ct_{68}^3 \quad (12)$$

gdzie  $E(t_{68})$  jest siłą termoelektryczną termoelementu etalonowego-PtRh10-Pt, gdy jedna z jego spoin znajduje się w temperaturze 0°C, a druga w temperaturze  $t_{68}$ . Współczynniki  $a$ ,  $b$  i  $c$  wyznacza się na podstawie wartości  $E(t_{68})$  w 630,74°C  $\pm 0,2^\circ\text{C}$  (temperatura wyznaczona za pomocą platynowego czujnika termometru oporowego) oraz wartości  $E(t_{68})$  w punktach krzepnięcia srebra ( $t_{68}(\text{Ag})$ ) i złota ( $t_{68}(\text{Au})$ ).

Czystość platynowego drutu termoelementu etalonowego powinna być taka, aby opór zredukowany  $W(100^\circ\text{C})$  był nie mniejszy niż 1,3920. Nominalny skład masowy drutu platynorodowego powinien być następujący: 10% rodu i 90% platyny. Wartości siły termoelektrycznej  $E(630,74^\circ\text{C})$ ,  $E(t_{68}(\text{Ag}))$  i  $E(t_{68}(\text{Au}))$  termoelementu etalonowego powinny spełniać następującą zależność:

$$E(t_{68}(\text{Au})) = 10334 \mu\text{V} \pm 30 \mu\text{V} \quad (13)$$

$$E(t_{68}(\text{Au})) - E(t_{68}(\text{Ag})) = 1186 \mu\text{V} + 0,17 [E(t_{68}(\text{Au})) - 10334 \mu\text{V}] \pm 3 \mu\text{V} \quad (14)$$

$$E(t_{68}(\text{Au})) - E(630,74^\circ\text{C}) = 4782 \mu\text{V} + 0,63 [E(t_{68}(\text{Au})) - 10334 \mu\text{V}] \pm 5 \mu\text{V} \quad (15)$$

<sup>6)</sup> W przypadku zastosowania jako punktu stałego punktu krzepnięcia cyny (p. uwaga 5) do tablicy I zamiast punktu wrzenia wody, wartości  $W(100^\circ\text{C})$  platynowego czujnika termometru oporowego należy obliczać według równań (10) i (11).

### Zakres temperatury powyżej 1064,43°C

W zakresie temperatury powyżej 1064,43°C (1337,78 K) temperatura  $t_{68} = (T_{68} - 273,15 \text{ K})$  jest zdefiniowana za pomocą równania

$$\frac{L_\lambda(T_{68})}{L_\lambda(T_{68}(\text{Au}))} = \frac{\exp\left[\frac{c_2}{\lambda T_{68}(\text{Au})}\right] - 1}{\exp\left[\frac{c_2}{\lambda T_{68}}\right] - 1} \quad (16)$$

gdzie  $L_\lambda(t_{68})$  i  $L_\lambda(T_{68}(\text{Au}))$  są gęstościami widmowymi luminancji energetycznej promieniowania ciała czarnego promiennika zupełnego przy długości fali w próżni  $\lambda$ , odpowiednio w temperaturze  $T_{68}$  i w temperaturze punktu krzepnięcia złota  $T_{68}(\text{Au})$ ;  $c_2 = 0,014388 \text{ m} \cdot \text{K}$ .

W praktyce nie ma potrzeby precyzowania wartości długości fali, przy jakiej mają być przeprowadzone pomiary, ponieważ  $T_{68}(\text{Au})$  jest wystarczająco bliska temperaturze termodynamicznej punktu krzepnięcia złota, a wartość przypisana  $c_2$  jest wystarczająco bliska rzeczywistej wartości drugiej stałej promieniowania w równaniu Plancka, aby wpływ długości fali na  $T_{68}$  był do pominięcia.

### III. Informacje uzupełniające

Przyrządy, metody oraz sposoby postępowania opisane w tym rozdziale przedstawiają dobry poziom współczesnej praktyki pomiarowej.

#### Termometr oporowy etalonowy

Platynowy termometr oporowy, skonstruowany i używany w niżej podany sposób, zapewnia odpowiednią stabilność i wysoką odtwarzalność skali temperatury.

Opornik termometryczny czujnika termometru powinien być wykonany z drutu platynowego, zaopatrzone w cztery wyprowadzenia i zamontowany bez naprężeń wewnątrz szczelnie zamkniętej rurki (osłony czujnika). Krótkie odcinki wszystkich przewodów wewnętrznych przyłączonych do opornika termometrycznego powinny być wykonane z platyny w celu uniknięcia zanieczyszczeń i nagrzewania spowodowanego zjawiskiem Peltiera. Inne materiały znajdujące się w pobliżu opornika termometrycznego powinny być tak dobrane, aby sprowdzić do minimum zanieczyszczenie platyny. Osłona czujnika powinna być napełniona suchym gazem zawierającym dostateczną ilość tlenu do utlenienia występujących zanieczyszczeń.

Opornik termometryczny powinien być wyżarzony w temperaturze wyższej od założonej maksymalnej temperatury pracy, ale nie niższej niż 450°C. W ten sposób usuwa się większość defektów sieci krystalicznej i stabilizuje stan zanieczyszczeń chemicznych w drucie platynowym. W czasie użytkowania czujnika termometru mogą powstać inne defekty spowodowane udarami mechanicznymi lub szybkim chłodzeniem (hartowaniem), poczynając od temperatur wyższych niż 450°C; defekty te można usunąć za pomocą ponownego wyżarzenia.

Ważne jest, aby czujnik termometru był skonstruowany i użytkowany w sposób zapewniający zminimali-



zowanie błędów spowodowanych prądami upływu w izolatorach, stratami ciepła przez promieniowanie i przewodnictwo oraz grzaniem wywołanym przez przepływający prąd pomiarowy.

Użytecznym kryterium oceny niezawodności czujnika termometru jest stałość jego oporu i oporu zredukowanego w wybranych temperaturach odniesienia. Zmiana tego oporu w punkcie potrójnym wody nie powinna przekraczać wartości odpowiadającej 1 mK (w 0°C) na godzinę użytkowania w temperaturze wyższej niż 200°C i nie powinna przekraczać 1/4 tej wartości w przypadku użytkowania w temperaturze niższej niż 0°C.

#### Termoelement etalonowy

Druty właściwie wykonanego termoelementu etalonowego powinny mieć jednakową na całej długości średnicę mieszczącą się w granicach od 0,35 mm do 0,65 mm. Druty termoelementu powinny być przed użyciem należycie wyżarzone. W tym celu drut platynowy należy wygrzać w temperaturze nie niższej niż 1100°C, a drut platynorodowy w temperaturze 1450°C. Jeżeli wyżarzenia dokonano przed zamontowaniem drutów w rurkach izolacyjnych, wówczas termoelement po zmontowaniu powinien być ponownie wygrzewany w temperaturze co najmniej 1100°C, do chwili ustabilizowania się jego siły elektromotorycznej i wyeliminowania punktowych niejednorodności, wywołanych naprężeniami mechanicznymi. Po zastosowaniu takiej procedury wyżarzenia wartości różnic

$E(t_{68}(\text{Au})) - E(t_{68}(\text{Ag}))$  i  $E(t_{68}(\text{Au})) - E(630,74^\circ\text{C})$  powinny znajdować się w granicach odpowiednio  $\pm 3 \mu\text{V}$  i  $\pm 5 \mu\text{V}$  określonych równaniami (14) i (15). W praktyce jednak podana procedura może okazać się niewystarczająca do zapewnienia dokładności większej niż  $\pm 0,2^\circ\text{C}$  z powodu ciągłych zmian niejednorodności chemicznych i fizycznych tych odcinków drutów, na których występują gradienty temperatury.

#### Ciśnienie

Ciśnienie może być mierzone z wystarczającą dokładnością za pomocą manometru obciążnikowo-tłokowego lub za pomocą hydrostatycznego barometru rtęciowego. Średnia gęstość właściwa czystej rtęci w temperaturze  $t_{68}$ , w słupie barometrycznym, który równoważy mierzone ciśnienie  $p$ , określona jest z wystarczającą dokładnością w zakresie temperatury od 0°C do 40°C i w zakresie ciśnień związanych z tymi pomiarami przez równanie

$$\rho\left(t_{68}, \frac{p}{2}\right) = \frac{\rho(20^\circ\text{C}, p_0)}{\left[1 + A(t_{68} - 20^\circ\text{C}) + B(t_{68} - 20^\circ\text{C})^2\right] \cdot \left[1 - \chi\left(\frac{p}{2} - p_0\right)\right]} \quad (17)$$

gdzie:

$$A = 18\,115 \cdot 10^{-80} \text{C}^{-1},$$

$$B = 0,8 \cdot 10^{-80} \text{C}^{-2},$$

$$\chi = 4 \cdot 10^{-11} \text{Pa}^{-1},$$

$\rho(20^\circ\text{C}, p_0) = 13545,87 \text{ kg/m}^3$  jest gęstością czystej rtęci w  $t_{68} = 20^\circ\text{C}$  pod ciśnieniem  $p_0 = 101325 \text{ Pa}$  (1 atmosfera fizyczna).

