



# DZIENNIK URZĘDOWY MIAR I PROBIERNICTWA

Warszawa, dnia 13 października 1998 r.

**Nr 2**

TREŚĆ:

Poz.

## ZARZĄDZENIA

- |  |    |
|--|----|
| 2 - Nr 15 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 25 września 1998 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu ...                         | 41 |
| 3 - Nr 16 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 25 września 1998 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu .....                             | 50 |
| 4 - Nr 17 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 28 września 1998 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania kontrolnych wzorców chropowatości powierzchni do wzorcowania profilometrów stykowych ..... | 62 |
| 5 - Nr 19 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 12 października 1998 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania wag automatycznych odważających .....  | 67 |
| 6 - Nr 20 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 12 października 1998 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o mikrofonach pomiarowych .....   | 79 |
| 7 - Nr 21 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 12 października 1998 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania mikrofonów pomiarowych .....   | 86 |

2

### ZARZĄDZENIE NR 15 PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR z dnia 25 września 1998 r.

**w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych  
o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu.**

Na podstawie art. 8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248, z 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121, poz. 770) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu, stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia.

- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać czujniki termometrów oporowych kontrolne I i II rzędu podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 15  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
z dnia 25 września 1998 r. (poz. 2)

## PRZEPISY METROLOGICZNE O CZUJNIKACH TERMOMETRÓW OPOROWYCH KONTROLNYCH I i II RZĘDU

### Postanowienia ogólne

- § 1. Przepisy dotyczą platynowych czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu (bez krioczujujących), zwanych dalej „czujnikami”, stosowanych w zakresie temperatury od 84 K do 1235 K (od  $-189\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $962\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- § 2. Zależnie od dokładności czujniki dzielą się na kontrolne I i II rzędu.
- § 3. Zależnie od zakresu temperatur czujniki dzielą się na:
- 1) średnotemperaturowe stosowane od  $-189\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
  - 2) wysokotemperaturowe stosowane od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $962\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- § 4. Wzorcowanie czujników przeprowadza się w następujących zakresach pomiarowych:
- 1) od  $-189\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 2) od  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 3) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 4) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $157\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 5) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $232\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 6) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 7) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 8) od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $962\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- § 5. Czujniki powinny odpowiadać wymaganiom:
- 1) Międzynarodowej Skali Temperatury z 1990 r., wprowadzonej zarządzeniem nr 161 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 25 października 1996 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 27, poz. 168) zwanej dalej MST-90,
  - 2) normy PN-76/M-53851 Termometry. Nazwy i określenia.

### Materiał, konstrukcja i wykonanie

- § 6.1. Nominalna wartość oporu czujników średnotemperaturowych w temperaturze punktu potrójnego wody  $R(0,01\text{ }^{\circ}\text{C})$  powinna wynosić  $10\ \Omega$ ,  $25\ \Omega$  lub  $100\ \Omega$ . Czujniki I rzędu stosowane powyżej  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  nie mogą posiadać oporu nominalnego  $100\ \Omega$ .

2. Nominalna wartość oporu czujników wysokotemperaturowych o zakresie pomiarowym od 0 °C do 962 °C powinna zawierać się w przedziale od 0,2 Ω do 2,5 Ω.

§ 7.1. Czujnik powinien być wykonany z platyny pozbawionej naprężeń i spełniać co najmniej jedno z dwóch następujących kryteriów:

$$W(29,7646 \text{ °C}) \geq 1,11807$$

$$W(-38,8344 \text{ °C}) \leq 0,844235$$

gdzie:  $W(t)$  - wartość stosunku oporu elektrycznego czujnika  $R(t)$  w temperaturze  $t$  (wyrażonej w stopniach Celsjusza) do oporu elektrycznego czujnika  $R(0,01 \text{ °C})$  w punkcie potrójnym wody.

$$W(t) = R(t) / R(0,01 \text{ °C})$$

2. Czujniki wysokotemperaturowe powinny dodatkowo spełniać zależność:

$$W(961,78 \text{ °C}) \geq 4,2844$$

- § 8. Uzwojenie platynowego opornika nie powinno być zwarte lub odkształcone a ułożenie przewodu platynowego nie może zmieniać się w trakcie badań i transportu.
- § 9. Czujnik powinien posiadać wyjście czteroprzewodowe (dwa prądowe i dwa napięciowe). W czujnikach I rzędu wyprowadzenia powinny być wykonane w postaci elastycznych przewodów wychodzących z głowicy. W czujnikach II rzędu dopuszcza się stosowanie czterech oddzielnych zacisków umieszczonych w głowicy. Połączenia powinny zapewniać należyty kontakt elektryczny.
- § 10. Osłona czujnika powinna być wykonana ze szkła kwarcowego lub metalu odpornego na wysoką temperaturę.
- § 11. Osłona czujnika powinna być hermetyczna i nie powinna wykazywać rys, zadrapań ani pęknięć.
- § 12. Długość osłony czujnika bez głowicy nie powinna być mniejsza niż 440 mm.
- § 13. Średnica osłony czujnika nie powinna przekraczać 7,5 mm dla czujników I rzędu oraz 11 mm dla czujników II rzędu.
- § 14. Rezystancja izolacji czujników w temperaturze  $(20 \pm 5) \text{ °C}$  powinna być nie mniejsza niż 100 MΩ, a w temperaturze równej górnej granicy zakresu pomiarowego powinna być zgodna z wartościami podanymi w tablicy:

Maksymalna temperatura znamionowa °C	Minimalna rezystancja izolacji MΩ
100 do 300	10
300 do 500	2
500 do 700	0,5
700 do 1000	0,2

### Oznaczenia

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

- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
- 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 °C, symbol chemiczny (Pt), typ czujnika.

## Charakterystyka metrologiczna

### Charakterystyka termometryczna

§16.1. Temperaturę wyznacza się ze stosunku oporu elektrycznego  $R(t)$  w temperaturze  $t$  (wyrażonej w stopniach Celsjusza) i oporu elektrycznego czujnika  $R(0,01\text{ °C})$  w punkcie potrójnym wody. Stosunek ten  $W(t)$ , wyraża się wzorem:

$$W(t) = R(t) / R(0,01\text{ °C})$$

2. Charakterystykę termometryczną czujników zgodnie z MST-90 określają równania funkcji odniesienia  $W_r(t)$  i równania funkcji odchylenia  $W(t) - W_r(t)$  zamieszczone w załączniku do niniejszych przepisów.
- §17. Czujniki powinny być wzorcowane w definicyjnych punktach stałych temperatury, określonych w tablicy:

Lp.	Substancja definicyjnego punktu stałego	Rodzaj punktu	Temperatura		$W_r(t)$
			°C	K	
1	Ar	pp	-189,3442	83,8058	0,215 859 75
2	Hg	pp	-38,8344	234,3156	0,844 142 11
3	H <sub>2</sub> O	pp	0,01	273,16	1,000 000 00
4	Ga	pt	29,7646	302,9146	1,118 138 89
5	In	pk	156,5985	429,7485	1,609 801 85
6	Sn	pk	231,928	505,078	1,892 797 68
7	Zn	pk	419,527	692,677	2,568 917 30
8	Al	pk	660,323	933,473	3,376 008 60
9	Ag	pk	961,78	1234,93	4,286 420 53

gdzie:

- pp – punkt potrójny,  
 pt – punkt topienia,  
 pk – punkt krzepnięcia.

### Stołość charakterystyki termometrycznej czujnika

§18.1. Stołość charakterystyki termometrycznej czujników wzorcowanych po raz pierwszy określa zmiana charakterystyki termometrycznej odniesiona do oporności w punkcie potrójnym wody  $R(0,01\text{ °C})$  po wygrzewaniu w czasie 6 godzin w temperaturze równej górnej granicy zakresu pomiarowego.

Zmiana charakterystyki nie powinna przekraczać dopuszczalnych wartości podanych w tablicy:

Rząd czujnika	Dopuszczalna zmiana charakterystyki °C
I	±0,001
II	±0,01

2. Stałość charakterystyki termometrycznej czujników uprzednio wzorcowanych (z wyznaczoną charakterystyką termometryczną) określa zmiana charakterystyki termometrycznej odniesiona do oporności w punkcie potrójnym wody  $R(0,01\text{ }^{\circ}\text{C})$  pomiędzy kolejnymi sprawdzeniami przeprowadzonymi zgodnie z terminami uwierzytelnień.

Zmiana charakterystyki nie powinna przekraczać dopuszczalnych wartości podanych w tablicy:

Rząd czujnika	Dopuszczalna zmiana charakterystyki $^{\circ}\text{C}$
I	$\pm 0,006$
II	$\pm 0,02$

### Niepewność wzorcowania

§ 19.1. Niepewność wzorcowania czujnika określana jest jako niepewność rozszerzona  $U$  i obliczana wg wzoru:

$$U = 2\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

gdzie:

- $u_1$  – niepewność standardowa odtwarzania punktów stałych,
- $u_2$  – niepewność standardowa pomiaru charakterystyki czujnika,
- $u_3$  – niepewność standardowa termostatacji opornika wzorcowego,
- $u_4$  – niepewność standardowa stałości charakterystyki termometrycznej czujnika.

2. Niepewność dopuszczalną maksymalną wzorcowania podano w tablicy:

Punkt stały definicyjny	Temperatura	Niepewność dopuszczalna maksymalna wzorcowania czujnika	
		I rzędu	II rzędu
Substancja	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
pp Ar	-189,3442	0,001	0,002
pp Hg	-38,8344	0,001	0,003
pp H <sub>2</sub> O	0,01	0,001	0,004
pt Ga	29,7646	0,0014	0,004
pk In	156,5985	0,002	0,006
pk Sn	231,928	0,0025	0,007
pk Zn	419,527	0,003	0,01
pk Al	660,323	0,007	0,02
pk Ag	961,78	0,01	0,035

### Dopuszczalny rozstęp charakterystyki czujnika

- § 20. Dopuszczalny rozstęp charakterystyki czujnika określany jako różnica pomiędzy wartością maksymalną a minimalną w serii pomiarowej wykonywanej w tych samych warunkach i przeliczony na wartość temperatury, nie powinien przekraczać wartości podanych w tablicy:

Punkt stały deficyjny	Temperatura	Dopuszczalny rozstęp charakterystyki czujnika	
		I rzędu	II rzędu
Substancja	°C	°C	°C
pp Ar	-189,3442	0,0008	0,001
pp Hg	-38,8344	0,001	0,003
pp H <sub>2</sub> O	0,01	0,0012	0,003
pt Ga	29,7646	0,0014	0,004
pk In	156,5985	0,002	0,006
pk Sn	231,928	0,003	0,007
pk Zn	419,527	0,004	0,01
pk Al	660,323	0,008	0,02
pk Ag	961,78	0,014	0,04

### Warunki właściwego stosowania

- §21.1. Czujniki termometrów oporowych powinny być dobrane odpowiednio do mierzonej temperatury i żądanej dokładności.
2. Podłączenie i użytkowanie czujników powinno być zgodne z zaleceniami ich wytwórców oraz wytwórców stosowanej aparatury pomiarowej.

### Okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej

- §22.1. Termin, do którego czujniki zatwierdzonego typu mogą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania określony jest w decyzji o zatwierdzeniu typu.
2. Czujnik zatwierdzonego typu może być uwierzytelniony na wniosek zainteresowanego w trybie artykułu 15 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach.
  3. Na dowód uwierzytelnienia czujnika, odpowiadającego wymaganiom przepisów metrologicznych o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu, wydaje się świadectwo uwierzytelnienia.
  4. Okres ważności świadectwa uwierzytelnienia wydawanego po raz pierwszy wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym uwierzytelnienie czujnika zostało dokonane.
  5. Okres ważności świadectwa uwierzytelnienia wydawanego po raz kolejny wynosi 25 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym uwierzytelnienie czujnika zostało dokonane.
  6. Świadectwo uwierzytelnienia traci ważność z chwilą mechanicznego uszkodzenia czujnika, które może mieć istotny wpływ na jego właściwości metrologiczne.

Załącznik do przepisów metrologicznych  
o czujnikach termometrów oporowych  
kontrolnych I i II rzędu

### Równania określające charakterystykę termometryczną platynowych czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu.

Charakterystykę termometryczną czujników określają równania funkcji odniesienia  $W_r(t)$  i równania funkcji odchylenia  $W(t) - W_r(t)$ .

W każdym z zakresów pomiarowych termometru oporowego temperaturę  $t$  otrzymuje się z odpowiedniej funkcji odniesienia  $W_r(t)$  {równania (1) lub (3)} i z funkcji odchylenia  $W(t) - W_r(t)$ . W definicyjnych punktach stałych funkcję odchylenia otrzymuje się bezpośrednio na podstawie wzorcowania termometru, a w temperaturach pośrednich wyznacza się ją za pomocą odpowiedniego równania od (5) do (9).

### Funkcje odniesienia

Funkcja odniesienia jest to opis matematyczny zależności między temperaturą  $t$  a opornością idealnego czujnika (czujnika odniesienia).

#### Dla zakresu $-259,3467\text{ °C}$ do $0\text{ °C}$

obowiązuje następująca funkcja odniesienia:

$$W_r(t) = \exp \left\{ A_0 + \sum_{i=1}^{12} A_i \left[ \frac{\ln[(t + 273,15) / 273,16] + 1,5}{1,5} \right]^i \right\} \quad (1)$$

Funkcja odwrotna, równoważna równaniu (1) z odchyleniem do  $0,0001\text{ °C}$ , ma postać:

$$t = 273,16 \left\{ B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i \left[ \frac{W_r(t)^{1/6} - 0,65}{0,35} \right]^i \right\} - 273,16 \quad (2)$$

#### Dla zakresu $0\text{ °C}$ do $961,78\text{ °C}$

obowiązuje następująca funkcja odniesienia:

$$W_r(t) = C_0 + \sum_{i=1}^9 C_i \left( \frac{t}{481} - 1 \right)^i \quad (3)$$

Funkcja odwrotna, równoważna równaniu (3), z odchyleniem do  $0,00013\text{ °C}$ , ma postać:

$$t = D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i \left[ \frac{W_r(t) - 2,64}{1,64} \right]^i \quad (4)$$

Wartości stałych liczbowych  $A_0, A_i, B_0, B_i, C_0, C_i, D_0$  i  $D_i$  podano w tablicy:

$A_0$	-2,135 347 29	$B_0$	0,183 324 722
$A_1$	3,183 247 20	$B_1$	0,240 975 303
$A_2$	-1,801 435 97	$B_2$	0,209 108 771
$A_3$	0,717 272 04	$B_3$	0,190 439 972
$A_4$	0,503 440 27	$B_4$	0,142 648 498
$A_5$	-0,618 993 95	$B_5$	0,077 993 465
$A_6$	-0,053 323 22	$B_6$	0,012 475 611
$A_7$	0,280 213 62	$B_7$	-0,032 267 127
$A_8$	0,107 152 24	$B_8$	-0,075 291 522
$A_9$	-0,293 028 65	$B_9$	-0,056 470 670
$A_{10}$	0,044 598 72	$B_{10}$	0,076 201 285
$A_{11}$	0,118 686 32	$B_{11}$	0,123 893 204
$A_{12}$	-0,052 481 34	$B_{12}$	-0,029 201 193
		$B_{13}$	-0,091 173 542
		$B_{14}$	0,001 317 696
		$B_{15}$	0,026 025 526
$C_0$	2,781 572 54	$D_0$	439,932 854
$C_1$	1,646 509 16	$D_1$	472,418 020
$C_2$	-0,137 143 90	$D_2$	37,684 494
$C_3$	-0,006 497 87	$D_3$	7,472 018
$C_4$	-0,002 344 44	$D_4$	2,920 828
$C_5$	0,005 118 68	$D_5$	0,005 184
$C_6$	0,001 879 82	$D_6$	-0,963 864
$C_7$	-0,002 044 72	$D_7$	-0,188 732
$C_8$	-0,000 461 22	$D_8$	0,191 203
$C_9$	0,000 457 24	$D_9$	0,049 025

### Funkcje odchyień $W(t) - W_r(t)$

Funkcja odchylenia jest to opis matematyczny zależności odchyień oporności czujnika wzorcowanego od oporności czujnika odniesienia i posiada różną postać w zależności od zakresu temperatur, w jakim jest wzorcowany.