Wystarczająco dokładną wartość przyspieszenia ziemskiego miejscowego można otrzymać stosując Międzynarodową Siatkę Grawimetryczną z 1971 r. (IGSN-71) Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej<sup>7)</sup>.

Ciśnienia hydrostatyczne wewnątrz pojemników punktów stałych mają słaby, ale wyraźny wpływ na temperaturę (p. tablica V).

#### Punkt potrójny wody

Temperaturę punktu potrójnego wody można zrealizować w naczyniach szklanych zatopionych, zawierających jedynie wodę o bardzo wysokiej czystości, o składzie izotopowym wody oceanicznej. Na głębokości  $h$  poniżej powierzchni ciecz-para temperatura równowagi  $t_{68}$  między lodem a ciekłą wodą dana jest przez równanie

$$t_{68} = A + Bh \quad (18)$$

gdzie:  $A = 0,01^\circ\text{C}$ ,  $B = -7 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$ . Zalecana metoda przygotowania komórki do punktu potrójnego wody polega na wytworzeniu grubego płaszcza lodowego wokół studni termometru przez oziębienie od wewnątrz studni, a następnie na stopieniu również od wewnątrz studni części płaszcza lodowego wystarczającej do utworzenia nowej powierzchni zetknięcia woda-lód w bezpośrednim sąsiedztwie studni. W ciągu pierwszych godzin po przygotowaniu komórki temperatura mierzona w studni termometru wzrasta dość szybko o kilka dziesięciotysięcznych kelwina, a następnie stabilizuje się w ciągu jednego do trzech dni. Komórka powinna być zabezpieczona przed promieniowaniem. Komórka przygotowana w taki sposób i przechowywana w kąpielu lodowej może utrzymać w ciągu kilku miesięcy temperaturę stałą do 0,1 mK. Różnice między temperaturami właściwie skonstruowanych komórek, pochodzących z różnych źródeł, nie powinny przekraczać 0,2 mK.

Różnice składu izotopowego wody naturalnej powodują wykrywalne różnice w temperaturze punktu potrójnego. Woda oceaniczna zawiera około 0,16 mmol  $^2\text{H}$  na mol  $^1\text{H}$  oraz 0,4 mmol  $^{17}\text{O}$  i 2 mmol  $^{18}\text{O}$  na mol  $^{16}\text{O}$ . Taka zawartość izotopów ciężkich jest praktycznie największa, jaką można spotkać w wodzie naturalnej. Wody kontynentalne powierzchniowe zawierają normalnie około 0,15 mmol  $^2\text{H}$  na mol  $^1\text{H}$ ; woda pochodząca ze śniegów polarnych zawiera niekiedy tylko 0,1 mmol  $^2\text{H}$  na mol  $^1\text{H}$ .

Skład izotopowy wody może być nieco zmodyfikowany przez jej oczyszczanie, a przy powierzchni zetknięcia woda-lód zależy w pewnym stopniu od techniki zamrażania.

Wzrost zawartości  $^2\text{H}$  o 10  $\mu\text{mol}$  na mol  $^1\text{H}$  odpowiada wzrostowi temperatury punktu potrójnego o 40  $\mu\text{K}$ ; taka jest właśnie różnica między temperaturami punktów potrójnych uzyskanych przy zastosowaniu wody oceanicznej i wody występującej na powierzchni kontynentów. Największa różnica między temperaturami punktu potrójnego wód naturalnych wynosi 0,25 mK.

#### Punkt potrójny, punkt 17,042 K i punkt wrzenia wodoru w równowadze

Wodór występuje w dwóch odmianach molekularnych, oznaczonych przedrostkami „orto” i „para”. Skład

<sup>7)</sup> Protokoły z Posiedzeń Międzynarodowego Komitetu Miar w 1972 r. (zalecenie 2).

mieszaniny orto-para w równowadze zależy od temperatury. W temperaturze pokojowej występuje około 75% ortowodoru i 25% parawodoru („wodór naturalny“). Podczas skraplania skład ten zmienia się powoli w czasie i zachodzą odpowiednie zmiany właściwości fizycznych. W punkcie wrzenia skład równowagi charakteryzuje się zawartością 0,21% ortowodoru i 99,79% parawodoru, a temperatura jest niższa od temperatury wrzenia „wodoru normalnego“ o około 0,12 K. Wyrażenie „wodór w równowadze“ oznacza w niniejszym opracowaniu wodór, którego skład orto-para odpowiada równowadze między obu odmianami w danej temperaturze. W celu uniknięcia podczas realizacji tych punktów stałych błędów spowodowanych nie określonym składem wodoru, wskazana jest stała obecność katalizatora takiego, jak aktywowany wodorotlenek żelazowy, aby utrzymać w sposób ciągły skład równowagi wodoru.

Wskutek frakcjonowania izotopów, pomiędzy punktem rosy (znikomo mała część cieczy) a punktem wrzenia (znikomo mała część pary) wodoru w równowadze istnieje różnica około 0,4 mK. Normalny skład izotopowy wodoru wynosi 0,15 mmol  $^2\text{H}$  na mol  $^1\text{H}$ .

W zakresie temperatury od 13,81 K do 23 K temperaturę  $T_{68}$  jako funkcję prężności pary wodoru w równowadze określa z dokładnością do kilku milikelwinów równanie

$$\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2 \quad (19)$$

gdzie:

$$A = 1,711466,$$

$$B = -44,01046 \text{ K},$$

$$C = 0,0235909 \text{ K}^{-1},$$

$$D = -0,000048017 \text{ K}^{-2}.$$

#### Punkt wrzenia neonu

Normalny skład izotopowy neonu wynosi 2,7 mmol  $^{21}\text{Ne}$  i 92 mmol  $^{22}\text{Ne}$  na 0,905 mol  $^{20}\text{Ne}$ . Podobnie jak w przypadku wodoru istnieje różnica około 0,4 mK pomiędzy punktem rosy a punktem wrzenia neonu normalnego.

W zakresie temperatury od 27 K do 27,2 K temperaturę  $T_{68}$  w funkcji prężności pary neonu określa z niedokładnością  $\pm 0,2$  mK równanie

$$T_{68} = \left[ 27,102 + 3,3144 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 1,24 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 0,74 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{K} \quad (20)$$

#### Punkt potrójny argonu

Zanieczyszczenia takie jak  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  i  $\text{CH}_4$  o zawartości  $1 \cdot 10^{-6}$  zmieniają temperaturę równowagi o  $\sim 30 \mu\text{K}$ .

#### Punkt potrójny i punkt rosy tlenu

Wskazane jest w tym przypadku realizowanie punktu rosy zamiast punktu wrzenia, ponieważ punkt rosy stosunkowo mało zależy od stopnia zanieczyszczenia substancjami lotnymi.

Należy szczególnie unikać zanieczyszczenia argonem, ponieważ może on obniżyć punkt rosy bez dostrzegalnej zmiany różnicy temperatury pomiędzy punktem rosy a punktem wrzenia, która to różnica służy zwykle za przybliżony wskaźnik poziomu zanieczyszczeń.

W zakresie temperatury od 90,1 K do 90,3 K temperaturę  $T_{68}$  jako funkcję prężności pary tlenu określa z niedokładnością  $\pm 0,1$  mK równanie

$$T_{68} = \left[ 90,188 + 9,5648 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 3,69 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 2,22 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{K} \quad (21)$$

#### Punkt wrzenia wody

W zakresie temperatury od 99,9°C do 100,1°C temperaturę  $t_{68}$  jako funkcję prężności pary wodnej określa z niedokładnością  $\pm 0,1$  mK równanie

$$t_{68} = \left[ 100 + 28,0216 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 11,642 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 7,1 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] ^\circ\text{C} \quad (22)$$

Należy stosować wodę o składzie izotopowym wody oceanicznej. Zmiana zawartości  $^2\text{H}$  w wodzie powoduje zmianę temperatury punktu wrzenia wody w tym samym kierunku, lecz trzykrotnie mniejszą niż w przypadku temperatury punktu potrójnego.

#### Punkty krzepnięcia cyny i cynku

Można zrealizować dobrze odtwarzalne temperatury obserwując płaską część krzywej obrazującej zależność temperatury od czasu podczas powolnego krzepnięcia metali o wysokiej czystości.

Przy określaniu punktów krzepnięcia opornik termometryczny czujnika termometru powinien być w jak najlepszym kontakcie oraz w równowadze termicznej z powierzchnią zetknięcia ciała stałego z cieczą; wkrótce po rozpoczęciu krystalizacji (powstaniu zarodków krystalizacji) powstaje zakrzepła powłoka, która narasta poczynając od ścianki tygla, lub wytwarza się płaszcz zakrzepłego metalu na studni termometru.

Temperatura równowagi między metalem stałym a ciekłym zmienia się nieco wraz z ciśnieniem. Wartości tych zmian są przedstawione w tablicy V.

#### Punkt krzepnięcia srebra i złota

Temperatury równowagi między fazami stałą a ciekłą srebra i złota można realizować w zamkniętych tyglach wykonanych ze sztucznego grafitu o wysokiej czystości, z materiału ceramicznego lub ze szkła krzemionkowego. Punkt krzepnięcia srebra obniżany jest przez stosunkowo niewielkie ilości tlenu, który może być rozpuszczony w fazie ciekłej. W związku z tym proces topnienia srebra powinien przebiegać w atmosferze obojętnej lub redukującej.

#### Temperatury odniesienia wtórne

Oprócz punktów stałych definicyjnych MPST-68 przedstawionych w tablicy I dysponuje się innymi temperaturami odniesienia. Niektóre z tych temperatur przedstawione są w tablicy VI.

Tabela I

Punkty stałe definicyjne MPST-68<sup>1)</sup>

Stan równowagi	Przyporządkowana wartość Temperatury Międzynarodowej Praktycznej	
	$T_{68}$ (K)	$t_{68}$ (°C)
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową wodoru w równowadze (punkt potrójny wodoru w równowadze) <sup>2)</sup>	13,81	-259,34
Równowaga między fazą ciekłą a gazową wodoru w równowadze pod ciśnieniem 33 330,6 Pa (25/76 atmosfery fizycznej) <sup>2), 3)</sup>	17,042	-236,108
Równowaga między fazą ciekłą a gazową wodoru w równowadze (punkt wrzenia wodoru w równowadze) <sup>2), 3)</sup>	20,28	-252,87
Równowaga między fazą ciekłą a gazową neonu (punkt wrzenia neonu) <sup>3)</sup>	27,102	-246,048
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową tlenu (punkt potrójny tlenu)	54,361	-218,789
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową argonu (punkt potrójny argonu) <sup>4)</sup>	83,798	-189,352
Równowaga między fazą ciekłą a gazową tlenu (punkt rosy tlenu) <sup>3), 4)</sup>	90,188	-182,962
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową wody (punkt potrójny wody)	273,17	0,01
Równowaga między fazą ciekłą a gazową wody (punkt wrzenia wody) <sup>5)</sup>	373,15	100
Równowaga między fazą stałą a ciekłą cyny (punkt krzepnięcia cyny) <sup>5)</sup>	505,118 1	231,968 1
Równowaga między fazą stałą a ciekłą cynku (punkt krzepnięcia cynku)	692,73	419,58
Równowaga między fazą stałą a ciekłą srebra (punkt krzepnięcia srebra)	1 235,08	961,93
Równowaga między fazą stałą a ciekłą złota (punkt krzepnięcia złota)	1 337,58	1 064,43

1) Z wyjątkiem punktów potrójnych i jednego punktu wodoru w równowadze (17,042K) przyporządkowane wartości temperatur odnoszą się do stanów równowagi pod ciśnieniem  $p_0 = 101\,325$  Pa (1 atmosfera fizyczna). Wpływ niewielkich odchyłeń od tego ciśnienia przedstawiony jest w tabelicy V. W przypadku gdy różny skład izotopowy mógłby w sposób istotny wpłynąć na temperaturę punktu stałego, powinien być stosowany skład wyszczególniony w rozdziale III.

2) Pojęcie wodoru w równowadze zdefiniowane jest w rozdziale III.

3) Frakcjonowanie izotopów lub zanieczyszczenia dyktuje stosowanie punktu wrzenia (znikomo mała część pary) dla wodoru i neonu oraz punktu rosy (znikomo mała część cieczy) dla tlenu (p. rozdział III).

4) Zamiast punktu rosy tlenu można stosować punkt potrójny argonu.

5) Zamiast punktu wrzenia wody może być stosowany punkt krzepnięcia cyny  $t = 231,929\ 2^\circ\text{C}$  (p. równanie (10)).

Tabela II

Współczynniki  $a_j$  funkcji odniesienia dla platynowych czujników termometrów oporowych w zakresie temperatury od 13,81 K do 273,15 K

$j$	$a_j$	$j$	$a_j$
0	38,592 76	10	239,502 85
1	43,448 37	11	524,649 44
2	39,108 87	12	-319,799 81
3	38,693 52	13	-787,606 86
4	32,568 83	14	179,547 82
5	24,701 58	15	700,428 32
6	53,038 28	16	29,486 66
7	77,357 67	17	-335,243 78
8	-95,751 03	18	-77,256 60
9	-223,528 92	19	66,762 92
		20	24,449 11

W  $T_{68} = 373,15$  K wartość  $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$  jest równa 1,392 596 68.

W  $T_{68} = 273,15$  K funkcja odniesienia  $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ , jej pierwsza i druga pochodna, mają odpowiednio takie same wartości jak funkcja  $W(t_{68})$ , określona za pomocą równania (10) i (11) dla  $\alpha = 3,925\,966\,8 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

i  $\delta = 1,496\,334 \text{ } ^\circ\text{C}$  oraz jej pierwsza i druga pochodna.

W Międzynarodowym Biurze Miar (Bureau International des Poids et Mesures, F-92310 SEVRES, France) można uzyskać tabelę tej funkcji odniesienia, dostatecznie szczegółową, aby móc przeprowadzać liniową interpolację z dokładnością 0,1 mK. Wyciąg z tej tabeli podany jest w tabeli III.

Tablica III

Wartości  $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ , według równania (5), dla całkowitych wartości  $T_{68}$ 

$T_{68}$ K	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$
		55	0,094 475 19	100	0,286 302 04	145	0,477 696 81
		56	0,098 423 37	101	0,290 621 57	146	0,481 884 56
		57	0,102 407 77	102	0,294 938 40	147	0,486 069 86
13	0,001 230 63	58	0,106 425 83	103	0,299 252 43	148	0,490 252 74
14	0,001 459 74	59	0,110 475 06	104	0,303 563 60	149	0,494 433 23
15	0,001 745 42	60	0,114 553 15	105	0,307 871 85	150	0,498 611 35
16	0,002 094 75	61	0,118 657 89	106	0,312 177 13	151	0,502 787 12
17	0,002 515 12	62	0,122 787 20	107	0,316 479 38	152	0,506 960 59
18	0,003 014 29	63	0,126 939 14	108	0,320 778 58	153	0,511 131 76
19	0,003 599 62	64	0,131 111 86	109	0,325 074 68	154	0,515 300 67
20	0,004 277 80	65	0,135 303 64	110	0,329 367 66	155	0,519 467 34
21	0,005 054 94	66	0,139 512 87	111	0,333 657 50	156	0,523 631 80
22	0,005 936 66	67	0,143 738 04	112	0,337 944 18	157	0,527 794 06
23	0,006 928 05	68	0,147 577 72	113	0,342 227 69	158	0,531 954 16
24	0,008 033 15	69	0,152 230 60	114	0,346 508 02	159	0,536 112 11
25	0,009 255 05	70	0,156 495 43	115	0,350 785 17	160	0,540 267 95
26	0,010 595 85	71	0,160 771 07	116	0,355 059 14	161	0,544 421 68
27	0,012 056 90	72	0,165 056 44	117	0,359 329 93	162	0,548 573 33
28	0,013 639 02	73	0,169 350 52	118	0,363 597 55	163	0,552 722 93
29	0,015 342 62	74	0,173 652 39	119	0,367 862 01	164	0,556 870 49
30	0,017 167 67	75	0,177 961 17	120	0,372 123 32	165	0,561 016 04
31	0,019 113 64	76	0,182 276 04	121	0,376 381 49	166	0,565 159 59
32	0,021 179 46	77	0,186 596 26	122	0,380 636 54	167	0,569 301 16
33	0,023 363 45	78	0,190 921 11	123	0,384 888 49	168	0,573 440 78
34	0,025 663 36	79	0,195 249 93	124	0,389 137 36	169	0,577 578 46
35	0,028 076 45	80	0,199 582 13	125	0,393 383 17	170	0,581 714 21
36	0,030 599 53	81	0,203 917 13	126	0,397 625 94	171	0,585 848 06
37	0,033 229 13	82	0,208 254 41	127	0,401 865 69	172	0,589 980 02
38	0,035 961 58	83	0,212 593 49	128	0,406 102 45	173	0,594 110 12
39	0,038 793 05	84	0,216 933 90	129	0,410 336 25	174	0,598 238 36
40	0,041 719 69	85	0,221 275 23	130	0,414 567 11	175	0,602 364 76
41	0,044 737 61	86	0,225 617 10	131	0,418 795 06	176	0,606 489 34
42	0,047 842 92	87	0,229 959 15	132	0,423 020 13	177	0,610 612 12
43	0,051 031 77	88	0,234 301 04	133	0,427 242 34	178	0,614 733 10
44	0,054 300 35	89	0,238 642 47	134	0,431 461 73	179	0,618 852 30
45	0,057 644 87	90	0,242 983 17	135	0,435 678 32	180	0,622 969 74
46	0,061 061 59	91	0,247 322 86	136	0,439 892 14	181	0,627 085 43
47	0,064 546 82	92	0,251 661 33	137	0,444 103 22	182	0,631 199 38
48	0,068 096 93	93	0,255 998 34	138	0,448 311 59	183	0,635 311 61
49	0,071 708 34	94	0,260 333 69	139	0,452 517 29	184	0,639 422 13
50	0,075 377 58	95	0,264 667 22	140	0,456 720 33	185	0,643 530 95
51	0,079 101 22	96	0,268 998 74	141	0,460 920 75	186	0,647 638 08
52	0,082 875 95	97	0,273 328 12	142	0,465 118 58	187	0,651 743 54
53	0,086 698 57	98	0,277 655 20	143	0,469 313 85	188	0,655 847 33
54	0,090 565 98	99	0,281 979 88	144	0,473 506 58	189	0,659 949 47