**Dla zakresu:**

**od punktu potrójnego argonu ( $-189,3442\text{ °C}$ ) do  $0\text{ °C}$**

funkcja odchylenia ma postać:

$$W(t) - W_r(t) = a[W(t) - 1] + b[W(t) - 1] \ln W(t) \quad (5)$$

gdzie:  $a$  i  $b$  stałe wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w definicyjnych punktach stałych.

**Dla zakresów:**

**od punktu potrójnego rtęci ( $-38,8344\text{ °C}$ ) do punktu topnienia galu ( $29,7646\text{ °C}$ ),  
lub od  $0\text{ °C}$  do punktu krzepnięcia cyny ( $231,928\text{ °C}$ ),  
lub od  $0\text{ °C}$  do punktu krzepnięcia cynku ( $419,527\text{ °C}$ ),**

funkcja odchylenia ma postać:

$$W(t) - W_r(t) = a[W(t) - 1] + b[W(t) - 1]^2 \quad (6)$$

gdzie:  $a$  i  $b$  stałe wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w definicyjnych punktach stałych.

**Dla zakresów:**

**od  $0\text{ °C}$  do punktu topnienia galu ( $29,7646\text{ °C}$ ),  
lub od  $0\text{ °C}$  do punktu krzepnięcia indu ( $156,5985\text{ °C}$ ),**

funkcja odchylenia ma postać:

$$W(t) - W_r(t) = a[W(t) - 1] \quad (7)$$

gdzie:  $a$  stała wyznaczona na podstawie wyników pomiarów w definicyjnych punktach stałych.

**Dla zakresu:**

**od  $0\text{ °C}$  do punktu krzepnięcia aluminium ( $660,323\text{ °C}$ )**

funkcja odchylenia ma postać:

$$W(t) - W_r(t) = a[W(t) - 1] + b[W(t) - 1]^2 + c[W(t) - 1]^3 \quad (8)$$

gdzie:  $a$ ,  $b$  i  $c$  stałe wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w definicyjnych punktach stałych.

**Dla zakresu :**

**od  $0\text{ °C}$  do punktu krzepnięcia srebra ( $961,78\text{ °C}$ )**

funkcja odchylenia ma postać:

$$W(t) - W_r(t) = a[W(t) - 1] + b[W(t) - 1]^2 + c[W(t) - 1]^3 + d[W(t) - W(660,323\text{ °C})]^2 \quad (9)$$

gdzie:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  i  $d$  stałe wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w definicyjnych punktach stałych.

## 3

**ZARZĄDZENIE NR 16**  
**PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**  
**z dnia 25 września 1998 r.**

**w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania czujników termometrów  
oporowych kontrolnych I i II rzędu.**

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248, z 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121, poz. 770) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości czujników termometrów oporowych kontrolnych z wymaganiami przepisów metrologicznych o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu wprowadzonych zarządzeniem nr 15 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 25 września 1998 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 2, poz. 2), zwanych dalej „przepisami o czujnikach termometrów oporowych”.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 16  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
z dnia 25 września 1998 r. (poz. 3)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA CZUJNIKÓW TERMOMETRÓW  
OPOROWYCH KONTROLNYCH I i II RZĘDU**

**Przedmiot sprawdzania**

- § 1. Instrukcja określa metody sprawdzania platynowych czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu w zakresie temperatury od  $-189\text{ °C}$  do  $962\text{ °C}$  zwanych dalej „czujnikami”.

**Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane do  
sprawdzania czujników**

- § 2. Do sprawdzania czujników stosuje się następujące przyrządy pomiarowe, stanowiska i urządzenia pomocnicze:
  - 1) kriostat do realizacji punktu potrójnego argonu  $t = -189,3442\text{ °C}$  (83,8058 K),
  - 2) stanowisko do realizacji punktu potrójnego rtęci  $t = -38,8344\text{ °C}$  (234,3156 K) z komórką z rtęcią o czystości co najmniej 99,9999 %,
  - 3) komórki do realizacji punktu potrójnego wody  $t = 0,01\text{ °C}$  (273,16 K) z termostatem lub naczyniem Dewara do jej przechowywania,
  - 4) stanowisko do realizacji punktu topienia galu  $t = 29,7646\text{ °C}$  (302,9146 K) z komórką z galem o czystości co najmniej 99,9999 %,

- 5) komórki do realizacji punktów krzepnięcia:
    - a) indu  $t = 156,5985$  °C (429,7485 K) o czystości co najmniej 99,9999 %,
    - b) cyny  $t = 231,928$  °C (505,078 K) o czystości co najmniej 99,9999 %,
    - c) cynku  $t = 419,527$  °C (692,677 K) o czystości co najmniej 99,9999 %,
    - d) aluminium  $t = 660,323$  °C (933,473 K) o czystości co najmniej 99,9999 %,
    - e) srebra  $t = 961,78$  °C (1234,93 K) o czystości co najmniej 99,9999 %,
  - 6) piec pionowy (lub grupa pieców) o zakresie od 120 °C do 1000 °C z układem regulacji i kontroli temperatury, w których gradient temperatury w pustym tyglu na długości 20 cm jest nie większy niż 0,02 °C/cm dla wszystkich punktów stałych,
  - 7) mostek prądu zmiennego lub stałego, kompensator z wyposażeniem (źródło zasilania, galwanometr, ogniwo wzorcowe, przełącznik kierunku prądu) lub omomierz elektroniczny czteroprzewodowy o dokładności pozwalającej dokonać pomiaru temperatury z błędem pomiaru nie przekraczającym  $\pm 0,2$  mK dla sprawdzania czujników I rzędu i  $\pm 2$  mK dla sprawdzania czujników II rzędu,
  - 8) oporniki wzorcowe o wartościach nominalnych 1  $\Omega$ , 10  $\Omega$ , 25  $\Omega$  i 100  $\Omega$  do pracy z mostkiem lub kompensatorem dobrane odpowiednio do wartości oporności czujników,
  - 9) termostat do utrzymywania stałej temperatury opornika wzorcowego,
  - 10) pionowy piec oporowy do starzenia czujników i suszenia komórek otwartych do 1000 °C,
  - 11) urządzenia do wytwarzania i rozdrabniania lodu,
  - 12) przyrząd pomiarowy do sprawdzania rezystancji izolacji o zakresie pomiarowym (0,1÷100) M $\Omega$ ,
- § 3. Dopuszcza się stosowanie innych przyrządów pomiarowych i urządzeń pomocniczych, jeżeli zapewniają one osiągnięcie wymaganej dokładności.

### Przebieg sprawdzania

- § 4.1. Badanie typu obejmuje następujące czynności:
- 1) oględziny zewnętrzne,
  - 2) sprawdzenie rezystancji izolacji,
  - 3) sprawdzenie stałości charakterystyki czujnika,
  - 4) wzorcowanie czujnika,
  - 5) opracowanie wyników pomiarów,
  - 6) sprawdzenie czystości platyny.
2. Uwierzytelnienie obejmuje czynności wymienione w ust.1 pkt 1, 3, 4, 5, 6.

### Oględziny zewnętrzne

- § 5.1. Podczas oględzin zewnętrznych należy sprawdzić zgodność wykonania i stanu czujnika z wymaganiami przepisów o czujnikach termometrów oporowych w zakresie:
- 1) zgodności oznaczeń z wymaganiami § 15 ust. 1 i 2,
  - 2) zgodności podłączeń z wymaganiami § 9,
  - 3) zgodności wykonania z wymaganiami § 6 ust.1 lub 2, § 8, § 10 i § 11,
  - 4) zgodności wymiarów z wymaganiami § 12 i § 13.
2. Oględziny zewnętrzne czujnika powinny być dokonane w obecności zgłaszającego.
3. W przypadku stwierdzenia, że na głowicy czujnika brak oznaczenia zakresu pomiarowego, a zakres ten nie wynika z innych oznaczeń, zgłaszający powinien przedstawić dokument określający ten zakres.

## Sprawdzenie rezystancji izolacji

- § 6.1. Sprawdzenie rezystancji izolacji należy wykonać na zgodność z wymaganiami § 14 przepisów o czujnikach termometrów oporowych przy czym:
- czujniki średniotemperaturowe sprawdzać w stanie zimnym oraz w temperaturze równej górnej granicy zakresu pomiarowego.
  - czujniki wysokotemperaturowe sprawdzać tylko w stanie zimnym.
2. Rezystancję izolacji w stanie zimnym należy badać prądem stałym o napięciu między 10 V a 100 V przykładanym pomiędzy zwarte przewody pomiarowe a folię lub osłonę metalową ułożoną na całej długości czujnika. Badanie w temperaturze górnej granicy zakresu pomiarowego wykonywać prądem stałym o napięciu nie przekraczającym 10 V. Biegunowość prądu w czasie pomiarów powinna być zmieniana. Pomiar należy wykonać po upływie 1 minuty od momentu przyłożenia napięcia.
3. Jeżeli rezystancja izolacji nie przekracza wartości dopuszczalnych określonych w § 14 przepisów o czujnikach termometrów oporowych, można przystąpić do dalszego sprawdzania czujnika.
4. Jeżeli rezystancja izolacji przekracza przynajmniej jedną z wartości dopuszczalnych określonych w § 14 przepisów o czujnikach termometrów oporowych to czujnik nie kwalifikuje się do zatwierdzenia typu i uwierzytelnienia.

## Sprawdzanie stałości charakterystyki czujnika

### Sprawdzenie stałości charakterystyki czujników wzorcowanych po raz pierwszy

- § 7.1. Stałość charakterystyki czujników wzorcowanych po raz pierwszy ocenia się na podstawie zmiany charakterystyki po wygrzewaniu.
2. Wygrzewanie czujnika należy dokonać w następujący sposób:
- umieścić czujnik w pionowym piecu elektrycznym i ogrzewać do dopuszczalnej maksymalnej temperatury,
  - przetrzymać w tej temperaturze przez 6 godzin, po czym studzić do temperatury 450 °C nie przekraczając szybkości stygnięcia 100 °C/h,
  - studzić do temperatury pokojowej razem z piecem po wyłączeniu jego zasilania.
3. Po obliczeniu wartości oporności  $R(0,01\text{ °C})$  w punkcie potrójnym wody zgodnie z § 19, należy porównać otrzymaną wartość z wartością otrzymaną przed wygrzewaniem zgodnie z § 7 ust.2.

Zmianę charakterystyki termometrycznej czujnika wyznacza się wg wzoru:

$$\{\Delta t\} = 250 ( R_1/R_2 - 1 )$$

gdzie:

- $\{\Delta t\}$  – wartości liczbowe zmiany charakterystyki czujnika wyrażonej w °C,
- $R_1$  – oporność czujnika w punkcie potrójnym wody z poprzedniego świadectwa lub przed wygrzewaniem w  $\Omega$ ,
- $R_2$  – obliczona zgodnie z § 19 wartość oporności czujnika w punkcie potrójnym wody w  $\Omega$ .

4. Jeżeli zmiana charakterystyki po wygrzewaniu nie przekracza wartości określonych w §17 ust. 2 przepisów o czujnikach termometrów oporowych można przystąpić do wzorcowania czujnika.
5. Jeżeli zmiana charakterystyki termometrycznej po wygrzewaniu przekracza wartości dopuszczalne dla czujników danego rzędu określonych w §18 ust. 1 przepisów o czujnikach termometrów oporowych, to zależnie od wartości i rzędu sprawdzanego czujnika, należy go zakwalifikować do niższego rzędu lub uznać jako nie kwalifikujący się do uwierzytelnienia.

### Sprawdzanie stałości charakterystyki czujników uprzednio wzorcowanych

- § 8.1. W celu sprawdzenia stałości charakterystyki czujnika uprzednio wzorcowanego należy dokonać pomiaru oporności w temperaturze punktu potrójnego wody i porównać z wartością oporności podaną w poprzednim świadectwie uwierzytelnienia. Odpowiadającą mu zmianę temperatury w °C należy obliczyć zgodnie z § 7 ust. 3.
- Jeżeli zmiana charakterystyki termometrycznej czujnika nie przekracza wartości dopuszczalnych, określonych w § 18 ust. 2 przepisów o czujnikach termometrów oporowych to można przystąpić do dalszego sprawdzania czujnika. Jeżeli różnica charakterystyki termometrycznej przekracza przynajmniej jedną z wartości dopuszczalnych, czujnik należy poddać wygrzewaniu według sposobu określonego w § 7 ust. 2.
  - Jeżeli zmiana charakterystyki termometrycznej po wygrzewaniu przekracza przynajmniej jedną z wartości dopuszczalnych określonych w § 18 ust. 1 przepisów o czujnikach termometrów oporowych dla czujników danego rzędu, to zależnie od jej wartości i od rzędu sprawdzanego czujnika, należy zakwalifikować czujnik do niższego rzędu lub uznać jako nie kwalifikujący się do uwierzytelnienia.

### Wzorcowanie czujnika

#### Zalecenia ogólne

- § 9.1. W celu wyznaczenia indywidualnej charakterystyki termometrycznej czujnika [funkcji  $W=f(t)$ ], należy przeprowadzić wzorcowanie w punktach stałych Międzynarodowej Skali Temperatury z 1990 r. zwanej dalej MST-90.
- W zależności od zakresu temperatury czujnik wzorcuje się w punktach stałych MST-90 w kolejności podanej w kolumnie 3 tablicy:

Lp	Zakres pomiarowy	Kolejność przeprowadzania pomiarów w definicyjnych punktach stałych MST-90
1	2	3
1	-189 °C ÷ 0 °C	ppH <sub>2</sub> O; ppAr; ppH <sub>2</sub> O; ppHg; ppH <sub>2</sub> O
2	-39 °C ÷ 30 °C	ppH <sub>2</sub> O; ppHg; ppH <sub>2</sub> O; ptGa; ppH <sub>2</sub> O
3	0 °C ÷ 30 °C	ppH <sub>2</sub> O; ptGa; ppH <sub>2</sub> O
4	0 °C ÷ 157 °C	ppH <sub>2</sub> O; pkIn; ppH <sub>2</sub> O
5	0 °C ÷ 232 °C	ppH <sub>2</sub> O; pkSn; ppH <sub>2</sub> O; pkIn; ppH <sub>2</sub> O
6	0 °C ÷ 420 °C	ppH <sub>2</sub> O; pkZn; ppH <sub>2</sub> O; pkSn; ppH <sub>2</sub> O
7	0 °C ÷ 660 °C	ppH <sub>2</sub> O; pkAl; ppH <sub>2</sub> O; pkZn; ppH <sub>2</sub> O; pkSn; ppH <sub>2</sub> O
8	0 °C ÷ 962 °C	ppH <sub>2</sub> O; pkAg; ppH <sub>2</sub> O; pkAl; ppH <sub>2</sub> O; pkZn; ppH <sub>2</sub> O; pkSn; ppH <sub>2</sub> O

- ppH<sub>2</sub>O – punkt potrójny wody  
 ppAr – punkt potrójny argonu  
 ppHg – punkt potrójny rtęci  
 ptGa – punkt topienia galu  
 pkIn – punkt krzepnięcia indu  
 pkSn – punkt krzepnięcia cyny  
 pkZn – punkt krzepnięcia cynku  
 pkAl – punkt krzepnięcia aluminium  
 pkAg – punkt krzepnięcia srebra

- W przypadku uwierzytelnienia należy wykonać 2 serie pomiarów w zakresie i kolejności ustalonej w ust. 2.