cd. tablicy III

$T_{68}$ K	$W_{CCT-68}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{CCT-68}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{CCT-68}(T_{68})$	$T_{68}$ K	$W_{CCT-68}(T_{68})$
190	0,664 049 98	211	0,749 798 46	232	0,834 904 59	253	0,919 422 71
191	0,668 148 85	212	0,753 865 19	233	0,838 942 24	254	0,923 433 40
192	0,672 246 10	213	0,757 930 48	234	0,842 978 57	255	0,927 442 85
193	0,676 341 74	214	0,761 994 32	235	0,847 013 57	256	0,931 451 05
194	0,680 435 78	215	0,766 056 74	236	0,851 047 26	257	0,935 458 02
195	0,684 528 24	216	0,770 117 73	237	0,855 079 64	258	0,939 463 74
196	0,688 619 11	217	0,774 177 30	238	0,859 110 71	259	0,943 468 23
197	0,692 708 41	218	0,778 235 46	239	0,863 140 48	260	0,947 471 48
198	0,696 796 15	219	0,782 292 21	240	0,867 168 95	261	0,951 473 51
199	0,700 882 34	220	0,786 347 56	241	0,871 196 12	262	0,955 474 29
200	0,704 966 98	221	0,790 401 52	242	0,875 222 01	263	0,959 473 85
201	0,709 050 09	222	0,794 454 09	243	0,879 246 61	264	0,963 472 19
202	0,713 131 67	223	0,798 505 27	244	0,883 269 93	265	0,967 469 29
203	0,717 211 73	224	0,802 555 08	245	0,887 291 97	266	0,971 465 17
204	0,721 290 28	225	0,806 603 51	246	0,891 312 73	267	0,975 459 82
205	0,725 367 32	226	0,810 650 58	247	0,895 332 23	268	0,979 453 25
206	0,729 442 87	227	0,814 696 29	248	0,899 350 46	269	0,983 445 45
207	0,733 516 94	228	0,818 740 64	249	0,903 367 42	270	0,987 436 43
208	0,737 589 52	229	0,822 783 64	250	0,907 383 13	271	0,991 426 18
209	0,741 660 63	230	0,826 825 29	251	0,911 397 57	272	0,995 414 71
210	0,745 730 27	231	0,830 865 61	252	0,915 410 77	273	0,999 402 01

Tablica IV

Wartości  $W_{CCT-68}(T_{68})$  w temperaturach punktów stałych według danych przytoczonych w tablicy II

Punkt stały	$T_{68}$ (K)	$t_{68}$ (°C)	$W_{CCT-68}$
Punkt potrójny wodoru w równowadze	13,81	-259,34	0,001 412 08
Punkt 17,042 K wodoru w równowadze	14,042	-256,108	0,002 534 45
Punkt wrzenia wodoru w równowadze	20,28	-252,87	0,004 458 17
Punkt wrzenia neonu	27,102	-246,048	0,012 212 72
Punkt potrójny tlenu	54,361	-218,789	0,091 972 53
Punkt potrójny argonu	83,798	-189,352	0,216 057 05
Punkt rosy tlenu	90,188 273,15	-182,962 0	0,243 799 12 1
Punkt wrzenia wody	373,15	100	1,392 596 68

Tablica V

Wpływ ciśnienia na temperatury niektórych stałych punktów definicyjnych i wtórnych punktów odniesienia

Substancje	$T_{68} (K)$	Współczynnik ciśnienia	
		milikelwiny na atmosferę fizyczną	milikelwiny na metr cieczy
Wartość przyporządkowana temperaturze równowagi			
Wodór w równowadze	13,81 *)	34	0,25
Tlen	54,361 *)	12	1,5
Argon	83,798 *)	25	3,3
Woda	273,16 *)	-7,5	-0,7
Cyna	505,118 1***)	3,3	2,2
Cynk	692,73***)	4,3	2,7
Srebro	1 235,08***)	6,0	5,4
Złoto	1 337,58***)	6,1	10

cd. tablicy

Substancje	$T_{68} (K)$	Współczynnik ciśnienia	
		milikelwiny na atmosferę fizyczną	milikelwiny na metr cieczy
Zalecana wartość temperatury równowagi			
Neon	24,561*)	16	1,9
Rtęć	234,314***)	5,4	7,1
Ind	429,784***)	4,9	3,3
Bismut	544,592***)	-3,5	-3,4
Kadm	594,258***)	6,2	4,8
Ołów	600,652***)	8,0	8,2
Antymon	903,905***)	0,85	0,5

\*) Punkt potrójny  
 \*\*) Punkt krzepnięcia pod ciśnieniem 101 325 Pa (1 atmosfera fizyczna)

Tablica VI

Punkty odniesienia wtórne 1)

Stan równowagi 2)	Temperatura Międzynarodowa Praktyczna	
	$T_{68} (K)$	$t_{68} (°C)$
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową wodoru normalnego (punkt potrójny wodoru normalnego)	13,956	-259,194
Równowaga między fazą ciekłą a gazową wodoru normalnego (punkt wrzenia wodoru normalnego)	20,397	-252,753
$\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2 \quad (23)$ <p><math>A = 1,734 791</math>                      <math>B = -44,623 68 K</math>  <math>C = 0,023 186 9 K^{-1}</math>              <math>D = -0,000 048 017 K^{-2}</math></p> w zakresie temperatury od 13,956 K do 30 K.		
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową neonu (punkt potrójny neonu)	24,561	-248,589
Równowaga między fazą ciekłą a gazową neonu $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2 \quad (24)$ <p><math>A = 4,611 52</math>                      <math>B = -106,385 1 K</math>  <math>C = -0,036 833 1 K^{-1}</math>              <math>D = 4,248 92 \times 10^{-4} K^{-2}</math></p> w zakresie temperatury od 24,561 K do 40 K.		
Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową azotu (punkt potrójny azotu)	63,146	-210,004
Równowaga między fazą ciekłą a gazową azotu (punkt wrzenia azotu)	77,344	-195,806
$\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + C \lg \frac{T_{68}}{T_0} + DT_{68} + ET_{68}^2 \quad (25)$		



Stan równowagi <sup>2)</sup>	Temperatura Międzynarodowa Praktyczna	
	$T_{68}$ (K)	$t_{68}$ (°C)
<p> <math>A = 5,893\,271</math>                      <math>B = -403,960\,46\text{ K}</math>  <math>C = -2,366,8</math>                      <math>D = -0,014\,281\,5\text{ K}^{-1}</math>  <math>E = 72,587\,2 \times 10^{-6}\text{ K}^{-2}</math>      <math>T_0 = 77,344\text{ K}</math>  w zakresie temperatury od 63,146 K do 84 K.  Równowaga między fazą ciekłą a gazową argonu (punkt wrzenia argonu)  Równowaga między fazą ciekłą a gazową tlenu <sup>+</sup> </p> $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + C \lg \frac{T_{68}}{T_0} + DT_{68} + ET_{68}^2 \quad (26)$ <p> <math>A = 5,961\,546</math>                      <math>B = -467,455\,76\text{ K}^{-1}</math>  <math>C = -1,664\,512</math>                      <math>D = -0,013\,213\,01\text{ K}</math>  <math>E = 50,804\,1 \times 10^{-6}\text{ K}^{-2}</math>      <math>T_0 = 90,188\text{ K}</math>  w zakresie temperatury od 54,361 K do 94 K.  Równowaga między fazą stałą a gazową dwutlenku węgla (punkt sublimacji dwutlenku węgla) </p> $T_{68} = \left[ 194,674 + 12,264 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 9,15 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 \right] \text{K} \quad (27)$ <p> w zakresie temperatury od 194 K do 195 K.  Równowaga między fazą stałą a ciekłą rtęci (punkt krzepnięcia rtęci) <sup>2)</sup>  Równowaga między lodem a wodą nasyconą powietrzem (punkt krzepnięcia wody) <sup>4)</sup>  Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową fenoksybenzenu (tlenku dwufenylu) (punkt potrójny fenoksybenzenu)  Równowaga między fazą stałą, ciekłą a gazową kwasu benzooesowego (punkt potrójny kwasu benzooesowego)  Równowaga między fazą stałą a ciekłą indu (punkt krzepnięcia indu) <sup>3)</sup>  Równowaga między fazą stałą a ciekłą bizmutu (punkt krzepnięcia bizmutu) <sup>3)</sup>  Równowaga między fazą stałą a ciekłą kadmu (punkt krzepnięcia kadmu) <sup>3)</sup>  Równowaga między fazą stałą a ciekłą ołowiu (punkt krzepnięcia ołowiu) <sup>3)</sup>  Równowaga między fazą ciekłą a gazową rtęci (punkt wrzenia rtęci) </p> $t_{68} = \left[ 356,66 + 55,552 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 23,03 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 14,0 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{°C} \quad (28)$ <p>dla <math>p</math> od 90 kPa do 104 kPa  Równowaga między fazą ciekłą a gazową siarki (punkt wrzenia siarki) </p> $t_{68} = \left[ 444,674 + 69,010 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) - 27,48 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 19,14 \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{°C} \quad (29)$ <p>dla <math>p</math> od 90 kPa do 104 kPa</p>	<p>87,294</p> <p>194,674</p> <p>234,314</p> <p>273,15</p> <p>300,02</p> <p>395,52</p> <p>429,784</p> <p>544,592</p> <p>594,258</p> <p>600,652</p> <p>629,81</p> <p>717,824</p>	<p>-185,856</p> <p>-78,476</p> <p>-38,836</p> <p>0</p> <p>26,87</p> <p>122,37</p> <p>156,634</p> <p>271,442</p> <p>321,108</p> <p>327,502</p> <p>356,66</p> <p>444,674</p>

cd. tablicy VI

Stan równowagi <sup>2)</sup>	Temperatura Międzynarodowa Praktyczna	
	$T_{68}$ (K)	$t_{68}$ (°C)
Równowaga między fazą stałą a ciekłą eutektyki miedź-aluminium	821,41	548,26
Równowaga między fazą stałą a ciekłą antymonu (punkt krzepnięcia antymonu) <sup>3)</sup>	903,905	630,755
Równowaga między fazą stałą a ciekłą aluminium (punkt krzepnięcia aluminium)	933,61	660,46
Równowaga między fazą stałą a ciekłą miedzi (punkt krzepnięcia miedzi)	1 358,03	1 084,88
Równowaga między fazą stałą a ciekłą niklu (punkt krzepnięcia niklu)	1 728	1 455
Równowaga między fazą stałą a ciekłą kobaltu (punkt krzepnięcia kobaltu)	1 768	1 495
Równowaga między fazą stałą a ciekłą palladu (punkt krzepnięcia palladu)	1 827	1 554
Równowaga między fazą stałą a ciekłą platyny (punkt krzepnięcia platyny)	2 042	1 769
Równowaga między fazą stałą a ciekłą rodu (punkt krzepnięcia rodu)	2 236	1 963
Równowaga między fazą stałą a ciekłą tlenku aluminium $Al_2O_3$ (temperatura topnienia tlenku aluminium)	2 327	2 054
Równowaga między fazą stałą a ciekłą irydu (punkt krzepnięcia irydu)	2 720	2 447
Równowaga między fazą stałą a ciekłą niobu (temperatura topnienia niobu)	2 750	2 477
Równowaga między fazą stałą a ciekłą molibdenu (temperatura topnienia molibdenu)	2 896	2 623
Równowaga między fazą stałą a ciekłą wolframu (temperatura topnienia wolframu)	3 695	3 422

1) Temperatury podane w tej tablicy są najlepsze z osiągalnych w chwili sporządzania zestawienia danych. Przyporządkowanie dokładności tym wartościom temperatur nie jest obecnie możliwe; błędy mogą dochodzić do kilku jednostek na ostatniej podanej cyfrze. Oszacowanie dokładności tych wartości temperatur będzie dokonywane i należy spodziewać się, że będzie publikowane od czasu do czasu pod patronatem Międzynarodowego Komitetu Miar.

2) Stany równowagi podane są w tej tablicy dla ciśnienia  $p_0 = 101\,325$  Pa (1 atmosfera fizyczna) z wyjątkiem punktów potrójnych i przypadków, gdzie przedział ciśnienia jest wyraźnie wskazany.

3) Patrz tablica V, w której podano wpływ zmian ciśnienia na ten punkt krzepnięcia.

4) Punkt lodu jest bardzo dobrym przybliżeniem temperatury określanej jako temperatura niższa o 10 mK od punktu potrójnego wody.

Tablica VII.

Przybliżone różnice ( $t_{68} - t_{48}$ ) w kelwinachZakres od  $-180^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$ 

$t_{68}$ (°C)	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-100	+0,022	+0,013	+0,003	-0,006	-0,013	-0,013	-0,005	+0,007	+0,012		
-0	0,000	+0,006	+0,012	+0,018	+0,024	+0,029	+0,032	+0,034	+0,033	+0,029	+0,022

Zakres od 0°C do 1 070°C

cd. tabl. VII

$t_{68}(^{\circ}\text{C})$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0,000	-0,004	-0,007	-0,009	-0,010	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,003	0,000
100	0,000	+0,004	+0,007	+0,012	+0,016	+0,020	+0,025	+0,029	+0,034	+0,038	+0,043
200	0,043	0,047	0,051	0,054	0,058	0,061	0,064	0,067	0,069	0,071	0,073
300	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,076	0,076
400	0,076	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,075	0,076	0,077	0,079
500	0,079	0,082	0,085	0,089	0,094	0,100	0,108	0,116	0,126	0,137	0,150
600	0,150	0,165	0,182	0,200	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
700	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,67
800	0,67	0,70	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95
900	0,95	0,98	1,01	1,04	1,07	1,10	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24
1 000	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,44			

Zakres od 1 100°C do 4 000°C

$t_{68}(^{\circ}\text{C})$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
1 000		1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
2 000	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	5,6	5,9
3 000	5,9	6,2	6,5	6,9	7,2	7,5	7,9	8,2	8,6	9,0	9,3



POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

M E T R O L O G I A P R A W N A

**Przepisy o legalizacji  
i sprawdzaniu  
narzędzi pomiarowych**

**3,872/1**

Załącznik nr 5 do Dziennika Normalizacji i Miar nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

**ZARZĄDZENIE NR 52**  
**PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI**  
z dnia 22 grudnia 1983 r.  
w sprawie ustalenia przepisów o polarymetrach i sacharymetrach

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) zarządza się, co następuje:

**Postanowienia ogólne**

§ 1.1. Ustala się przepisy o polarymetrach i sacharymetrach kontrolnych i użytkowych.

2. Ilekroć w przepisach mowa o polarymetrach należy przez to rozumieć również sacharymetry, jeżeli przepisy nie stanowią inaczej.

**Określenia**

§ 2.1. Polarymetr jest to przyrząd służący do pomiaru kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji gazów, cieczy i ciał stałych.

2. Sacharymetr jest to polarymetr z podziałką wyzorcowaną w stopniach Międzynarodowej Skali Cukrowej, oznaczanej dalej w skrócie przez MSC, przeznaczony do pomiaru stężenia cukru w roztworze wodnym.

3. Wielkością mierzoną za pomocą polarymetru jest kąt skręcania płaszczyzny polaryzacji albo inna wielkość fizyczna, będąca jednoznacznie funkcją kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji np. stężenie roztworu.

4. Warunki pomiaru kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji określają: temperatura pomiaru, długość rurki polarymetrycznej i długość fali światła użytego do pomiaru.

5. Warunki odniesienia polarymetru są określone przez temperaturę pomiaru, długość fali światła użytego do pomiaru i długość rurki polarymetrycznej.

6. Zależność kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji od temperatury i długości fali światła przy określonej długości rurki polarymetrycznej (długości próbki mierzonej) oznacza się symbolem  $\alpha_{\lambda}^t$ , gdzie:  $t$  — temperatura pomiaru,  $\lambda$  — długość fali światła użytego do pomiaru.

Np. Symbol  $\alpha_D^{20}$  oznacza kąt skręcania płaszczyzny polaryzacji w temperaturze 20°C i świetle sodowym o długości fali 589 nm.

7. Stężenie cukru w stopniach MSC oznacza się symbolem °S.

8. Punkt 100°S odtwarza się przez skręcenie optyczne  $\alpha$ , któremu ulega spolaryzowane światło zielonej linii izotopu rtęci 198 (198 Hg) przy przechodzeniu przez warstwę roztworu cukru w wodzie czystej, zawierającego 26,0160 g (w próżni) czystej sacharozy w 100 cm<sup>3</sup> roztworu w temperaturze 20°C, jeżeli grubość warstwy wynosi 200 mm.

9. Wartość 26,0160 g cukru w próżni odpowiada wartości 26,000 g cukru zważonego w powietrzu przy użyciu odważników mosiężnych (o gęstości 8,4 kg/cm<sup>3</sup>) w warunkach odniesienia: ciśnienie 101 325 Pa, temperatura 20°C, wilgotność względna powietrza 50%, gęstość powietrza  $\rho = 1,2$  kg/m<sup>3</sup>.

10. Długość fali w próżni dla zielonej linii izotopu rtęci 198 wynosi

$$\lambda_{\text{vac}}^{198\text{Hg}} = 546,2271 \text{ nm}$$

11. Kąt skręcania płaszczyzny polaryzacji dla warstwy „normalnego” roztworu sacharozy o grubości 200 mm wynosi

$$\alpha_{546,2271 \text{ nm}}^{20^\circ\text{C}} = 40,765^\circ \pm 0,001^\circ$$

12. Punkt 0°S został ustalony jako wskazanie sacharymetru dla wody czystej.

13. Punkty pośrednie między 0°S a 100°S wyznacza się korzystając z zależności liniowej między stężeniem cukru a stopniami MSC.

14. Jeżeli światło monochromatyczne ma długość fali inną niż 546,2271 nm, to punkt 100°S określa się za pomocą kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji  $\alpha_{\lambda}$  w tych samych warunkach odniesienia: temperatura 20°C i grubość warstwy 200 mm i oblicza się ze wzoru

$$\frac{\alpha_{\lambda}}{\alpha_{546 \text{ 2271 nm}}} = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4} + \frac{d}{\lambda^8}$$

gdzie:

$\lambda$  — długość fali światła w próżni wyrażona w nanometrach (nm),

- $a - -1,7982 \cdot 10^{-3}$ ,  
 $b - +2,765318 \cdot 10^{-5}$ ,  
 $c - +6,55736 \cdot 10^9$ ,  
 $d - +1,03825 \cdot 10^{19}$ .