4. Przy badaniach typu należy wykonać 4 serie pomiarowe dla maksymalnego zakresu pracy czujnika i w kolejności określonej w ust. 2.
  5. W odniesieniu do czujników II rzędu dopuszcza się stosowanie do wzorcowania metody porównawczej przy użyciu pieca lub termostatu z blokiem metalowym i czujników I rzędu.
- § 10. Przy wzorcowaniu w urządzeniach do realizacji punktów stałych czujnik należy umieścić tak, aby jego koniec znajdował się  $(1 \div 3)$  mm od dna studni, a głębokość zanurzenia nie była mniejsza niż 20 cm.
- § 11.1. Przy pomiarach należy stosować mostek, kompensator lub omomierz elektroniczny czteroprzewodowy. W przypadku stosowania mostka, kompensatora lub omomierza prądu stałego, opór powinien być mierzony przy dwóch kierunkach prądu płynącego przez układ pomiarowy i czujnik.
2. Natężenie prądu płynącego przez czujnik należy wyregulować tak, aby w czasie pomiaru wynosiło  $(1 \div 2)$  mA dla czujników o oporności nominalnej  $(10 \div 25)$   $\Omega$ ,  $(0,5 \div 1)$  mA dla czujników o oporności nominalnej 100  $\Omega$ , oraz 10 mA przy wzorcowaniu czujników wysokotemperaturowych o oporności nominalnej od 0,2  $\Omega$  do 2,5  $\Omega$ .
  3. Pomiary w punktach stałych powinny być dokonywane co  $(1 \div 2)$  min. Całkowity czas pomiaru nie powinien być krótszy niż 20 minut.
  4. Jeżeli do pomiaru oporu stosuje się opornik wzorcowy, powinien on być termostatyzowany w temperaturze jego wzorcowania, a maksymalna różnica wskazań temperatury opornika nie powinna przekraczać 0,05 °C.
- § 12. Przy opracowywaniu wyników pomiarów należy:
- 1) uwzględnić poprawki wskazań przyrządu pomiarowego oraz opornika wzorcowego (ze świadectwa uwierzytelnienia),
  - 2) sprawdzić rozstęp charakterystyki czujnika dla każdej temperatury wzorcowania. Jeżeli spełnione są wymagania § 20 przepisów o czujnikach termometrów oporowych dla czujnika danego rzędu to należy obliczyć średnią arytmetyczną z wszystkich wyników pomiarów dokonanych zgodnie z § 21.
  - 3) dokonać wzorcowania czujnika po raz kolejny jeżeli rozstęp charakterystyki czujnika dla każdej temperatury wzorcowania obliczony zgodnie z § 21 jest większy niż dopuszczalny ustalony w § 20 przepisów o czujnikach termometrów oporowych dla czujnika danego rzędu i po odrzuceniu najgorszego wyniku spełnione są wymagania § 20 przepisów o czujnikach termometrów oporowych obliczyć średnią arytmetyczną dla danej temperatury wzorcowania. Jeżeli po odrzuceniu najgorszego wyniku rozstęp charakterystyki czujnika nadal jest większy niż dopuszczalny to zależnie od jego wartości i od rzędu sprawdzanego czujnika, należy zakwalifikować czujnik do niższego rzędu lub uznać jako nie kwalifikujący się do uwierzytelnienia.
- § 13. Przebieg, warunki oraz wyniki wzorcowania należy notować w książce pomiarowej, w której ponadto należy zapisać następujące dane: numer czujnika, zakres pomiarowy oraz numery przyrządów kontrolnych stosowanych do pomiarów.

## **Wzorcowanie czujników w definicyjnych punktach stałych MST-90**

### **Pomiar w punkcie potrójnym wody**

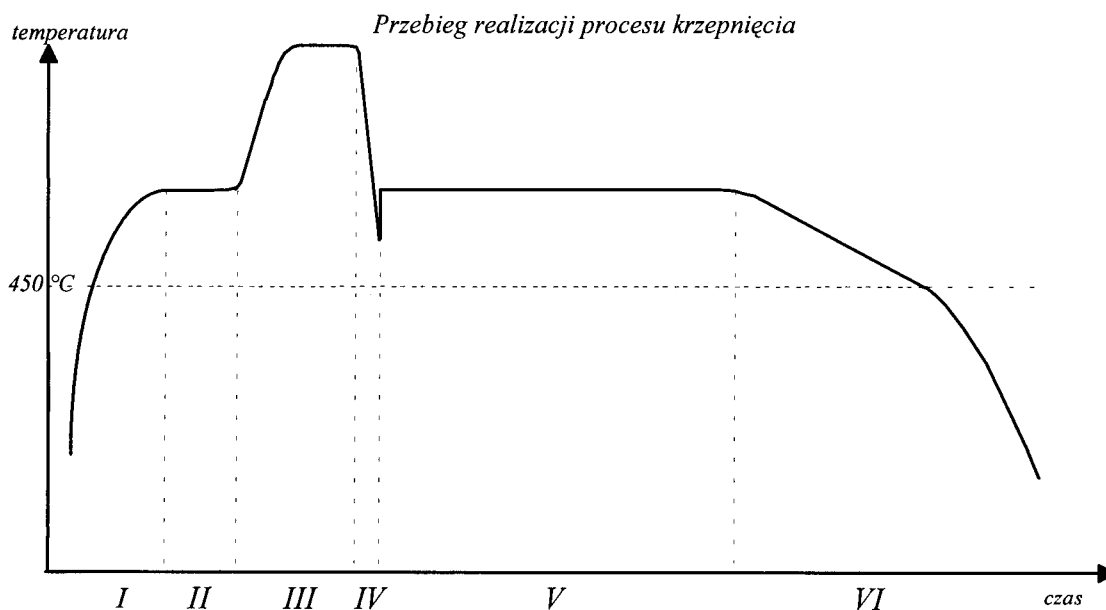
§ 14.1. Przygotowanie komórki do pomiarów obejmuje:

- a) sprawdzenie hermetyczności przez poruszenie komórki w położeniu poziomym tak, aby woda uderzyła lekko w górną powierzchnię jej ścianki. Jeżeli hermetyczność jest należyta, powinien być słyszalny charakterystyczny trzask.
- b) wytworzenie płaszczki lodowej poprzez:
  - oziębienie komórki umieszczając ją na co najmniej 2 godziny w kąpieli lodowej w naczyniu Dewara, po czym wyjęcie z kąpieli i dokładne wysuszenie studni,

- wsypanie do studni sproszkowanego stałego  $\text{CO}_2$  (suchy lód) i w miarę sublimowania uzupełnianie jego ilości aż do utworzenia się wokół studni „płaszcz” lodowego takiej grubości, aby odległość jego zewnętrznej powierzchni od ścianki komórki wynosiła około 5 mm. Zamiast  $\text{CO}_2$  może być stosowany alkohol etylowy oziębiony ciekłym azotem lub ciekłym powietrzem. W czasie narastania „płaszcz” należy zwracać uwagę, aby powierzchnia wody w komórce nie zamarzała. W razie potrzeby zlikwidować warstwę lodu przez ogrzanie dłonią ścianki komórki na wysokości zamarzającej powierzchni i poruszenie komórki. Po utworzeniu się „płaszcz” o odpowiedniej grubości należy usunąć pozostały alkohol etylowy lub  $\text{CO}_2$  i przepłukać studnię niewielką ilością acetonu lub alkoholu etylowego oziębionego „suchym lodem”;
  - c) odtopienie płaszcz lodowego od studni poprzez:
    - napełnienie studni wodą lub umieszczenie w niej na chwilę pręta albo rurki szklanej,
    - sprawdzenie wirowania „płaszcz” przy energicznym obrocie komórki wokół pionowej osi;
  - d) wodą destylowaną oziębioną lodem o temperaturze około  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .
2. Komórkę należy przechowywać w specjalnym termostacie lodowym lub w naczyniu Dewara napełnionym rozdrobnionym lodem, uzupełniając w miarę potrzeby ilość lodu i usuwając wodę ze stopionego lodu. Komórka powinna być całkowicie otoczona lodem z wyjątkiem górnej części studni, której wlot należy zabezpieczyć przed przedostaniem się do niej lodu.
  3. Komórkę należy stosować do pomiarów nie wcześniej niż po 24 godzinach od zamrożenia.
  4. Podczas przygotowania komórki wszystkie czynności należy wykonywać w odpowiednich okularach ochronnych.

#### Pomiary w punkcie krzepnięcia indu, cyny, cynku, aluminium i srebra

- §15.1. Komórkę do realizacji punktu krzepnięcia należy umieścić w rurze kwarcowej lub metalowej o średnicy dopasowanej do średnicy tygła (maksymalny luz 2 mm). Elementy izolacyjne należy umieścić nad komórką (proszek aluminiowy lub przekładki ceramiczne). Rurę z tygłem umieścić w piecu.
2. Proces przemiany fazowej należy prowadzić zgodnie z rysunkiem kontrolując wzrost temperatury w piecu przy użyciu odpowiednio dobranego termometru oporowego lub termoelementu.



Proces realizacji punktów krzepnięcia składa się z następujących faz:

Faza 1. Temperatura nastawiona na piecu na wartość o  $(5 \div 10)$  °C wyższą od temperatury krzepnięcia.

etap I – szybkie nagrzewanie komórki,

etap II – topnienie metalu w komórce,

etap III – wygrzewanie – metal osiąga temperaturę pieca i przetrzymywany jest w tej temperaturze co najmniej przez 15 min.

Faza 2. Temperatura nastawiona na piecu na wartość o  $(0,5 \div 5)$  °C niższą od temperatury krzepnięcia.

etap IV – studzenie komórki metalu łącznie z piecem. Na wykresie widać charakterystyczne obniżenie temperatury poniżej temperatury krzepnięcia nazywane przechłodzeniem a spowodowane brakiem w metalu zarodków krystalizacji na początku krzepnięcia. Likwidację przechłodzenia można przyspieszyć przez chwilowe wyjęcie czujnika z tygla na czas  $(0,5 \div 1)$  min. w momencie przechładzania się metalu. Wyjmowanie nie jest wskazane w przypadku czujników o dużej bezwładności cieplnej oraz w temperaturze powyżej 450 °C,

etap V – proces krzepnięcia, w którym temperatura metalu jest stała aż do jego zakończenia. Długość procesu krzepnięcia (plateau) zależy od masy metalu, jego czystości oraz ustawionych parametrów pracy pieca. Proces krzepnięcia powinien trwać co najmniej 30 min.,

etap VI – koniec przemiany fazowej. Szybkość studzenia nie powinna przekraczać 100 °C/h dla temperatur powyżej 450 °C.

- §16.1. Proces nagrzewania komórki (§ 15 ust. 2 faza 1.) należy kontrolować przy pomocy czujnika prowadzącego umieszczonego w studni pomiarowej. Pomiar powinien być rejestrowany przez zapisywanie wyników co  $(5 \div 10)$  min. lub przy pomocy rejestratora. Po zmianie parametrów regulatora na temperaturę o  $(0,5 \div 5)$  °C niższą od temperatury krzepnięcia (§ 15 ust. 2 faza 2.) należy obserwować proces chłodzenia, zarejestrować przechłodzenie i wyjście z przechłodzenia, po którym rozpoczyna się proces krzepnięcia (plateau). Podczas trwania plateau należy wykonywać pomiary wzorcowanych czujników.
2. Komórki należy kontrolować okresowo, używając czujnika, którym sprawdzamy zgodność uzyskanych wyników z danymi z poprzedniej okresowej kontroli i danymi zawartymi w świadectwie uwierzytelnienia czujnika.

#### **Pomiary w punkcie potrójnym argonu, rtęci i w punkcie topnienia galu**

- §17.1. Pomiary należy przeprowadzać w specjalnych urządzeniach do realizacji punktów stałych postępując zgodnie z zaleceniami instrukcji obsługi urządzeń.
2. W celu wyeliminowania efektu przywierania termometru do elementów metalowych kriostatu w procesie realizacji punktu potrójnego argonu należy stosować hel.
3. Przy wzorcowaniu w punkcie potrójnym rtęci przy wykorzystaniu procesu krzepnięcia występuje przechłodzenie, z którym należy postępować podobnie jak w procesie przemiany fazowej opisanej w § 15 ust. 2. Przy wzorcowaniu w punkcie potrójnym rtęci przy wykorzystaniu procesu topnienia, proces krzepnięcia musi być przeprowadzony co najmniej na 24 godziny przed przeprowadzeniem pomiarów. W celu zapewnienia prawidłowej wymiany ciepła między czujnikiem i komórką wewnątrz studni wypełnia się alkoholem etylowym.
4. W celu zapewnienia prawidłowej wymiany ciepła pomiędzy czujnikiem a komórką w procesie realizacji punktu galu wewnątrz studni wypełnia się wodą destylowaną

#### **Wzorcowanie czujników II rzędu metodą porównawczą**

- §18.1. Wzorcowane czujniki II rzędu (jednocześnie nie więcej niż 3 szt.) i czujnik kontrolny I rzędu należy umieścić w piecu lub termostacie z blokiem metalowym tak, aby ich oporniki termometryczne znajdowały się na jednakowym poziomie zgodnie z § 10.
2. Wzorcowane czujniki i czujnik kontrolny I rzędu muszą posiadać podobną wartość oporności nominalnej.



3. Do mostka (kompensatora) na jedno wejście podłączyć czujnik kontrolny I rzędu, a na drugie czujnik wzorcowany.
4. Wzorcowanie czujników należy wykonywać w temperaturach nie różniących się od temperatur punktów stałych bardziej niż o 2,5 °C.
5. Dopuszczalna zmiana temperatury podczas wzorcowania nie może przekraczać  $\pm 0,01$  °C/min.
6. Do pomiarów w punkcie potrójnym wody czujniki wzorcowane (jednocześnie nie więcej niż 3 szt.) i czujnik kontrolny I rzędu należy umieścić w naczyniu Dewara tak, aby ich oporniki termometryczne znajdowały się na jednakowym poziomie - dopuszcza się dokonywanie pomiarów w punkcie topnienia lodu.
7. Ilość punktów wzorcowania oraz kolejność, w jakiej dokonuje się pomiarów, zależy od zakresu pomiarowego czujnika i jest podana w kolumnie 3 tablicy zamieszczonej w § 9 ust.2.
8. Pomiar w punkcie wzorcowania należy wykonywać w równych odstępach czasu. Kolejność pomiarów czujnikiem kontrolnym I rzędu i czujnikami wzorcowanymi powinna być następująca:
  - a) pomiar czujnikiem kontrolnym I rzędu,
  - b) pomiar czujnikami wzorcowanymi w kolejności od pierwszego do ostatniego,
  - c) pomiar czujnikiem kontrolnym I rzędu,
  - d) pomiar czujnikami wzorcowanymi w kolejności od ostatniego do pierwszego,
  - e) pomiar czujnikiem kontrolnym I rzędu.
9. Czynności wymienione w ust. 8 należy powtórzyć dwukrotnie dla każdego punktu wzorcowania. Rozstęp charakterystyki czujnika obliczony zgodnie z § 21 powinien spełnić wymagania § 20 przepisów o czujnikach termometrów oporowych.