15. Dla żółtego światła sodu spektralnie czystego, dla którego przyjmuje się jako środek ciężkości optycznej długość fali światła w próżni  $\lambda_{vac} = 589,4400$  nm, kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla 100°S wynosi

$$\alpha_{589,4400}^{20^\circ C} = 34,616^\circ \pm 0,001^\circ.$$

16. Kwarcowa płytką kontrolna nazywa się „normalną“, jeżeli jej kąt skręcania jest równy kątowi skręcania roztworu „normalnego“ cukru w warunkach odniesienia.

17. Płytką kwarcową przeznaczoną do sprawdzania sacharymetrów działających na zasadzie kompensatora kwarcowego i oświetlonych żarówką z filtrem o efektywnej długości fali 587 nm ma wartość 100°S, jeżeli wartości kątów skręcania wynoszą:

- 1)  $\alpha_{546,2271 \text{ nm}}^{20^\circ C} = 40,692^\circ$ ,
- 2)  $\alpha_{589,4400 \text{ nm}}^{20^\circ C} = 34,619^\circ$ .

#### Jednostki miar

§ 3. W zależności od wielkości mierzonej dopuszcza się następujące jednostki miar, w których mogą być wywzorcowane podziałki polarymetrów:

- 1) stopień kątowy (...°) — dla kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji,
- 2) stopień MSC (°S) — dla stężenia cukru w roztworze wodnym.

#### Warunki odniesienia

§ 4.1. Warunki odniesienia ustala się dla:

- 1) sacharymetrów,
- 2) polarymetrów o podwójnej podziałce wywzorcowanej w stopniach kątowych i w stopniach MSC.

2. W przypadku polarymetrów wymienionych w ust. 1 pkt 2 należy podać, dla jakiej długości fali obowiązuje podziałka wywzorcowana w °S.

Zaleca się długość fali zielonej linii rtęci  $\lambda_{Hg}^{H_g} = 546,2271$  nm oraz długość fali środka ciężkości optycznej żółtego światła sodu  $\lambda_{vac}^{Na} = 589,4400$  nm, przy czym wartości te w powietrzu przyjęto jako

$$\lambda_{Hg} = 546,1 \text{ nm}$$

i

$$\lambda_{Na} = 589,3 \text{ nm}.$$

3. W przypadku sacharymetrów działających na zasadzie kompensatora kwarcowego zaleca się stosowanie żarówki z filtrem o efektywnej długości fali 587 nm.

4. Pozostałe warunki odniesienia:

- 1) długość rurki polarymetrycznej 200 mm,
- 2) temperatura 20°C.

#### Zakres stosowania

§ 5.1. Polarymetry o pojedynczej podziałce, wywzorcowanej w stopniach kątowych, mogą być stosowane

dla różnych wartości temperatury, długości fali i długości rurki polarymetrycznej.

2. Sacharymetry mogą być stosowane tylko w warunkach odniesienia podanych w § 4.

3. Jeżeli długość rurki polarymetrycznej różni się od 200 mm, otrzymany wynik pomiaru należy przeliczyć postępując się wzorem:

$$x : y = l_1 : l_2$$

gdzie:  $x$  — wynik pomiaru w °S dla rurki o długości  $l_1 = 200$  mm,

$y$  — wynik pomiaru dla rurki o długości  $l_2$  mm.

4. Pomiaru mogą być dokonywane, jeżeli długości linii widmowych zawarte są w przedziale od 540 nm do 590 nm lub światło żarówki z filtrem ma efektywną długość fali 587 nm.

#### Konstrukcja, wykonanie i materiały

§ 6. Polarymetry składają się z trzech zasadniczych części:

- 1) polaryzatora lub urządzenia półcieniowego złożonego z dwóch polaryzatorów,
- 2) rurki polarymetrycznej (kuwety pomiarowej),
- 3) analizatora sprzężonego z podziałką.

§ 7. Dopuszcza się następujące rozwiązania konstrukcyjne polarymetrów:

- 1) fotoelektryczne i wizualne z monochromatycznym źródłem światła (linie widmowe) oraz z polaryzatorem lub analizatorem obrotowym. Kąt obrotu analizatora powinien być mierzalny,
- 2) fotoelektryczne i wizualne działające na zasadzie kompensatora kwarcowego z monochromatycznym źródłem światła (linie widmowe) lub żarówką wyposażoną w filtr o środku ciężkości optycznej 587 nm,
- 3) działające na innej zasadzie niż podano w pkt 1. i 2 pod warunkiem, że istnieje możliwość sprawdzenia tych polarymetrów za pomocą kwarcowych płytek kontrolnych lub innych wzorców polarymetrycznych zalegalizowanych przez PKNMiJ.

§ 8.1. Polarymetry wizualne powinny działać na zasadzie półcienia.

2. Półcień może być stały lub zmienny. Półcień stały powinien wynosić  $5^\circ \div 10^\circ$  (stopnie kątowe), a półcień zmienny  $0^\circ \div 10^\circ$ , przy czym powinno być możliwe jego ustalenie co każdy stopień.

3. Konstrukcja półcienia nie powinna powodować błędów systematycznych.

4. Okular aparatu półcieniowego powinien być tak skonstruowany, aby linie rozdziału pola widzenia można było wyraźnie ustawiać.

§ 9.1. Polarymetry powinny być zbudowane stabilnie, aby nie występowały zakłócenia mechaniczne wpływające ujemnie na wynik pomiaru.

2. Konstrukcja polarymetru powinna zapewniać ochronę wewnętrznych części optycznych przed zanieczyszczeniem i ich dotykiem.

3. Bieg promieni światła powinien być taki, aby umieszczenie rurki polarymetrycznej nie spowodowało

przesunięcia wiązki ani odbicia jej na ściankach rurki.

4. Bieg promieni przez rurkę polarymetryczną powinien być ograniczony przysłonami kołowymi.

5. Między polaryzatorem a analizatorem powinna znajdować się komora do umieszczenia rurki polarymetrycznej z badaną substancją lub wzorca — w przypadku sprawdzania przyrządu. Komora ta powinna być tak wykonana, aby oś optyczna przyrządu tworzyła z osią oprawy rurki polarymetrycznej lub wzorca kąt mniejszy niż  $0,5^\circ$ .

6. Polarymetry powinny mieć urządzenie do regulacji punktu zerowego podziałki.

§ 10.1. Podziałka polarymetru powinna być wywzorcowana w stopniach kątowych, a jej zakres może obejmować pełny kąt (od 0 do  $360^\circ$ ) lub jego część.

2. Podziałka sacharymetru powinna być wywzorcowana w  $^\circ\text{S}$ , a jej zakres powinien wynosić od  $-40^\circ\text{S}$  do  $+120^\circ\text{S}$ .

3. Działki elementarne powinny odpowiadać jednej z następujących wartości:

- 1)  $1 \cdot 10^n$  jednostek,
- 2)  $2 \cdot 10^n$  jednostek,
- 3)  $5 \cdot 10^n$  jednostek,

gdzie  $n$  jest liczbą ujemną lub zerem, w przypadku podanym w pkt 1.

§ 11.1. Polarymetry powinny być wykonane z materiałów odpornych na działanie substancji mierzonych i odczynników pomocniczych.

2. Niedopuszczalne jest stosowanie materiałów ferromagnetycznych mogących spowodować zakłócenie zjawiska skręcania płaszczyzny polaryzacji.

3. Kompensator klinowy, o którym jest mowa w § 7 pkt 2, powinien być wykonany z kwarcu optycznie czystego.

4. Soczewki i płytki szklane lub kwarcowe, znajdujące się między polaryzatorem a analizatorem, powinny być wolne od naprężeń wewnętrznych, tak aby przy zmianie położenia rurki polarymetrycznej lub wzorca niedokładność wskazania przyrządu nie była większa niż wynika to z klasy dokładności przyrządu.

### Wymagania metrologiczne

§ 12.1. Polarymetr dzieli się na następujące klasy dokładności, rozumiane jako graniczne dopuszczalne błędy wskazań polarymetru wyrażone w procentach względem największego jego wskazania:

- 1) polarymetry: klasa dokładności I  $0,005 \div 0,01$ ,  
klasa dokładności II  $0,01 \div 0,05$ ,  
klasa dokładności III  $0,05 \div 0,2$ ;
- 2) sacharymetry: klasa dokładności I  $0,05$ ,  
klasa dokładności II  $0,01$  i  $0,2$ .

2. Oświetlenie polarymetrów powinno być takie, aby zmiana długości fali punktu ciężkości optycznej przy pomiarach roztworów zabarwionych nie powodowała zmiany wyniku pomiaru więcej niż o  $0,02\%$ .

### Oznaczenia

§ 13.1. Na polarymetrach powinny być wykonane w sposób trwały i czytelny następujące oznaczenia:

- 1) nazwa przyrządu: polarymetr lub sacharymetr,
- 2) nazwa lub znak wytwórcy,
- 3) numer fabryczny,
- 4) nazwa jednostki miary: stopień kątowy lub stopień MSC.