## Opracowanie wyników pomiarów

### Obliczenie wartości oporności w punkcie potrójnym wody $R(0,01$ °C)

§19.1. Wartość oporności w punkcie potrójnym wody  $R(0,01$  °C) w metodzie mostkowej jest obliczana wg wzoru:

$$R(0,01 \text{ °C}) = R_s \cdot F(0,01 \text{ °C})$$

gdzie:  $R_s$  – wartość oporności opornika wzorcowego w  $\Omega$ ,

$R(0,01$  °C) – wartość oporności czujnika w punkcie potrójnym wody w  $\Omega$ ,

$F(0,01$  °C) – wartość funkcji  $F(t)$  dla  $t = 0,01$  °C.

2. Funkcja  $F(t)$  określa stosunek wielkości wejściowych (oporności czujnika do oporności opornika wzorcowego) w temperaturze  $t$ , i zależy od rodzaju przyrządu pomiarowego i stosowanej metody pomiarowej, może przybierać postać:

$$F(t) = N(t) \quad \text{dla mostka F 18 firmy ASL;}$$

$$F(t) = \frac{N(t)}{1 - N(t)} \quad \text{dla mostka firmy Tinsley;}$$

$$F(t) = \frac{1}{N(t)} \quad \text{dla mostka F 18 firmy ASL przy połączeniu odwrotnym:}$$

gdzie:  $N(t)$  - wielkość wskazywana przez przyrząd pomiarowy w temperaturze  $t$ .

Wzór definiujący tę funkcję jest podany na płycie czołowej przyrządu pomiarowego lub w jego instrukcji obsługi.

3. Do obliczeń należy podstawić średnie arytmetyczne ze wszystkich pomiarów w punkcie potrójnym wody.

### Obliczanie wartości $W(t)$ wzorcowanego czujnika w definicyjnych punktach stałych MST-90

§20.1. Z wyników pomiarów otrzymanych dla poszczególnych punktów stałych temperatury należy obliczyć średnie arytmetyczne.

2. Wartość  $W(t)$  dla każdego punktu stałego należy obliczyć wg wzoru:

$$W(t) = F(t)/F(0,01 \text{ } ^\circ\text{C})$$

gdzie:  $F(t)$  – funkcja określająca stosunek wielkości wejściowych w temperaturze  $t$  ustalona zgodnie z § 19 ust. 2,

$F(0,01 \text{ } ^\circ\text{C})$  – wartość funkcji  $F(t)$  dla  $t = 0,01 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

3. Do obliczenia  $W(t)$  należy brać wyniki pomiarów w punkcie potrójnym wody otrzymane bezpośrednio po pomiarze w temperaturze  $t$ .

### Obliczenie rozstępu charakterystyki czujnika

§ 21. Rozstęp charakterystyki czujnika w poszczególnych punktach wzorcowania oblicza się wg wzoru:

$$\Delta(t) = \frac{W_{\max} - W_{\min}}{dW/dt}$$

gdzie:  $\Delta(t)$  – rozstęp charakterystyki czujnika w temperaturze wzorcowania ( $t$ ) w  $^\circ\text{C}$ ,

$W_{\max}$  – maksymalna wartość  $W(t)$  w temperaturze ( $t$ ),

$W_{\min}$  – minimalna wartość  $W(t)$  w temperaturze ( $t$ ).

Wartość pochodnej  $dW/dt$  - dla poszczególnych punktów stałych podano w tablicy:

Punkt stały	$10^{-7}dW/dt$ 1/ $^\circ\text{C}$
pp Ar	43,4
pp Hg	40,4
pp H <sub>2</sub> O	39,9
pt Ga	39,5
pk In	38,0
pk Sn	37,0
pk Zn	35,0
pk Al	32,1
pk Ag	28,4

Wszystkie obliczenia należy wykonywać z taką dokładnością, aby błąd obliczeń był co do modułu co najmniej o rząd wielkości mniejszy od deklarowanej niepewności.

### Obliczenie funkcji $W(t)$ dla wzorcowanego czujnika

§22.1. Indywidualną charakterystykę wzorcowanego czujnika wyznacza się za pomocą funkcji odchyień  $W(t) - W_r(t)$  zamieszczonych w załączniku do przepisów o czujnikach termometrów oporowych.

2. Po obliczeniu wartości  $W(t)$  dla poszczególnych punktów stałych zgodnie z § 20 współczynniki funkcji odchylenia oblicza się wg wzorów zamieszczonych w tablicy załącznika nr 1.

$$A = M^{-1} \cdot Y$$

gdzie:  $A$  – wektor niewiadomych współczynników we wzorach na odchylenie (kolumna nr 5 tablicy),

$M$  – macierz wartości funkcji  $W$  w poszczególnych punktach wzorcowania (kolumna nr 3 tablicy),

Y – wektor odchyłeń  $W(t) - W_r(t)$  dla poszczególnych punktów stałych temperatury (kolumna nr 4 tablicy).

Działania na macierzach (odwracanie i mnożenie) mogą być wykonywane przy pomocy komputera wyposażonego w dowolny arkusz kalkulacyjny.

Przykład obliczania charakterystyki czujnika podano w załączniku nr 2.

### Obliczenie funkcji $W(t)$ dla wzorcowanego czujnika metodą porównawczą

§23.1. Z wyników pomiarów otrzymanych dla poszczególnych punktów wzorcowania należy obliczyć średnie arytmetyczne.

2. Wartość funkcji  $W(t)$  sprawdzanego czujnika dla każdej temperatury wzorcowania oblicza się wg wzoru:

$$W(t) = \frac{F(0,01^\circ\text{C})}{F(t)} W_w(t)$$

gdzie:  $W_w(t)$  – wartość funkcji  $W(t)$  czujnika kontrolnego w temperaturze  $t$  (obliczona z charakterystyki wzorcowania),

$F(t)$  – funkcja określająca stosunek wielkości wejściowych w temperaturze  $t$ , ustalona zgodnie z § 19 ust. 2,

$F(0,01^\circ\text{C})$  – funkcja  $F(t)$  w punkcie potrójnym wody lub w punkcie topnienia lodu.

3. Do obliczenia  $W(t)$  w temperaturze sprawdzania  $t$  należy brać wyniki pomiarów w punkcie sprawdzania  $F(t)$  i w punkcie potrójnym wody  $F(0,01^\circ\text{C})$  otrzymane bezpośrednio po pomiarze w tym punkcie.

§24. Indywidualną charakterystykę wzorcowanego czujnika wyznacza się zgodnie z postanowieniem § 22, przy czym do obliczeń należy podstawić wartości  $W(t)$  dla poszczególnych punktów wzorcowania wyznaczone zgodnie z § 23.

### Sprawdzanie czystości platyny

§25.1. Sprawdzanie czystości platyny należy wykonać na zgodność z wymaganiami § 7 przepisów o czujnikach termometrów oporowych.

2. W zależności od zakresu pomiarowego czujnika po wyznaczeniu funkcji  $W(t)$  zgodnie z § 22 należy obliczyć  $W(\text{Hg})$  lub  $W(\text{Ga})$  i  $W(\text{Ag})$ .

3. W przypadku wzorcowania czujnika metodą punktów stałych wartości  $W(\text{Hg})$  i  $W(\text{Ag})$  otrzymuje się z bezpośrednich pomiarów w tych punktach obliczając  $W$  zgodnie z § 20.

4. W przypadku gdy nie przeprowadzono wzorcowania w punkcie galu wartość funkcji  $W(\text{Ga})$  oblicza się wg wzoru podanego w kolumnie 6 tablicy zamieszczonej w załączniku nr 1 posługując się metodą interakcyjną.

5. Przy wzorcowaniu metodą porównawczą po wyznaczeniu zależności  $W(t)$  czujnika od temperatury ( $t$ ) zgodnie z § 22 i § 23 należy obliczyć  $W(\text{Hg})$  lub  $W(\text{Ga})$  i  $W(\text{Ag})$  w zależności od zakresu pomiarowego czujnika.

6. Otrzymane wartości  $W(\text{Hg})$ ,  $W(\text{Ga})$  i  $W(\text{Ag})$  należy porównać z wymaganiami § 7 przepisów o czujnikach termometrów oporowych i w przypadku ich niespełnienia czujnik należy uznać za niekwalifikujący się do uwierzytelnienia.

### Dokumentowanie wyników sprawdzenia

§26.1. Wyniki sprawdzenia należy odnotować w książce pomiarowej lub zapisze sprawdzania.

2. Jeżeli w wyniku sprawdzenia czujnika zatwierdzonego typu, zgłoszonego do uwierzytelnienia na wniosek zainteresowanego stwierdzono, że spełnia on wymagania przepisów o czujnikach termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu, wystawia się świadectwo uwierzytelnienia.

## Załącznik nr 1 do instrukcji sprawdzania czujników termometrów oporowych kontrolnych I i II rzędu

Tabela  
Wzory do obliczenia współczynników ( $a, b, c, d$ ) funkcji odchylen

Zakres temperatur °C	Punkty wzorcowania	M	Y	A	$W_r$
1	2	3	4	5	6
-189±0	Ar, Hg	$\frac{[W(\text{Ar}) - 1]}{[W(\text{Hg}) - 1]}$ $[W(\text{Ar}) - 1] \ln[W(\text{Ar})]$ $[W(\text{Hg}) - 1] \ln[W(\text{Hg})]$	$W(\text{Ar}) - W_r(\text{Ar})$ $W(\text{Hg}) - W_r(\text{Hg})$	a b	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1] \ln W(t)$
-39±30	Hg, Ga	$\frac{[W(\text{Hg}) - 1]}{[W(\text{Ga}) - 1]}$ $[W(\text{Hg}) - 1]^2$ $[W(\text{Ga}) - 1]^2$	$W(\text{Hg}) - W_r(\text{Hg})$ $W(\text{Ga}) - W_r(\text{Ga})$	a b	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1]^2$
0±30	Ga	$ W(\text{Ga}) - 1 $	$ W(\text{Ga}) - W_r(\text{Ga}) $	a	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1]$
0±157	In	$ W(\text{In}) - 1 $	$ W(\text{In}) - W_r(\text{In}) $	a	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1]$
0±232	In, Sn	$\frac{[W(\text{In}) - 1]}{[W(\text{Sn}) - 1]}$ $[W(\text{In}) - 1]^2$ $[W(\text{Sn}) - 1]^2$	$W(\text{In}) - W_r(\text{In})$ $W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})$	a b	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1]^2$
0±420	Sn, Zn	$\frac{[W(\text{Sn}) - 1]}{[W(\text{Zn}) - 1]}$ $[W(\text{Sn}) - 1]^2$ $[W(\text{Zn}) - 1]^2$	$W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})$ $W(\text{Zn}) - W_r(\text{Zn})$	a b	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1]^2$
0±660	Sn, Zn Al	$\frac{[W(\text{Sn}) - 1]}{[W(\text{Zn}) - 1]}$ $[W(\text{Sn}) - 1]^3$ $[W(\text{Zn}) - 1]^3$ $\frac{[W(\text{Sn}) - 1]}{[W(\text{Al}) - 1]}$ $[W(\text{Sn}) - 1]^3$ $[W(\text{Al}) - 1]^3$	$W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})$ $W(\text{Zn}) - W_r(\text{Zn})$ $W(\text{Al}) - W_r(\text{Al})$	a b c	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1]^2 - c[W(t) - 1]^3$
0±962	Sn, Zn, Al, Ag	$\frac{[W(\text{Sn}) - 1]}{[W(\text{Zn}) - 1]}$ $[W(\text{Sn}) - 1]^3$ $[W(\text{Sn}) - W(\text{Al})]^2$ $[W(\text{Zn}) - 1]^3$ $[W(\text{Zn}) - W(\text{Al})]^2$ $[W(\text{Al}) - 1]^3$ $[W(\text{Al}) - W(\text{Al})]^2$ $[W(\text{Ag}) - 1]^3$ $[W(\text{Ag}) - W(\text{Al})]^2$	$W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})$ $W(\text{Zn}) - W_r(\text{Zn})$ $W(\text{Al}) - W_r(\text{Al})$ $W(\text{Ag}) - W_r(\text{Ag})$	a b c d	$W_r(t) = W(t) - a[W(t) - 1] - b[W(t) - 1]^2 - c[W(t) - 1]^3 - d[W(t) - W(\text{Al})]^2$

**Załącznik nr 2 do instrukcji sprawdzania  
czujników termometrów oporowych  
kontrolnych I i II rzędu**

### Przykład obliczania charakterystyki czujnika i temperatury pomiaru

Mierząc czujnikiem temperaturę odczytano jego oporność 44,99532  $\Omega$ .

W celu wyznaczenia mierzonej temperatury należy:

1. Ze świadectwa wzorcowania czujnika o zakresie pomiarowym (0÷420) °C odczytać następujące dane:

$$W(Sn)=1,89258923,$$

$$W(Zn)=2,56849821,$$

$$R(0,01 \text{ } ^\circ\text{C})=24,98838 \text{ } \Omega.$$

2. Wartości niewiadomych współczynników (a,b ...) we wzorze na odchylenie zgodnie z § 24 obliczamy wg wzoru:

$$A=M^{-1} \cdot Y$$

Wartości A, M i Y podane są dla różnych zakresów wzorcowania w kolumnach 3, 4 i 5 tabeli załącznika nr 1

Dla zakresu 0 °C do 420 °C macierz M i wektor Y ma postać:

$$M = \begin{vmatrix} (1,89258923 - 1) & (1,89258923 - 1)^2 \\ (2,56849821 - 1) & (1,89258923 - 1)^2 \end{vmatrix}$$

$$Y = \begin{vmatrix} (1,89258923 - 1,89279768) \\ (2,56849821 - 2,56891730) \end{vmatrix}$$

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$A = \begin{vmatrix} (1,89258923 - 1) & (1,89258923 - 1)^2 \\ (2,56849821 - 1) & (1,89258923 - 1)^2 \end{vmatrix}^{-1} \cdot \begin{vmatrix} (1,89258923 - 1,89279768) \\ (2,56849821 - 2,56891730) \end{vmatrix}$$

stąd

$$A = \begin{vmatrix} -0,00024110 \\ -0,00001663 \end{vmatrix}$$

3. Wartość funkcji  $W_r$  w mierzonej temperaturze  $t$  obliczamy wg wzoru podanego w kolumnie 6 tabeli załącznika nr 1 dla zakresu 0 °C do 420 °C.

$$W_r = W + 0,00024110 (W-1) + 0,00001663 (W-1)^2$$

gdzie wartość funkcji  $W$  w mierzonej temperaturze  $t$  obliczamy wg wzoru:

$$W = R(t)/R(0,01 \text{ } ^\circ\text{C})$$

stąd

$$W = 44,99532/24,98838 = 1,80064974$$

po podstawieniu do wzoru wartości  $W$  otrzymujemy:

$$W_r = 1,80064974 + 0,00024110(1,80064974 - 1) + 0,00001663 (1,80064974 - 1)^2$$

stąd

$$W_r = 1,80085344$$

4. Wartość mierzonej czujnikiem temperatury otrzymujemy ze wzoru dla funkcji odniesienia (wzór 5 zamieszczony w załączniku do przepisów o czujnikach termometrów oporowych) po podstawieniu wartości  $W_r$  obliczonej w poprzednim punkcie:

$$t = 207,26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4

**ZARZĄDZENIE NR 17**  
**PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**  
z dnia 28 września 1998 r.

**w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania kontrolnych wzorców chropowatości powierzchni do wzorcowania profilometrów stykowych**

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248, z 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121, poz. 770) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania kontrolnych wzorców chropowatości powierzchni do wzorcowania profilometrów stykowych, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości kontrolnych wzorców chropowatości powierzchni do wzorcowania profilometrów stykowych z wymaganiami przepisów metrologicznych o kontrolnych wzorcach chropowatości powierzchni do wzorcowania profilometrów stykowych, wprowadzonych zarządzeniem nr 67 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 20 maja 1996 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 13, poz. 74), zwanych dalej „przepisami o wzorcach”.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 17  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
z dnia 28 września 1998 r. (poz. 4)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA**  
**KONTROLNYCH WZORCÓW CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI**  
**DO WZORCOWANIA PROFILOMETRÓW STYKOWYCH**

**Przedmiot sprawdzania**

- § 1. Instrukcja dotyczy sprawdzania kontrolnych wzorców chropowatości powierzchni, zwanych dalej „wzorcami”, do wzorcowania wskazań parametru  $R_a$  profilometrów stykowych.

**Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane do sprawdzania**

- § 2. Do sprawdzania wzorca potrzebne są:
- 1) lupa o powiększeniu co najmniej ośmiokrotnym,
  - 2) profilografometr stykowy (typu laboratoryjnego) ze świadectwem wzorcowania,
  - 3) płaska płytką interferencyjna.

## Warunki sprawdzania

§ 3.1. Sprawdzenia wzorców należy dokonywać w następujących warunkach:

- 1) pomieszczenie, w którym dokonuje się sprawdzania, powinno być jasne, czyste, odizolowane od wstrząsów,
  - 2) temperatura powietrza w pomieszczeniu powinna wynosić  $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ,
  - 3) zmiana temperatury powietrza w pomieszczeniu w czasie sprawdzania nie powinna przekraczać  $1 ^\circ\text{C}$ ,
  - 4) wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu nie powinna przekraczać 55 %,
  - 5) napięcie zasilania powinno być stabilizowane.
2. Przed przystąpieniem do sprawdzania należy powierzchnię pomiarową wzorca przemyć spirytusem etylowym lub eterem i wytrzeć do sucha czystą ściereczką irchową.
3. Sprawdzany wzorec oraz przyrządy pomiarowe stosowane do sprawdzania powinny się znajdować w warunkach podanych w ust. 1 przez co najmniej 12 godzin.

## Przebieg sprawdzania

§ 4. Sprawdzenie wzorca obejmuje:

- 1) oględziny zewnętrzne,
- 2) sprawdzenie materiału, konstrukcji i wykonania,
- 3) sprawdzenie charakterystyk metrologicznych,
- 4) określenie niepewności rozszerzonej wyznaczenia średniej wartości parametru  $R_{a\text{śr}}$ .

## Oględziny zewnętrzne

§ 5. Podczas oględzin zewnętrznych należy sprawdzić, czy:

- 1) oznaczenia na wzorcu są zgodne z wymaganiami § 9 i 10 przepisów o wzorcach,
- 2) na powierzchni wzorca w strefie pomiaru nie ma pęcherzy, rys i innych uszkodzeń widzianych za pomocą lupy,
- 3) wzorec wykonany z metalu nie jest namagnesowany; wzorec wykazujący właściwości magnetyczne należy odmagnesować.

## Sprawdzanie materiału, konstrukcji i wykonania

§ 6. Należy sprawdzić, czy materiał, konstrukcja i wykonanie wzorca odpowiadają wymaganiom przepisów o wzorcach.

§ 7. Średni odstęp nierówności  $S_m$  wzorców typu C1, C2, C3 i C4 oraz kąt pochylenia nierówności  $\alpha$  wzorców typu C2 należy sprawdzić za pomocą profilografometru stykowego podczas sprawdzania charakterystyk metrologicznych zgodnie z § 9.

§ 8. Należy sprawdzić, czy wymiary strefy pomiaru oznakowanej na powierzchni pomiarowej wzorca odpowiadają wymaganiom § 9 przepisów o wzorcach.

## Sprawdzanie charakterystyk metrologicznych

§ 9.1. Charakterystyki metrologiczne wzorca:

- 1) średnią wartość parametru  $R_{a\text{śr}}$ ,

- 2) względne odchylenie średnie kwadratowe  $s$  parametru  $R_a$  oraz
  - 3) względne odchylenie  $\delta$  średniej wartości parametru  $R_{a\text{ sr}}$  od wartości nominalnej  $R_{a\text{ nom}}$  (podanej przez wytwórcę)  
należy wyznaczyć za pomocą profilografometru stykowego wymienionego w § 2 pkt 2.
  2. Średnią wartość parametru  $R_{a\text{ sr}}$  wzorca należy wyznaczyć dla każdego stosowanego ostrza odwzorowującego i każdej charakterystyki przenoszenia filtru lub filtrów, przy których może być wzorzec stosowany; graniczna długość fali  $\lambda_B$  filtru jest równa długości odcinka elementarnego  $l$  podanego przez wytwórcę.
  3. Jeżeli wytwórcza nie podał długości odcinka elementarnego  $l$ , przy której wyznaczono wartość parametru  $R_{a\text{ nom}}$  wzorca, należy – przed przystąpieniem do sprawdzania parametrów wyszczególnionych w ust. 1 – wyznaczyć za pomocą profilografometru stykowego wartość parametru  $S_m$  (profilu niefiltrowanego) i przyjąć taką długość odcinka elementarnego, która jest najbliższa wartości  $10 \cdot S_m$ .
- §10.1. Przed przystąpieniem do wyznaczania średniej wartości parametru  $R_{a\text{ sr}}$  wzorca należy przygotować profilografometr stykowy w następujący sposób:
- 1) zastosować czujnik pomiarowy z ostrzem odwzorowującym o promieniu zaokrąglenia, do którego odnosi się wartość nominalna parametru; jeżeli wytwórcza nie podał wartości promienia zaokrąglenia ostrza odwzorowującego, zaleca się stosowanie ostrza o promieniu  $2\ \mu\text{m}$ ,
  - 2) zastosować ślizgacz o takim promieniu i tak usytuowany, aby w czasie sprawdzania wzorca ślizgacz przesunął się po wierzchołkach nierówności wzorcowych, bez zagłębiania się w te nierówności; w przeciwnym wypadku ślizgacz należy usunąć i ustalić warunki pracy profilografometru bez ślizgacza,
  - 3) wybrać rodzaj filtru oraz graniczną długość fali zgodnie z zaleceniami podanymi w § 9 ust. 2 i 3,
  - 4) nastawić możliwie szerokie pasmo przenoszenia profilografometru, o ile posiada on taką możliwość,
  - 5) dobrać zakres pomiarowy profilografometru w zależności od wartości nominalnej parametru  $R_{a\text{ nom}}$  sprawdzanego wzorca,
  - 6) dobrać prędkość przesuwu czujnika pomiarowego, właściwą dla określenia wartości parametru  $R_a$ ,
  - 7) ustalić długość odcinka pomiarowego  $l_n$ ; zaleca się, aby długość odcinka pomiarowego była równa pięciu długościom odcinka elementarnego  $l$ .
2. Sprawdzić wpływ warunków zewnętrznych oraz łańcucha pomiarowego profilografometru stykowego na jego wskazania, określając wartość średnią parametru  $R_{z\text{ sr}}$  powierzchni pomiarowej płaskiej płytki interferencyjnej. W tym celu należy wykonać pomiary w pięciu miejscach pomiarowych tej płytki w warunkach wymienionych w ust. 1.
- §11. Po przeprowadzeniu czynności przygotowawczych należy:
- 1) ustawić sprawdzany wzorzec na stoliku pomiarowym profilografometru stykowego tak, aby możliwe było zachowanie odpowiedniego kierunku pomiaru i aby powierzchnia pomiarowa wzorca była równoległa do kierunku przesuwu wzdłużnego czujnika pomiarowego,
  - 2) zabezpieczyć wzorzec przed przesuwaniem się,
  - 3) ustawić wzorzec i profilografometr stykowy tak, aby zapewnić prawidłowe odwzorowanie nierówności wzorcowych (w przekrojach prostokątnych do kierunku nierówności), obserwowane na monitorze profilografometru lub na taśmie zapisowej rejestratora,
  - 4) wykonać pomiary w co najmniej dwunastu miejscach powierzchni pomiarowej wzorca ( $n = 12$ ), rozłożonych równomiernie w obszarze strefy pomiaru, i zapisać wartości parametru  $R_{a\text{ pi}}$  wskazane przez profilografometr, w  $\mu\text{m}$ ,
  - 5) obliczyć wartości parametru  $R_{a\text{ i}}$  (w  $\mu\text{m}$ ) sprawdzanego wzorca, uwzględniając współczynnik korekcyjny  $f$  dla zastosowanego zakresu pomiarowego profilografometru (ze świadectwa wzorcowania), charakteryzujący błąd wskazania przyrządu, według wzoru:



$$R_{a i} = f \cdot R_{a p i},$$

- 6) obliczyć wartość średnią parametru  $R_{a \text{ sr}}$ , w  $\mu\text{m}$ ,  
 7) obliczyć względne odchylenie średnie kwadratowe  $s$  parametru  $R_{a \text{ p}}$ , charakteryzujące niejednorodność powierzchni pomiarowej wzorca, według wzoru:

$$s = \frac{1}{R_{a \text{ sr}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{a i} - R_{a \text{ sr}})^2}{n-1}} \cdot 100 \%,$$

- 8) obliczyć względne odchylenie  $\delta$  średniej wartości parametru  $R_{a \text{ sr}}$  od wartości nominalnej  $R_{a \text{ nom}}$  (podanej przez wytwórcę) według wzoru:

$$\delta = \frac{R_{a \text{ sr}} - R_{a \text{ nom}}}{R_{a \text{ nom}}} \cdot 100 \%.$$

### Określenie niepewności rozszerzonej wyznaczenia średniej wartości parametru $R_{a \text{ sr}}$

§12.1. Niepewność rozszerzoną  $U$ , w  $\mu\text{m}$ , wyznaczenia średniej wartości parametru  $R_{a \text{ sr}}$  należy określić według wzoru:

$$U = k \cdot u_c,$$

gdzie:

$k$  – współczynnik rozszerzenia. W danym przypadku przyjęto  $k = 2$ .

$u_c$  – złożona niepewność standardowa wyznaczenia średniej wartości parametru  $R_{a \text{ sr}}$  obliczona według ust. 2.

2. Złożona niepewność standardowa  $u_c$  wyznaczenia średniej wartości parametru  $R_{a \text{ sr}}$  obliczana jest według wzoru:

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{Bf}^2 + u_{BR}^2},$$

gdzie:

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{a i} - R_{a \text{ sr}})^2}{n(n-1)}},$$

$R_{a i}$ ,  $R_{a \text{ sr}}$ ,  $n$  – według §11,

$u_{Bf} = R_{a \text{ sr}} \cdot u_{cf}$  – składnik niepewności standardowej zależny od wyznaczonej średniej wartości parametru  $R_{a \text{ sr}}$  oraz złożonej niepewności standardowej  $u_{cf}$  wyznaczenia wartości współczynnika korekcyjnego  $f$  dla zastosowanego zakresu pomiarowego profilografometru; wartość  $u_{cf}$  należy wziąć ze świadectwa wzorcowania przyrządu,

$u_{BR} = \frac{\Delta R_{a \text{ max}}}{\sqrt{3}}$  – składnik niepewności standardowej zależny od niejednorodności sprawdzanej powierzchni wzorcowej kontrolnego wzorca chropowatości przy założeniu rozkładu prostokątnego otrzymanych wartości parametru  $R_{a i}$ ; wartość  $\Delta R_{a \text{ max}}$  jest maksymalną wartością z otrzymanych różnic  $\Delta R_a = R_{a i} - R_{a \text{ sr}}$ , w  $\mu\text{m}$ .

## Zakres sprawdzania

§13. Sprawdzenia wymienione w § 7–8 i w §11 pkt 8 mogą być pominięte podczas kontroli metrologicznych innych niż zatwierdzanie typu.

## Dokumentowanie wyników sprawdzania

§14.1. Wyniki sprawdzenia wzorca należy odnotować w zapisce sprawdzania.

2. Zapiska sprawdzania powinna zawierać co najmniej:

- 1) numer zgłoszenia,
- 2) dane identyfikacyjne zgłaszającego,
- 3) typ wzorca i numer fabryczny,
- 4) wartości nominalne parametru  $R_{a\text{ nom}}$  powierzchni wyznaczone przez wytwórcę dla każdego stosowanego ostrza odwzorowującego i każdej charakterystyki przenoszenia filtru, przy której może być stosowany wzorzec,
- 5) promień lub promienie zaokrąglenia ostrzy odwzorowujących profilografometru stykowego, które zastosowano do sprawdzania,
- 6) rodzaj prowadzenia czujnika pomiarowego (ze ślizgaczem lub bez ślizgacza),
- 7) rodzaj zastosowanego filtru lub filtrów,
- 8) graniczną długość fali filtru lub filtrów zastosowanych do sprawdzania,
- 9) średnią wartość parametru  $R_{z\text{ sr}}$  otrzymaną dla powierzchni pomiarowej płaskiej płytki interferencyjnej,
- 10) średnią wartość parametru  $R_{a\text{ sr}}$ ,
- 11) względne odchylenie średnie kwadratowe  $s$  parametru  $R_a$ ,
- 12) niepewność wyznaczenia średniej wartości parametru  $R_{a\text{ sr}}$ ,
- 13) datę sprawdzenia,
- 14) podpis sprawdzającego.

## 5

**ZARZĄDZENIE NR 19**  
**PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**  
z dnia 12 października 1998 r.

**w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania wag automatycznych odważających**

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248 i z 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121, poz. 770) zarządza się co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania wag automatycznych odważających, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja określa metody sprawdzania zgodności właściwości wag automatycznych odważających z wymaganiami przepisów metrologicznych o wagach automatycznych odważających, wprowadzonych zarządzeniem nr 117 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 26 czerwca 1996 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 20, poz. 125).
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 19  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
z dnia 12 października 1998 r. (poz. 5)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA**  
**WAG AUTOMATYCZNYCH ODWAŻAJĄCYCH**

**Przyrządy pomiarowe i materiały pomocnicze stosowane do sprawdzania**

- § 1.1. Do sprawdzania wag automatycznych odważających powinny być stosowane przyrządy pomiarowe:
- 1) wzorce masy IV rzędu odpowiadające wymaganiom przepisów metrologicznych o wzorcach masy stosowanych do sprawdzania wag nieautomatycznych klasy dokładności 2, 3 i 4 oraz wag automatycznych, wprowadzonych zarządzeniem nr 41 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 23 grudnia 1994 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 10, poz. 27), zwane dalej „wzorcami masy”,
  - 2) waga kontrolna do wyznaczania wartości poprawnej masy materiału użytego do sprawdzania, której błędy wskazań nie powinny przekraczać 1/5 błędów granicznych dopuszczalnych sprawdzanej wagi albo 1/3 tych błędów w przypadku, gdy waga kontrolna sprawdzona jest bezpośrednio przed sprawdzaniem wagi automatycznej odważającej; jako waga kontrolna może być także użyty zespół wagowy sprawdzanej wagi,
2. Do sprawdzania wagi w warunkach użytkowania powinien być użyty materiał, do ważenia którego waga jest stosowana. Minimalna masa materiału określona jest w przepisach metrologicznych o wagach automatycznych odważających, zwanych dalej „przepisami o WAO”.