2. Na sacharymetrach, oprócz oznaczeń podanych w ust. 1, powinny być podane:

- 1) długość fali światła zaleconego do pomiaru,
- 2) temperatura odniesienia,
- 3) długość rurki polarymetrycznej.

### Sprawdzanie

§ 14. Podziałka polarymetru powinna być wzorcowana i sprawdzana za pomocą kwarcowych płytek kontrolnych lub innych odpowiednich wzorców zalegalizowanych w PKNMiJ.

### Dokumentowanie wyników sprawdzenia

§ 15.1. Na dowód stwierdzenia, że polarymetr spełnia wymagania przepisów, wydaje się świadectwo legalizacji — w przypadku polarymetru kontrolnego lub świadectwo sprawdzenia — w przypadku polarymetru użytkowego.

2. Świadectwo legalizacji lub świadectwo sprawdzenia powinno zawierać następujące dane:

- 1) nazwę i adres użytkownika przyrządu,
- 2) datę i miejsce sprawdzenia,
- 3) charakterystykę przyrządu (nazwę przyrządu, nazwę lub znak wytwórcy, numer fabryczny, nazwę jednostki miary, zakres pomiarowy, wartość działki elementarnej, źródło światła, długość fali),
- 4) charakterystykę wzorców stosowanych przy sprawdzeniu,
- 5) sposób i warunki sprawdzenia,
- 6) wyniki sprawdzenia,
- 7) okres ważności legalizacji lub sprawdzenia.

### Okres ważności legalizacji lub sprawdzenia

§ 16.1. Okres ważności legalizacji polarymetru kontrolnego trwa 25 miesięcy, licząc od pierwszego dnia tego miesiąca, w którym legalizacja została dokonana.

2. Okres ważności sprawdzenia polarymetrów użytkowych uzależnia się od warunków użytkowania przyrządów.

### Przechowywanie i konserwacja

§ 17. Polarymetr powinien być przechowywany i użytkowany w miejscu suchym, pozbawionym pyłów i zanieczyszczeń powodujących korozję, wstrząsów i z dala od materiałów ferromagnetycznych.

**Postanowienie przejściowe**

§ 18. Polarymetry z importu nie odpowiadające niniejszym przepisom mogą być legalizowane pod warunkiem stwierdzenia prawidłowych wskazań przyrządu.

**Postanowienie końcowe**

§ 19. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes  
Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości  
wz. *B. Adamski*





POLSKI KOMITET  
NORMALIZACJI, MIAR  
I JAKOŚCI

M E T R O L O G I A P R A W N A

## Postępowanie przy czynnościach metrologicznych

5,872/1

Załącznik nr 6 do Dziennika Normalizacji i Miar. nr 18 z dnia 31 grudnia 1983 r., poz. 36

### INSTRUKCJA NR 14 PREZESA POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI z dnia 22 grudnia 1983 r. o sprawdzaniu polarymetrów i sacharymetrów

Na podstawie art. 8 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 17 czerwca 1966 r. o miarach i narzędziach pomiarowych (Dz.U. z 1966 r. nr 23, poz. 148 i z 1972 r. nr 11, poz. 83) i art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 29 marca 1972 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości (Dz.U. z 1972 r. nr 11, poz. 82 i z 1979 r. nr 2, poz. 7) wydaje się następującą instrukcję:

#### Przedmiot sprawdzania

§ 1.1. Instrukcja dotyczy sprawdzania polarymetrów i sacharymetrów kontrolnych i użytkowych.

2. Polarymetry i sacharymetry powinny odpowiadać wymaganiom zarządzenia nr 52 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości z dnia 22 grudnia 1983 r. w sprawie przepisów o polarymetrach i sacharymetrach (Dz. Norm. i Miar nr 18, nr klas. metrolog. 3,872/1).

#### Narzędzia pomiarowe i pomiarowe urządzenia pomocnicze oraz materiały stosowane do sprawdzania

§ 2. Do sprawdzania polarymetrów i sacharymetrów potrzebne są następujące narzędzia pomiarowe, wzorce i materiały:

- 1) termometr o zakresie pomiarowym od  $+10^{\circ}\text{C}$  do  $+30^{\circ}\text{C}$  z działką elementarną o wartości  $0,1^{\circ}\text{C}$ ,
- 2) suwmiarka lub inny przyrząd o większej dokładności, w zależności od potrzeb — do pomiaru długości kuwet,
- 3) płytka interferencyjna lub inny przyrząd do pomiaru płaskości szkieł nakrywkowych kuwet,
- 4) minimetr lub optimetr do sprawdzania równoległości szkieł nakrywkowych kuwet,
- 5) wygładzone płytki i poziomnica do sprawdzania prostopadłości przekroju kuwet do osi wzdluznej,
- 6) lampa sodowa z filtrem 589 nm,
- 7) lampa rtęciowa z filtrem 546 nm,
- 8) kwarcowe płytki kontrolne — wzorce polarymetryczne,
- 9) sacharoza, d-glukoza, fruktoza — wzorce sacharymetryczne,

- 10) destylarka do wody,
- 11) dwuchromian potasu czysty,
- 12) kwas siarkowy czysty,
- 13) butle z doszlifowanym korkiem o różnych pojemnościach,
- 14) zlewki szklane i porcelanowe o różnych pojemnościach,
- 15) wzorcowe kuwety (rurki polarymetryczne) o wyznaczonej długości,
- 16) inne wzorce polarymetryczne, ciekłe i stałe, zalegalizowane przez PKNMiJ.

#### Pomieszczenie

§ 3.1. W pomieszczeniu, w którym dokonuje się sprawdzenia polarymetrów, powinna istnieć możliwość zaciemnienia. Zaciemnienie pomieszczenia jest potrzebne przy sprawdzaniu polarymetrów i sacharymetrów wizualnych.

2. Temperatura powietrza w pomieszczeniu powinna wynosić  $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , przy czym temperatura nie powinna ulegać większym zmianom niż  $0,5^{\circ}\text{C}$  na godzinę.

3. W skład wyposażenia pomieszczenia powinny wchodzić stoły i szafy laboratoryjne. Ponadto w pomieszczeniu powinien znajdować się kran z wodą oraz zlew.

#### Wzorce polarymetryczne

§ 4.1. Jako wzorce polarymetryczne stosowane są kwarcowe płytki kontrolne.

2. Kwarcowe płytki kontrolne powinny być sprawdzone w temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$ , przy długościach fal 546 nm i 589 nm.

3. Wyniki sprawdzenia powinny być podane z niedokładnością  $\pm 0,001^{\circ} \div 0,01^{\circ}$  ( $\pm 0,002^{\circ}\text{S} \div 0,02^{\circ}\text{S}$ ).

4. Kąty skręcania płaszczyzny polaryzacji płytek powinny wynosić od  $-20^{\circ}$  do  $+40^{\circ}$ , co odpowiada w przybliżeniu wartościom od  $-40^{\circ}\text{S}$  do  $+100^{\circ}\text{S}$ .

5. Komplet płytek powinien zawierać co najmniej

4 sztuki, w tym jedną płytkę lewoskrętną. Płytki kompletuje się w następujący sposób:

- 1) 4 sztuki, np.  $-13^\circ$ ,  $+8^\circ$ ,  $+25^\circ$ ,  $+34^\circ$  przy świetle sodowym (589 nm), ( $-40^\circ\text{S}$ ,  $+25^\circ\text{S}$ ,  $+75^\circ\text{S}$ ,  $+100^\circ\text{S}$ ),
- 2) 5 sztuk, np.  $-10^\circ$ ,  $+10^\circ$ ,  $+20^\circ$ ,  $+30^\circ$ ,  $+40^\circ$  przy świetle rtęciowym (546 nm), ( $-25^\circ\text{S}$ ,  $+25^\circ\text{S}$ ,  $+50^\circ\text{S}$ ,  $+75^\circ\text{S}$ ,  $+100^\circ\text{S}$ ),
- 3) 7 sztuk, np.  $-16^\circ$ ,  $-8^\circ$ ,  $+8^\circ$ ,  $+16^\circ$ ,  $+24^\circ$ ,  $+32^\circ$ ,  $+40^\circ$  przy świetle rtęciowym (546 nm), ( $-40^\circ\text{S}$ ,  $-20^\circ\text{S}$ ,  $+20^\circ\text{S}$ ,  $+40^\circ\text{S}$ ,  $+60^\circ\text{S}$ ,  $+80^\circ\text{S}$ ,  $+100^\circ\text{S}$ ).

### Wzorce sacharymetryczne

§ 5.1. Jako wzorce sacharymetryczne stosowane są: sacharoza, d-glukoza, d-fruktoza.

2. Wzorce sacharymetryczne powinny być używane wyłącznie wówczas, gdy ze względu na trudności techniczne lub inne niemożliwe jest używanie kwarcowych płytek kontrolnych.

3. Wzorce sacharymetryczne powinny być zaopatrzone w świadectwa, które powinny zawierać dane dotyczące skręcania optycznego dla podanego stężenia, długości fali i temperatury. Wskazane jest podanie w świadectwie przepisu sporządzenia roztworów.