## Przebieg sprawdzania

- § 2.1. Sprawdzanie wagi powinno odbywać się w miejscu jej zainstalowania w warunkach właściwego stosowania.
2. Zgłaszający wagę powinien dostarczyć przyrządy do sprawdzania wymienione w § 1 ust. 1, zapewnić materiał ważony oraz środki jego transportu jak również udział personelu pomocniczego.
- § 3. Sprawdzanie wag obejmuje następujące czynności:
- 1) sprawdzenie konstrukcji, wykonania i oznaczeń,
  - 2) sprawdzenie charakterystyk metrologicznych.

### Sprawdzanie konstrukcji, wykonania i oznaczeń

- § 4.1. Waga zgłoszona do sprawdzania powinna być:
- 1) zainstalowana w miejscu jej użytkowania, tj. połączona konstrukcyjnie z urządzeniami doprowadzającymi i odprowadzającymi materiał ważony,
  - 2) kompletna i sprawna technicznie,
  - 3) bez zanieczyszczeń i rdzy.
2. Sprawdzanie konstrukcji i wykonania wagi polega na szczegółowych oględzinach wagi i jej zespołów w czasie działania wagi w warunkach użytkowania.
- § 5. Podczas oględzin wagi należy sprawdzić, czy:
- 1) spełnione są wymagania dotyczące konstrukcji, wykonania i działania zespołu wagowego, określone w przepisach metrologicznych o wagach nieautomatycznych klasy dokładności 2, 3 i 4 ogólnego przeznaczenia, wprowadzonych zarządzeniem nr 40 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 23 grudnia 1994 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 10, poz. 26).
  - 2) zespół wagowy wyposażony jest w regulator masy porcji (wagi określone w § 2 ust. 2 przepisów o WAO) albo w urządzenie wskazujące wynik ważenia każdej porcji (wagi określone w §2 ust. 3 przepisów o WAO),
  - 3) automatyczny podajnik towaru (materiału) zapewnia podawanie materiału z wystarczającą i stałą wydajnością,
  - 4) zbiornik ładunkowy jest całkowicie opróżniany po każdym odważeniu porcji lub czy wynik ważenia porcji jest niezależny od pozostałości materiału w zbiorniku po jego opróżnieniu,
  - 5) zespół sterujący umożliwia zatrzymywanie automatycznego cyklu ważenia po napełnieniu i opróżnieniu zbiornika w wagach, których zespół wagowy stosowany będzie jako waga kontrolna,
  - 6) zespół sumujący masę zawiera liczydło główne, sumujące liczbę odważonych porcji lub ich masę,
  - 7) wartość działki sumowania  $d_t$  liczydeł sumujących masę jest jednakowa i zawarta w przedziale określonym w przepisach o WAO,
  - 8) wymagane oznaczenia podane są na wadze lub na tabliczce znamionowej połączonej na stałe z wagą.

### Sprawdzanie charakterystyk metrologicznych

- § 6. Sprawdzenie charakterystyk metrologicznych wagi obejmuje następujące czynności:
- 1) sprawdzenie wagi przy obciążeniu statycznym,
  - 2) sprawdzenie wagi przy automatycznym ważeniu towaru.

### Sprawdzanie wagi przy obciążeniu statycznym

- § 7.1. Sprawdzeniu przy obciążeniu statycznym podlegają jedynie wagi, których zbiornik ładunkowy przystosowany jest do obciążenia go wzorcami masy oraz wagi, których zespół wagowy stosowany będzie jako waga kontrolna.
2. Sprawdzenie wagi wykonywane jest przy pomocy wzorców masy w sposób określony w instrukcji sprawdzania wag nieautomatycznych klasy dokładności 2, 3 i 4 ogólnego przeznaczenia, wprowadzonej zarządzeniem nr 173 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 15 grudnia 1995 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 31, poz. 170). Waga powinna spełniać wymagania dla wag nieautomatycznych klasy dokładności 3, odpowiednio do przyjętej wartości działki legalizacyjnej  $e$ , oznaczonej na wadze. Sprawdzenie może być wykonywane tylko przy obciążeniu wzrastającym. Sprawdzenie przy obciążeniu niecentrycznym może być pominięte.
  3. W wagach wyposażonych w regulator masy porcji sprawdza się zakres tego regulatora. W tym celu przy dowolnym obciążeniu wagi ustawia się regulator w obu skrajnych położeniach i równowagę wagę wzorcami masy. Różnica między masą wzorców w obu tych położeniach jest równa zakresowi regulatora, który nie powinien przekraczać 2 %  $Max$ .
  4. W wagach mechanicznych wyposażonych w urządzenie do ważenia resztek sprawdza się dokładność tego urządzenia. W tym celu urządzenie zeruje się i wyznacza się błędy wskazań dla jego zakresu pomiarowego obciążając wagę wzorcami masy w sposób określony w ust. 2.
  5. Przed sprawdzeniem wagi należy sprawdzić obciążniki wag mechanicznych służące do równoważenia masy ładunku; powinny one spełniać wymagania dokładności określone w przepisach metrologicznych o odważnikach handlowych zwyczajnych (klasa dokładności 5), wprowadzonych zarządzeniem nr 12 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 18 lutego 1995 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 3, poz. 16).

### Sprawdzanie wagi przy automatycznym ważeniu

- § 8.1. Sprawdzenie wagi przy automatycznym ważeniu materiału polega na wyznaczeniu błędu względnego  $b$  wskazania wagi, stanowiącego wyrażoną w procentach różnicę między wskazaniem  $W$  wagi a wartością poprawną  $M$  masy materiału użytego do sprawdzenia.

Błąd względny wskazania wagi, wyrażony w procentach, wyznacza się z zależności:

$$b = \frac{W - M}{M} \cdot 100 \%$$

2. Do sprawdzenia wagi stosuje się materiał, ważony przez wagę w warunkach normalnych użytkowania, o masie co najmniej równej minimalnej masie sumowanej  $m_{\min}$ , określonej w § 13 ust. 4 przepisów o WAO.
3. Wartość poprawną  $M$  masy materiału użytego do sprawdzenia wagi wyznacza się przez ważenie statyczne na wadze kontrolnej, którą może być:
  - 1) oddzielna waga nieautomatyczna o odpowiednim obciążeniu maksymalnym, takim aby masa materiału mogła być wyznaczona przez nie więcej niż dwa ważenia cząstkowe, albo
  - 2) zespół wagowy sprawdzanej wagi, służący do ważenia materiału odważonego w każdym cyklu, po zatrzymaniu systemu automatycznego ważenia.
4. W czasie sprawdzania wagi wykonuje się trzy próby - przy obciążeniach:  $Min$ ,  $Max$  i 60 %  $Max$ . W przypadkach, gdy waga użytkowana jest przy określonym obciążeniu, a nie w całym zakresie, sprawdzenie może być ograniczone do prób przy obciążeniu eksploatacyjnym.
5. Masa materiału użytego do każdej próby powinna być co najmniej równa minimalnej masie sumowanej  $m_{\min}$ , a liczba cykli ważenia nie powinna być mniejsza niż 5.

6. Sprawdzenie wagi wykonuje się w normalnych warunkach eksploatacyjnych. Dotyczy to częstotliwości odważania oraz pracy urządzeń współpracujących z wagą (podajniki, przenośniki, urządzenia odpylające).
7. Kolejność czynności przy sprawdzaniu wagi dla każdej próby jest następująca:
  - 1) wagę uprzednio wyregulowaną włącza się do systemu automatycznego ważenia wraz z urządzeniami współpracującymi w czasie normalnej eksploatacji wagi,
  - 2) po wykonaniu co najmniej pięciu cykli ważenia, potrzebnych dla ustabilizowania się normalnych warunków pracy wagi, system automatycznego ważenia zatrzymuje się, zeruje się wagę nieobciążoną i rejestruje początkowe wskazanie  $W_p$  wagi (wskazanie głównego liczydła zespołu sumującego masę),
  - 3) włącza się system automatycznego ważenia i odważa się ustaloną dla danej próby masę materiału, odpowiadającą określonej liczbie cykli ważenia zgodnie z ust. 5; system automatycznego ważenia wagi, której zespół wagowy stosowany jest jako waga kontrolna, zatrzymuje się wraz z urządzeniami współpracującymi w każdym cyklu w celu wyznaczenia poprawnej masy materiału odważonego, zgodnie z ust. 3 pkt 2,
  - 4) po odważeniu materiału dla danej próby zatrzymuje się system automatycznego ważenia i odczytuje końcowe wskazanie  $W_k$  wagi; wskazanie  $W$  wagi dla danej próby jest równe różnicy między wskazaniami: końcowym  $W_k$  i początkowym  $W_p$  ( $W = W_k - W_p$ ),
  - 5) materiał użyty w czasie danej próby waży się na wadze kontrolnej:
    - a) oddzielnej, do której materiał jest transportowany w całości lub w częściach zgodnie z ust. 3 pkt 1, zwracając uwagę aby w czasie między ważeniami na wadze sprawdzanej i kontrolnej nie nastąpiła zmiana masy materiału, np. na skutek ubytków lub zawilgocenia; wskazanie wagi kontrolnej stanowi poprawną masę  $M$  materiału, albo
    - b) stanowiącej zespół wagowy sprawdzanej wagi wyznaczając po wyłączeniu systemu automatycznego ważenia, masę porcji materiału odważonego w każdym cyklu, jako różnicę wskazań wagi po napełnieniu zbiornika i po jego opróżnieniu (dla wag mechanicznych wskazanie przy opróżnionym zbiorniku wyznacza się na początku i końcu próby) oraz sumując masę wszystkich porcji materiału użytego w danej próbie; suma ta stanowi poprawną masę  $M$  materiału,
  - 6) wyniki wszystkich prób sprawdzenia wagi wpisuje się do zapiski sprawdzenia i oblicza się błędy  $b$  wskazania wagi dla każdej próby z zależności podanej w ust. 1; wartości błędów  $b$  wyrażone w procentach porównuje się z błędami granicznymi dopuszczalnymi.

### Dokumentowanie wyników sprawdzenia

- § 9.1. Wyniki sprawdzenia wagi należy wpisać do zapiski sprawdzania. Wzór zapiski sprawdzania podany jest w załączniku nr 1 do niniejszej instrukcji. Przykład zapiski sprawdzania wagi mechanicznej, której zespół wagowy stosowany był jako waga kontrolna, podany jest w załączniku nr 2.
2. Jeżeli w wyniku sprawdzenia stwierdzono, że waga zatwierdzonego typu spełnia wymagania przepisów o WAO, to:
    - 1) na wagę nakłada się cechę legalizacyjną lub cechę uwierzytelnienia, albo
    - 2) wydaje się świadectwo legalizacji lub świadectwo uwierzytelnienia, gdy waga nie jest przystosowana do nakładania cechy, lub na wniosek zgłaszającego.
  3. Na wagę mogą być nakładane cechy urzędu, zabezpieczające połączenia jej zespołów konstrukcyjnych lub dostęp do elementów regulacyjnych.
  4. Miejsca i sposób nakładania cech podawane są w decyzji o zatwierdzeniu typu wagi.

Załącznik nr 1  
do instrukcji sprawdzania  
wag automatycznych odważających

### Wzór

pieczętka urzędu

## ZAPISKA SPRAWDZANIA WAGI AUTOMATYCZNEJ ODWAŻAJĄCEJ

Nr zgłoszenia: .....  
Zgłaszający: .....  
Właściciel: .....  
Miejsce ustawienia wagi: .....  
Data sprawdzenia ..... Sprawdził: .....

### Charakterystyka wagi:

Wytwórca ..... Znak fabryczny .....  
Nr fabryczny ..... Znak typu .....

Obciążenie maksymalne	$Max = \dots\dots\dots$ kg
Obciążenie minimalne	$Min = \dots\dots\dots$ kg
Klasa dokładności	.....
Wartość działki legalizacyjnej	$e = \dots\dots\dots$ kg
Wartość działki sumowania	$d_i = \dots\dots\dots$ kg
Minimalna masa sumowana	$m_{min} = \dots\dots\dots$ kg lub t
Rodzaj materiału ważonego	.....
Zakres temperatury pracy	od ..... °C do ..... °C
Wartość nominalna napięcia i częstotliwości prądu zasilającego	..... V, ..... Hz
Ciśnienie zasilania pneumatycznego	..... Pa
Rodzaj wagi: odważanie porcji o stałej masie, ważenie każdej porcji	.....
Budowa wagi	.....

### Sprawdzenie wagi przy obciążeniu statycznym

Wartość działki elementarnej w czasie sprawdzania  $d = \dots\dots\dots$   
Wartość błędu wskazania  $b = W - m$  albo  $b^* = W + 0,5d - \Delta m^* - m$

## Wyznaczenie błędów i rozrzutu wskazań oraz pobudliwości lub czułości (§ 7 ust. 2)

1 Oględziny zewnętrzne: zerowanie, sprawdzenie programu kontrolnego	3 Sprawdzenie dokładności wskazań						Błędy graniczne dopuszczalne																		
	Obciążenie $m$	Wskazanie $W$ ↓ ↑		Dokładka $\Delta m^*$ ↓ ↑		Błąd wskazań $b$ lub $b^*$ ↓ ↑																			
2 Niecentryczne obciążenie pomostu  $m =$ <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">3</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">1</td><td style="border: 1px solid black;">4</td></tr> <tr><td colspan="2" style="border: none;">0</td></tr> </table> </div>  <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Błąd wsk.</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>	2	3	1	4	0			0	1	2	3	4	Błąd wsk.												
	2	3																							
	1	4																							
	0																								
		0	1	2	3	4																			
	Błąd wsk.																								
4 Zakres rozrzutu wskazań  $m_1 = \dots\dots\dots$ $m_2 = \dots\dots\dots$ $m_3 = \dots\dots\dots$	5 Pobudliwość lub czułość  $\Delta m$ $\Delta W$ lub $\Delta I$  $m_1 = \dots\dots\dots$ ; $\dots\dots\dots$ $m_2 = \dots\dots\dots$ ; $\dots\dots\dots$ $m_3 = \dots\dots\dots$ ; $\dots\dots\dots$																								

\* Stosuje się gdy wskazanie jest cyfrowe  
 $\Delta m$  - dodatkowe obciążenie  
 $\Delta I$  - przemieszczenie wskaźnika równowagi  
 $\Delta W$  - zmiana wskazania

## Wyznaczenie zakresu regulatora masy porcji (§ 7 ust. 3)

Masa wzorców równoważących wagę przy położeniu regulatora:

- skrajnym 1

 $m_1 = \dots\dots\dots$ 

- skrajnym 2

 $m_2 = \dots\dots\dots$ zakres regulatora  $Z$  $Z = |m_1 - m_2| = \dots\dots\dots$ 

## Sprawdzenie urządzenia do ważenia resztek (§ 7 ust. 4)

Obciążenie $m$	Wskazanie $W$	Błąd wskazań $b$	Błędy graniczne dopuszczalne

## Sprawdzenie wagi przy automatycznym ważeniu (§ 8)

Materiał ważony ..... Temp. .... °C

Minimalna masa sumowana ..... kg Godzina .....



**Sprawdzenie przy użyciu wagi kontrolnej oddzielnej (§ 8 ust. 3, pkt 1)**

Próba	1	2	3
Masa porcji			
Liczba cykli ważenia			
Wskazanie końcowe $W_k$			
Wskazanie początkowe $W_p$			
Wskazanie wagi $W = W_k - W_p$			
Wskazanie wagi kontrolnej: poprawna masa $M$ materiału			
Błąd wskazania $b = W - M$			
Błąd względny $b$ wyrażony w procentach $b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \%$			
Błędy graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi			

**Charakterystyka wagi kontrolnej**

Wytwórca ..... Rodzaj wagi .....  
 Znak fabryczny ..... Klasa dokładności .....  
 Max: .....  $e =$  .....  $d =$  .....

**Sprawdzenie przy użyciu wagi kontrolnej stanowiącej zespół wagowy sprawdzanej wagi (§ 8 ust 3, pkt 2)**

Próba 1		Masa porcji .....		Statyczne ważenie zbiornika	
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony				
1	napełniony				
	opróżniony				
2	napełniony				
	opróżniony				
3	napełniony				
	opróżniony				
4	napełniony				
	opróżniony				
5	napełniony				
	opróżniony				
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się, gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \sum M_i$

Wskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k =$  ..... początkowe  $W_p =$  .....

Wskazanie wagi  $W = W_k - W_p =$  ..... kg Błąd wskazania  $b = W - M =$  ..... kg

Błąd względny wskazania wyrażony w procentach: Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi .....

$b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% =$  .....%

Wynik .....

Próba 2		Masa porcji .....	Statyczne ważenie zbiornika		
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony				
1	napełniony				
	opróżniony				
2	napełniony				
	opróżniony				
3	napełniony				
	opróżniony				
4	napełniony				
	opróżniony				
5	napełniony				
	opróżniony				
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się, gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \Sigma M_i$ Wskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k = \dots\dots\dots$  początkowe  $W_p = \dots\dots\dots$ Wskazanie wagi  $W = W_k - W_p = \dots\dots\dots$  kg Błąd wskazania  $b = W - M = \dots\dots\dots$  kg

Błąd względny wskazania wyrażony w procentach: Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi .....

 $b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% = \dots\dots\dots\%$ 

Wynik .....

Próba 3		Masa porcji .....	Statyczne ważenie zbiornika		
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony				
1	napełniony				
	opróżniony				
2	napełniony				
	opróżniony				
3	napełniony				
	opróżniony				
4	napełniony				
	opróżniony				
5	napełniony				
	opróżniony				
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się, gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \Sigma M_i$ Wskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k = \dots\dots\dots$  początkowe  $W_p = \dots\dots\dots$ Wskazanie wagi  $W = W_k - W_p = \dots\dots\dots$  kg Błąd wskazania  $b = W - M = \dots\dots\dots$  kg

Błąd względny wskazania wyrażony w procentach: Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi .....

 $b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% = \dots\dots\dots\%$ 

Wynik .....

**Ogólny wynik sprawdzenia:**

pozytywny

negatywny

Powód negatywnego wyniku sprawdzenia:

Podpis sprawdzającego .....

Załącznik nr 2  
do instrukcji sprawdzania  
wag automatycznych odważających

**Przykład**

pieczętka urzędu

**ZAPISKA SPRAWDZANIA WAGI AUTOMATYCZNEJ ODWAŻAJĄCEJ**

Nr zgłoszenia: **158/97**

Zgłaszający: **Zakład Naprawy Wag w Kutnie**

Właściciel: **Zakłady Zbożowe w Szymanowie**

Miejsce ustawienia wagi: **Zakłady Zbożowe w Szymanowie**

Data sprawdzenia **20.01.1997**

Sprawdził: **J. Kowalski**

Charakterystyka wagi:

Wytwórca **XYZ**

Znak fabryczny **WK - 200**

Nr fabryczny **320/96**

Znak typu **RP T 96 120**

Obciążenie maksymalne	$Max = 200$ kg
Obciążenie minimalne	$Min = 50$ kg
Klasa dokładności	<b>0,2</b>
Wartość działki legalizacyjnej	$e = 0,2$ kg
Wartość działki sumowania	$d_i = \text{—}$ kg
Minimalna masa sumowana	$m_{min} = 1000$ kg lub t
Rodzaj materiału ważonego	<b>zboże</b>
Zakres temperatury pracy	od $- 10$ °C do $+ 40$ °C
Wartość nominalna napięcia i częstotliwości prądu zasilającego	— V, — Hz
Ciśnienie zasilania pneumatycznego	— Pa
Rodzaj wagi: odważanie porcji o stałej masie, ważenie każdej porcji	<b>odważanie porcji o stałej masie</b>
Budowa wagi <b>zbiornikowa, mechaniczna, równoramienna, licznik sumujący liczbę porcji</b>	

**Sprawdzenie wagi przy obciążeniu statycznym**

Wartość działki elementarnej w czasie sprawdzania

$d = \text{—}$

Wartość błędu wskazania

$b = W - m$  albo  $b^* = W + 0,5d - \Delta m^* - m$

## Wyznaczenie błędów i rozrzutu wskazań oraz pobudliwości lub czułości (§ 7 ust. 2)

1 Oględziny zewnętrzne: zerowanie, sprawdzenie programu kontrolnego		3 Sprawdzenie dokładności wskazań												
		Obciążenie $m$ kg	Wskazanie $W$ ↓ ↑ kg		Dokładka $\Delta m^*$ ↓ ↑ g	Błąd wskazań $b$ lub $b^*$ ↓ ↑ g	Błędy graniczne dopuszczalne g							
2 Niecentryczne obciążenie pomostu		0	0	0		0	0							
$m =$		100	100,04	100,02		+ 40	+ 20	± 100						
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td></tr> </table>		2	3	0		1	4	200	100,14			+ 140		± 200
2	3													
0														
1	4													
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>		0	1	2	3	4								
0	1	2	3	4										
Błąd wsk.														
4 Zakres rozrzutu wskazań		5 Pobudliwość lub czułość												
$m_1 = 0 \text{ kg} : 0$		$\Delta m$		$\Delta W$ lub $\Delta l$										
$m_2 = 100 \text{ kg} : 40 \text{ g}$		$m_1 = 0 \text{ kg} \quad 100 \text{ g}$		;										
$m_3 = 200 \text{ kg} : 120 \text{ g}$		$m_2 = 100 \text{ kg} \quad 100 \text{ g}$		;										
		$m_3 = 200 \text{ kg} \quad 200 \text{ g}$		;										
				4 mm										
				5 mm										
				5 mm										

\* Stosuje się gdy wskazanie jest cyfrowe  
 $\Delta m$  - dodatkowe obciążenie  
 $\Delta l$  - przemieszczenie wskaźnika równowagi  
 $\Delta W$  - zmiana wskazania

## Wyznaczenie zakresu regulatora masy porcji (§ 7 ust. 3)

Masa wzorców równoważących wagę przy położeniu regulatora:

- skrajnym 1

$$m_1 = 48,8 \text{ kg}$$

- skrajnym 2

$$m_2 = 51,6 \text{ kg}$$

zakres regulatora  $Z$

$$Z = |m_1 - m_2| = 2,8 \text{ kg}$$

## Sprawdzenie urządzenia do ważenia resztek (§ 7 ust. 4)

Obciążenie $m$	Wskazanie $W$	Błąd wskazań $b$	Błędy graniczne dopuszczalne
0 kg	0 kg	0 g	± 100 g
200 kg	200,10 kg	+ 100 g	± 200 g

## Sprawdzenie wagi przy automatycznym ważeniu (§ 8)

Materiał ważony: **zboże - pszenica**

Temp.: +18 °C

Minimalna masa sumowana: 1000 kg

Godzina : 10<sup>30</sup>

## Sprawdzenie przy użyciu wagi kontrolnej oddzielnej (§ 8 ust. 3, pkt 1)

Próba	1	2	3
Masa porcji			
Liczba cykli ważenia			
Wskazanie końcowe $W_k$			
Wskazanie początkowe $W_p$			
Wskazanie wagi $W = W_k - W_p$			
Wskazanie wagi kontrolnej: poprawna masa $M$ materiału			
Błąd wskazania $b = W - M$			
Błąd względny $b$ wyrażony w procentach $b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \%$			
Błędy graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi			

## Charakterystyka wagi kontrolnej

Wytwórca

Rodzaj wagi

Znak fabryczny

Klasa dokładności

Max:

 $e =$  $d =$ 

## Sprawdzenie przy użyciu wagi kontrolnej stanowiącej zespół wagowy sprawdzanej wagi (§ 8 ust 3, pkt 2)

Próba 1		Masa porcji <b>200</b> kg		Statyczne ważenie zbiornika	
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony	<b>0,0</b> kg			
1	napełniony	<b>200,3</b> kg			<b>200,3</b> kg
	opróżniony	–			
2	napełniony	<b>200,4</b> kg			<b>200,4</b> kg
	opróżniony	–			
3	napełniony	<b>199,8</b> kg			<b>199,8</b> kg
	opróżniony	–			
4	napełniony	<b>199,8</b> kg			<b>199,8</b> kg
	opróżniony	–			
5	napełniony	<b>200,5</b> kg			<b>200,4</b> kg
	opróżniony	<b>0,1</b> kg			
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \Sigma M_i$  **1000,7** kgWskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k = 354 \times 200$  kgpoczątkowe  $W_p = 349 \times 200$  kgWskazanie wagi  $W = W_k - W_p = 1000$  kgBłąd wskazania  $b = W - M = -0,7$  kgBłąd względny wskazania wyrażony w procentach: Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi  $\pm 0,1 \%$  $b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% = -0,07 \%$ 

Wynik

**pozytywny**

Próba 2		Masa porcji 200 kg		Statyczne ważenie zbiornika	
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony	0,0 kg			
1	napełniony	200,4 kg			200,4 kg
	opróżniony	-			
2	napełniony	199,8 kg			199,8 kg
	opróżniony	-			
3	napełniony	200,0 kg			200,0 kg
	opróżniony	-			
4	napełniony	200,2 kg			200,2 kg
	opróżniony	-			
5	napełniony	200,5 kg			200,4 kg
	opróżniony	0,1 kg			
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \Sigma M_i$  **1000,8 kg**

Wskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k = 359 \times 200$  kg początkowe  $W_p = 354 \times 200$  kg

Wskazanie wagi  $W = W_k - W_p = 1000$  kg

Błąd wskazania  $b = W - M = -0,8$  kg

Błąd względny wskazania wyrażony w procentach: Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi  $\pm 0,1$  %

$$b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% = -0,08 \%$$

Wynik **pozytywny**

Próba 3		Masa porcji 200 kg		Statyczne ważenie zbiornika	
Nr cyklu	Zbiornik	Wskazanie $W$	Dokładka $\Delta m^*$	Wskazanie przed zaokrągleniem $W_{pz}^* = W + 0,5d - \Delta m^*$	Poprawna masa porcji $M_i$
	opróżniony	0,0 kg			
1	napełniony	200,2 kg			200,2 kg
	opróżniony	-			
2	napełniony	200,4 kg			200,4 kg
	opróżniony	-			
3	napełniony	199,8 kg			199,8 kg
	opróżniony	-			
4	napełniony	199,8 kg			199,8 kg
	opróżniony	-			
5	napełniony	200,0 kg			200,0 kg
	opróżniony	0,0 kg			
6	napełniony				
	opróżniony				

\* Stosuje się gdy wskazanie jest cyfrowe

Poprawna masa materiału  $M = \Sigma M_i$  **1000,2 kg**

Wskazanie liczydła sumującego masę: końcowe  $W_k = 364 \times 200$  kg początkowe  $W_p = 359 \times 200$  kg

Wskazanie wagi  $W = W_k - W_p = 1000$  kg

Błąd wskazania  $b = W - M = -0,2$  kg

Błąd wskazania wyrażony w procentach:

Błędy względne graniczne dopuszczalne sprawdzanej wagi  $\pm 0,1$  %

$$b = \frac{(W-M)}{M} \cdot 100 \% = -0,02 \%$$

Wynik **pozytywny**

**Ogólny wynik sprawdzenia:**

pozytywny

~~negatywny~~

Powód negatywnego wyniku sprawdzenia

Podpis sprawdzającego: **Kowalski**

## 6

**ZARZĄDZENIE NR 20**  
**PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**  
**z dnia 12 października 1998 r.**

**w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o mikrofonach pomiarowych**

Na podstawie art. 8 pkt 1 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248, z 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121, poz. 770) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się przepisy metrologiczne o mikrofonach pomiarowych, stanowiące załącznik do niniejszego zarządzenia
- § 2. Przepisy metrologiczne określają wymagania, jakim powinny odpowiadać mikrofony pomiarowe podlegające kontroli metrologicznej, warunki właściwego ich stosowania oraz okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 20  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
dnia 12 października 1998 r. (poz. 6)

**PRZEPISY METROLOGICZNE O MIKROFONACH POMIAROWYCH**

**Postanowienia ogólne**

- § 1. Przepisy dotyczą mikrofonów pomiarowych, zwanych dalej „mikrofonami”, stanowiących wyposażenie mierników poziomu dźwięku
- § 2. Mikrofon jest to przyrząd pomiarowy przetwarzający ciśnienie akustyczne na sygnał elektryczny
- § 3. W rozumieniu niniejszych przepisów mikrofony są przetwornikami elektrostatycznymi:
  - 1) wymagającymi doprowadzenia napięcia polaryzacji (mikrofony pojemnościowe),
  - 2) nie wymagającymi doprowadzenia tego napięcia (mikrofony elektretowe), których ciśnieniową charakterystykę częstotliwościową skuteczności wyznacza się metodą pobudnika elektrostatycznego.
- § 4. Ze względu na wymiary rozróżnia się trzy konfiguracje mikrofonów: 1, 2 i 3, przy czym konfiguracja 1 odpowiada mikrofonom o największych wymiarach.

- § 5. Środowiskowe warunki odniesienia dla mikrofonu są następujące:
- 1) temperatura: +23 °C,
  - 2) ciśnienie statyczne: 101,325 kPa,
  - 3) wilgotność względna: 50 %.
- § 6. Do mikrofonu powinna być dołączona metryka zawierająca co najmniej następujące informacje:
- 1) nazwę wytwórcy oraz znak i numer fabryczny mikrofonu,
  - 2) skuteczność mikrofonu wyznaczoną w warunkach rozwarcia jego zacisków elektrycznych dla częstotliwości 250 Hz wyrażoną w V/Pa oraz poziom tej skuteczności wyrażony w dB w odniesieniu do 1 V/Pa,
  - 3) charakterystykę częstotliwościową skuteczności mikrofonu,
  - 4) dla mikrofonów wymagających napięcia polaryzacji - wartość nominalną tego napięcia,
  - 5) pojemność elektryczną mikrofonu,
  - 6) warunki środowiskowe podczas wzorcowania mikrofonu: ciśnienie statyczne, temperatura oraz wilgotność względna,
  - 7) datę wzorcowania i podpis osoby wykonującej pomiary.
- § 7. Do mikrofonu powinna być dołączona instrukcja obsługi zawierająca co najmniej następujące informacje:
- 1) wartość nominalną skuteczności lub poziomu skuteczności mikrofonu,
  - 2) charakterystykę częstotliwościową skuteczności mikrofonu,
  - 3) różnice między charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu określoną w warunkach pola swobodnego a ciśnieniową charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu, wyznaczone dla poszczególnych częstotliwości,
  - 4) warunki wyznaczania charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu metodą pobudnika elektrostatycznego,
  - 5) dolną częstotliwość graniczną mikrofonu,
  - 6) charakterystyki kierunkowe skuteczności mikrofonu,
  - 7) w przypadku mikrofonów wymagających napięcia polaryzacji – wartość nominalną tego napięcia,
  - 8) wartość nominalną pojemności elektrycznej mikrofonu,
  - 9) dolną i górną granicę zakresu pomiarowego mikrofonu,
  - 10) dane dotyczące wpływu ciśnienia statycznego, temperatury, wilgotności oraz pól magnetycznych i elektromagnetycznych na charakterystyki metrologiczne mikrofonu,
  - 11) dane dotyczące krótkookresowych i długookresowych zmian poziomu skuteczności mikrofonu.

### Określenia

- § 8.1. Skuteczność ciśnieniowa mikrofonu, w V/Pa, jest to iloraz napięcia na rozwartych zaciskach elektrycznych mikrofonu i ciśnienia akustycznego rozłożonego równomiernie na powierzchni membrany mikrofonu, wyznaczony w danych warunkach otoczenia dla sygnału sinusoidalnego o określonej częstotliwości.



2. Skuteczność mikrofonu w warunkach pola swobodnego, w V/Pa, jest to iloraz napięcia na rozwartych zaciskach elektrycznych mikrofonu i ciśnienia akustycznego, które istniałoby w punkcie przestrzeni pokrywającym się ze środkiem akustycznym mikrofonu przed jego umieszczeniem w tym punkcie. Jest ona wyznaczana w akustycznym polu płaskiej fali sinusoidalnej swobodnie biegnącej o danej częstotliwości dla określonego kierunku padania fali i w danych warunkach otoczenia.
3. Poziom skuteczności  $L$  mikrofonu, w dB, jest wyznaczany według wzoru:

$$L = 20 \log S - 20 \log S_0,$$

gdzie:

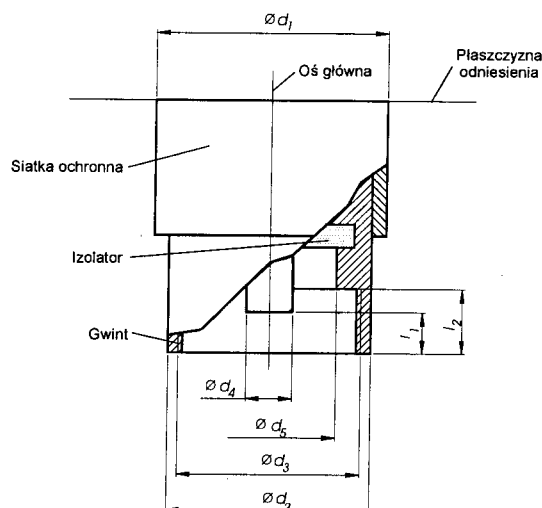
$S$  – skuteczność mikrofonu w V/Pa,

$S_0$  – skuteczność odniesienia równa 1 V/Pa.

4. Oś główna mikrofonu jest to prosta prostopadła do membrany mikrofonu przechodząca przez jej środek.
5. Płaszczyzna odniesienia mikrofonu jest to płaszczyzna prostopadła do osi głównej mikrofonu, usytuowana bezpośrednio przed jego siatką ochronną.
6. Charakterystyka częstotliwościowa skuteczności mikrofonu jest to zależność poziomu skuteczności mikrofonu od częstotliwości fali akustycznej oddziaływującej na mikrofon, określona w warunkach stałej (niezależnej od częstotliwości) wartości ciśnienia akustycznego w polu tej fali.
7. Dolna częstotliwość graniczna mikrofonu jest to częstotliwość, przy której poziom skuteczności mikrofonu zmniejsza się o 3 dB w odniesieniu do poziomu skuteczności dla częstotliwości 250 Hz.
8. Kąt padania fali akustycznej, w stopniach, jest to kąt między osią główną mikrofonu a prostą przechodzącą przez środek akustyczny źródła dźwięku i środek membrany mikrofonu.
9. Charakterystyka kierunkowa skuteczności mikrofonu jest to zależność poziomu skuteczności mikrofonu od kąta padania fali akustycznej. Jest ona wyznaczana w warunkach pola swobodnego dla ustalonych wartości częstotliwości oraz poziomu ciśnienia akustycznego.

## Konstrukcja i wykonanie

§ 9.1. Konstrukcja mikrofonu powinna być zgodna z rysunkiem:



2. Wymiary mikrofonu, w zależności od jego konfiguracji, powinny być zgodne z wartościami podanymi w tablicy:

Symbol wymiaru według rysunku w ust. 1	Wymiary mikrofonu, w mm		
	Konfiguracja 1	Konfiguracja 2	Konfiguracja 3
$\varnothing d_1$	$23,77^{+0,05}_{-0,1}$	$13,2^{+0,05}_{-0,1}$	$7,0^{+0,03}_{-0,05}$
$\varnothing d_2$	$23,77 \pm 0,1$	$12,7 \pm 0,1$	$6,35 \pm 0,05$
$\varnothing d_3$	23,11	11,70	5,70
$\varnothing d_4$	4, 6	3, 5	2, 3
$\varnothing d_5$	> 12,2	> 7,8	> 3,5
$l_1$	3, 4	3,6, 4,6	0,8, 1,4
$l_2$ (część gwintowana)	> 2,7	> 2,2	> 1,6

3. Na części mikrofonu o średnicy  $\varnothing d_3$  powinien być wykonany gwint 60UNS-2B zgodny z normą ANSI B-1.1:1982.

### Oznaczenia

§10. Na obudowie mikrofonu powinny być wykonane następujące trwałe oznaczenia:

- 1) nazwa lub znak wytwórcy,
- 2) znak fabryczny,
- 3) numer fabryczny.

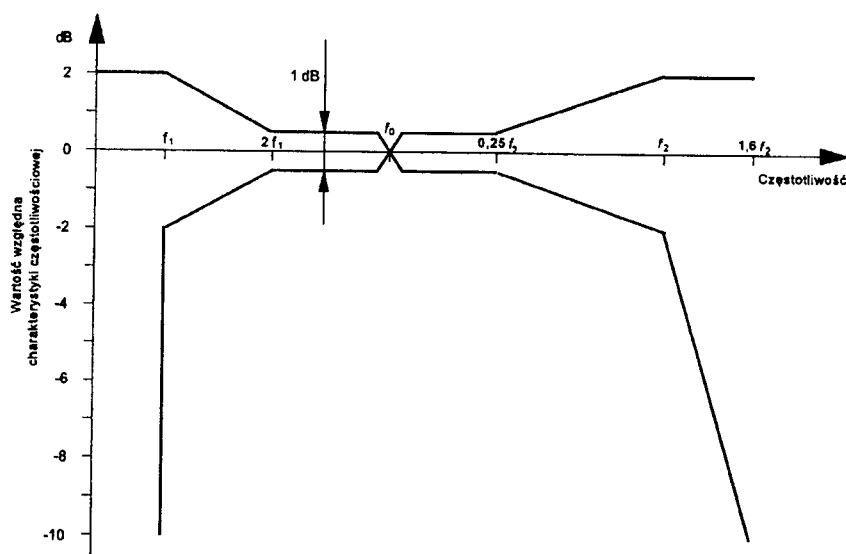
### Charakterystyki metrologiczne

§11.1. Poziom skuteczności mikrofonu w odniesieniu do 1 V/Pa, określony dla częstotliwości 250 Hz, powinien być równy co najmniej wartościom podanym w tablicy:

Konfiguracja mikrofonu	1	2	3
Minimalny poziom skuteczności, w dB	- 34	- 40	- 60

2. Różnica między poziomem skuteczności mikrofonu wyznaczonym dla częstotliwości 250 Hz a wartością podaną w ostatnim świadectwie uwierzytelnienia tego mikrofonu nie powinna przekraczać  $\pm 0,2$  dB.

§12.1. Charakterystyka częstotliwościowa skuteczności mikrofonu, w odniesieniu do poziomu skuteczności wyznaczonego dla częstotliwości  $f_0 = 250$  Hz powinna zawierać się wewnątrz pola tolerancji pokazanego na rysunku:



2. Wartości częstotliwości  $f_1$  i  $f_2$  w zależności od konfiguracji mikrofonu przedstawiono w tabelcy:

Konfiguracja mikrofonu	1	2	3
Częstotliwość $f_1$ , w Hz	20	20	20
Częstotliwość $f_2$ , w Hz	8 000	16 000	31 500

3. Granice błędów dopuszczalnych charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu, w dB, w zakresie częstotliwości od  $f_1$  do  $1,6 f_2$ , w zależności od konfiguracji mikrofonu, przedstawiono w tabelcy:

Częstotliwość, w Hz	Granice błędów dopuszczalnych, w dB		
	Konfiguracja 1	Konfiguracja 2	Konfiguracja 3
1	2	3	4
< 20	+2,0 -∞	+2,0 -∞	+2,0 -∞
20	+2,0 -2,0	+2,0 -2,0	+2,0 -2,0
25	+1,5 -1,5	+1,5 -1,5	+1,5 -1,5
31,5	+1,0 -1,0	+1,0 -1,0	+1,0 -1,0
40	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
50	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
63	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
80	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
100	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5

Częstotliwość, w Hz	Granice błędów dopuszczalnych, w dB		
	Konfiguracja 1	Konfiguracja 2	Konfiguracja 3
1	2	3	4
125	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
160	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
200	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
250	0	0	0
315	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
400	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
500	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
630	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
800	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
1 000	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
1 250	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
1 600	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
2 000	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
2 500	+0,75 -0,75	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
3 150	+1,0 -1,0	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
4 000	+1,25 -1,25	+0,5 -0,5	+0,5 -0,5
5 000	+1,5 -1,5	+0,75 -0,75	+0,5 -0,5
6 300	+1,75 -1,75	+1,0 -1,0	+0,5 -0,5
8 000	+2,0 -2,0	+1,25 -1,25	+0,5 -0,5
10 000	+2,0 -6,0	+1,5 -1,5	+0,75 -0,75
12 500	+2,0 -10,0	+1,75 -1,75	+1,0 -1,0
16 000	+2,0 -∞	+2,0 -2,0	+1,25 -1,25
20 000	-	+2,0 -6,0	+1,5 -1,5
25 000	-	+2,0 -10,0	+1,75 -1,75
31 500	-	+2,0 -∞	+2,0 -2,0
40 000	-	-	+2,0 -6,0
50 000	-	-	+2,0 -10,0
> 50 000	-	-	+2,0 -∞

- §13. Dolna częstotliwość graniczna mikrofonu nie powinna przekraczać 16 Hz.
- §14. Różnice między idealną (wszechkierunkową) charakterystyką kierunkową a rzeczywistą charakterystyką kierunkową skuteczności mikrofonu, w zależności od częstotliwości i kąta padania fali akustycznej oraz konfiguracji mikrofonu, nie powinny być większe od wartości podanych w tabelicy:

Konfiguracja mikrofonu	Kąt padania fali akustycznej, w stopniach	Maksymalna różnica między idealną a rzeczywistą charakterystyką kierunkową skuteczności mikrofonu, w dB, dla częstotliwości:				
		2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 kHz	31,5 kHz
1	±30	0,5	1,0	2,0	–	–
	±90	2,0	4,0	9,0	–	–
2	±30	–	0,5	1,0	2,0	–
	±90	–	2,0	4,0	9,0	–
3	±30	–	–	0,5	1,0	2,0
	±90	–	–	2,0	4,0	9,0

- §15. Górna granica zakresu pomiarowego odpowiadająca wartości poziomu ciśnienia akustycznego o częstotliwości 250 Hz, przy której współczynnik zniekształceń nieliniowych nie przekracza 3 %, powinna być równa co najmniej wartościom podanym w tabelicy:

Konfiguracja mikrofonu	1	2	3
Górna granica zakresu pomiarowego, w dB	135	140	150

### Warunki właściwego stosowania

- §16. Mikrofon powinien umożliwiać poprawne pomiary w następujących warunkach:
- 1) zakres temperatury: od 0 °C do 40 °C,
  - 2) maksymalna wilgotność względna: 90 % w temperaturze otoczenia 30 °C,
  - 3) ciśnienie statyczne oraz zewnętrzne pola magnetyczne i elektromagnetyczne – w zakresach określonych przez wytwórcę.

### Okresy ważności dowodów kontroli metrologicznej

- §17.1. Termin, do którego mikrofony zatwierdzonego typu mogą być wprowadzone do obrotu lub użytkowania, jest określony w decyzji o zatwierdzeniu typu.
2. Okres ważności świadectwa uwierzytelnienia mikrofonu wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym uwierzytelnienie zostało dokonane.
  3. Świadectwo uwierzytelnienia traci ważność z chwilą uszkodzenia mikrofonu.

7

**ZARZĄDZENIE NR 21**  
**PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**  
**z dnia 12 października 1998 r.**

**w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania mikrofonów pomiarowych**

Na podstawie art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248, 1997 r. Nr 43, poz. 272 i Nr 121 poz. 770) zarządza się, co następuje:

- § 1. Wprowadza się instrukcję sprawdzania mikrofonów pomiarowych, zwanych dalej „mikrofonami”, stanowiącą załącznik do niniejszego zarządzenia.
- § 2. Instrukcja sprawdzania określa metody sprawdzania zgodności właściwości mikrofonów pomiarowych z wymaganiami przepisów metrologicznych o mikrofonach pomiarowych, wprowadzonych zarządzeniem nr 20 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 12 października 1998 r. (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 2, poz. 6), zwanych dalej „przepisami o mikrofonach pomiarowych”.
- § 3. Zarządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Prezes  
Głównego Urzędu Miar

*Krzysztof Mordziński*

Załącznik do zarządzenia nr 21  
Prezesa Głównego Urzędu Miar  
z dnia 12 października 1998 r. (poz. 7)

**INSTRUKCJA SPRAWDZANIA MIKROFONÓW POMIAROWYCH**

**Przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze stosowane  
do sprawdzania**

§1.1. Do sprawdzania mikrofonów stosuje się:

- 1) pistonfon o:
  - a) poziomie nominalnym ciśnienia akustycznego 124 dB,
  - b) poziomie ciśnienia akustycznego wyznaczonym – po połączeniu pistonfonu z mikrofonem wzorcowym – z niepewnością standardową nie przekraczającą  $\pm 0,1$  dB,
  - c) częstotliwości nominalnej sygnału 250 Hz,
  - d) błędzie względnym częstotliwości nie przekraczającym  $\pm 1$  %,
  - e) współczynnika zniekształceń nieliniowych nie przekraczającym 2 %,

- 2) przedwzmacniacz mikrofonowy:
  - a) z możliwością współpracy z mikrofonami o właściwościach określonych w § 3, 4 i 9 przepisów o mikrofonach pomiarowych,
  - b) o zakresie częstotliwości od 2 Hz do 200 kHz,
  - c) o błędzie charakterystyki częstotliwościowej tłumienia nie przekraczającym  $\pm 0,5$  dB w odniesieniu do tłumienia przy częstotliwości 250 Hz, w zakresie częstotliwości według lit. b,
  - d) o rezystancji wejściowej równej co najmniej 5 G $\Omega$ ,
  - e) o pojemności wejściowej równej co najwyżej 0,3 pF,
  - f) z możliwością pomiaru napięcia wyjściowego na rozwartych zaciskach mikrofonu metodą podstawienia,
- 3) wzmacniacz pomiarowy:
  - a) o zakresie częstotliwości od 2 Hz do 200 kHz,
  - b) o błędzie charakterystyki częstotliwościowej wzmocnienia nie przekraczającym  $\pm 0,3$  dB w odniesieniu do wartości wzmocnienia przy częstotliwości 250 Hz, w zakresie częstotliwości według lit. a,
  - c) o wzmocnieniu regulowanym w zakresie co najmniej od 0 dB do 80 dB,
  - d) o wartości skutecznej napięcia wyjściowego co najmniej 1 V,
  - e