### Czynności sprawdzania

§ 6. Sprawdzenie polarymetrów i sacharymetrów obejmuje następujące czynności:

- 1) sprawdzenie stanu ogólnego w toku oględzin zewnętrznych,
- 2) sprawdzenie podziałki,
- 3) sprawdzenie kuwet (rurek polarymetrycznych),
- 4) dokumentowanie wyników sprawdzenia.

### Przebieg sprawdzania

#### Sprawdzenie stanu ogólnego

§ 7. Sprawdzenia stanu ogólnego dokonuje się w toku oględzin zewnętrznych. W szczególności należy sprawdzić:

- 1) czy polarymetr lub sacharymetr ma budowę i zasadę działania zgodną z przepisami,
- 2) czy napisy i oznaczenia są kompletne i prawidłowe,
- 3) czy polarymetr lub sacharymetr nie wykazuje uszkodzeń widocznych gołym okiem, np. czy nie jest porysowany, skorodowany, zanieczyszczony itp.,
- 4) czy części ruchome działają lekko i sprawnie,
- 5) czy części optyczne zewnętrzne nie są zanieczyszczone,
- 6) czy, w przypadku wizualnych polarymetrów, obraz w polu widzenia jest prawidłowy, przy czym konieczne jest sprawdzenie:
  - a) czy pole widzenia jest czyste i równomiernie oświetlone,
  - b) czy granica półcienia jest ostra, cienka, pionowa i dzieli pole widzenia na równe części,
- 7) czy, w przypadku polarymetrów fotoelektrycznych, części elektryczne działają prawidłowo, zgodnie z instrukcją obsługi przyrządu.

### Sprawdzanie podziałki

§ 8.1. Podziałkę polarymetrów i sacharymetrów należy sprawdzić za pomocą kwarcowych płytek kontrolnych lub, gdy nie ma innej możliwości, za pomocą wzorców sacharymetrycznych lub innych wzorców polarymetrycznych zalegalizowanych przez PKNMiJ.

2. Podziałka powinna być sprawdzana co najmniej w 5 punktach, w tym koniecznie w położeniu zerowym oraz przynajmniej w jednym punkcie odpowiadającym wartości lewoskrętnej.

3. Sprawdzenie należy rozpoczynać od punktu zerowego i w przypadku otrzymania nieprawidłowego wskazania dokonać korekty za pomocą odpowiedniego urządzenia znajdującego się na polarymetrze.

4. Kolejno należy sprawdzać inne punkty podziałki.

5. W przypadku sprawdzania polarymetrów lub sacharymetrów za pomocą wzorców sacharymetrycznych (polarymetrycznych) należy uprzednio przygotować odpowiednią ilość roztworów o stężeniach pokrywających żądany zakres.

6. Roztwory należy umieszczać we wzorcowych kuwetach o odpowiednich długościach, lub w kuwetach uprzednio sprawdzonych, należących do polarymetru lub sacharymetru.

7. Kuwety powinny być wolne od zanieczyszczeń. Kuwety należy myć bardzo starannie i ostrożnie za pomocą mieszaniny chromowej i wody destylowanej lub w razie potrzeby za pomocą odpowiednich rozpuszczalników. Podczas mycia kuwet należy zwracać uwagę na niebezpieczeństwo poparzenia się i ochronę oczu.

#### Sprawdzanie kuwet (rurek polarymetrycznych)

§ 9.1. Sprawdzeniu poddaje się jedynie te kuwety, które można rozmontować na części: rurkę szklaną lub porcelanową, szkła nakrywkowe i nakrętki do umocowania szkieł nakrywkowych.

2. Należy sprawdzić:

- 1) długość rurki szklanej za pomocą suwmiarki lub innego urządzenia do pomiaru długości, zależnie od wymaganej dokładności,
  - 2) płaskość szkieł nakrywkowych za pomocą płytki interferencyjnej lub innego przyrządu,
  - 3) równoległość szkieł nakrywkowych za pomocą minimetru, optimetru lub innego przyrządu.
3. Sprawdzenie kuwet można zlecić również Zakładowi Długości i Kąta PKNMiJ lub OUM.

#### Dokumentowanie wyników sprawdzenia

§ 10. W wyniku stwierdzenia, że sprawdzony polarymetr odpowiada wymaganiom przepisów wymienionych w § 1 ust. 2, wystawia się w przypadku polarymetru kontrolnego — świadectwo legalizacji, w przypadku polarymetru użytkowego — świadectwo sprawdzenia — przykład w załączniku.

#### Postanowienie końcowe

§ 11. Instrukcja wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 1984 r.

Prezes

Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości  
wz. B. Adamski

# CENTRALNY OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY WZORCÓW MATERIAŁÓW

ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa, tel. 20-02-41, telex 81-36-42, adres telegraficzny WZORMAT

ZESPÓŁ OPIEKI ZDROWOTNEJ  
ŁÓDŹ, UL. KOŚCIUSZKI 1

24.VII.1981 r.

Wasze pismo z dnia

IV.ZD.O.DE-2028/72/81

Znak

F5-71-37/82

Nasz znak

23.12.1982 r.

Data

Sprawa:

## ŚWIADECTWO SPRAWDZENIA

Przyrząd: Polarymetr fotoelektryczny automatyczny  
Typ: Polarimat A  
Produkcji: VEB Carl Zeiss Jena  
Numer fabryczny: 721933

podziałka 1: od  $-75^{\circ}$  do  $+75^{\circ}$   
podziałka 2: od  $-110^{\circ}\text{S}$  do  $+110^{\circ}\text{S}$   
 $100^{\circ}\text{S}$  odpowiada stężeniu cukru  $26 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$

Działka elementarna: podziałka 1:  $0,1^{\circ}$ , noniusz  $0,01^{\circ}$   
podziałka 2:  $0,1^{\circ}\text{S}$

Dokładność odczytu: dla podziałki 1 lepiej niż  $0,01^{\circ}$   
dla podziałki 2 lepiej niż  $0,03^{\circ}\text{S}$

Źródło światła: lampa rtęciowa wysokociśnieniowa z filtrem interferencyjnym  $546 \text{ nm}$  i filtrem zaporowym odcinającym promieniowanie poniżej  $520 \text{ nm}$  (krawędź absorpcji)

został sprawdzony w Zespole Opieki Zdrowotnej w Łodzi przez pracownika Laboratorium Wzorców Refrakto-  
metrycznych i Polarymetrycznych Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Wzorców Materiałów w War-  
szawie.

Przeprowadzono następujące badania:

- I. Przegląd stanu technicznego
- II. Sprawdzenie wskazań

### I. Przegląd stanu technicznego

Stan ogólny przyrządu dobry. Komora na próbki i kłapa zamykająca silnie skorodowana. Brak jednego bolca do kłapy zamykającej.

### II. Sprawdzenie wskazań

Sprawdzenia wskazań przyrządu dokonano w 5 punktach podziałki 1 i w 5 punktach podziałki 2 za pomocą kwarcowych płytek kontrolnych jako wzorców polarymetrycznych COBRWM.

Warunki pomiaru: 1) temperatura —  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$   
2) długość fali —  $546 \text{ nm}$   
3) filtr zaporowy o krawędzi absorpcji  $520 \text{ nm}$

Zakres sprawdzania: 1) podziałka 1 od  $-10^{\circ}$  do  $+40^{\circ}$   
2) podziałka 2 od  $-25^{\circ}\text{S}$  do  $+100^{\circ}\text{S}$

Niedokładność sprawdzenia: 1) podziałka 1  $\pm 0,01^{\circ}$   
2) podziałka 2  $\pm 0,02^{\circ}\text{S}$

W wyniku sprawdzenia podziałki 1 uzyskano poprawki do wskazań polarymetru podane w tablicy 1.

Tablica 1

## Poprawki do wskazań polarymetru dla podziałki 1

Wskazania polarymetru w stopniach kątowych	Poprawka w stopniach kątowych
-10,00°	-0,01°
+10,00°	+0,01°
+20,00°	+0,02°
+30,00°	+0,03°
+40,00°	+0,04°

W wyniku sprawdzenia podziałki 2 uzyskano poprawki do wskazań polarymetru podane w tablicy 2.

Tablica 2

## Poprawki do wskazań polarymetru dla podziałki 2

Wskazania polarymetru w °S	Poprawka w °S
-25,00	-0,01
+25,00	+0,02
+50,00	+0,04
+75,00	+0,06
+100,00	+0,08

Poprawki do wskazań polarymetru należy dodawać algebraicznie.

## Orzeczenie

Polarymetr „Polamat A” nadaje się do eksploatacji pod warunkiem usunięcia korozji z komory termostacyjnej i klapy zamykającej, uzupełnienia brakującego bolca do klapy oraz stosowania poprawek w stopniach kątowych z tablicy 1 z niedokładnością  $\pm 0,01^\circ$  lub z tablicy 2 w stopniach Międzynarodowej Skali Cukrowej (°S) z niedokładnością  $\pm 0,02^\circ\text{S}$ . W przypadku niestosowania poprawek z tablic 1 i 2 niedokładność polarymetru wynosi:

dla podziałki 1  $\pm 0,05^\circ$

dla podziałki 2  $\pm 0,1^\circ\text{S}$

**Uwaga** Świadectwa Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Wzorców Materiałów są równoważne ze świadectwami Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości.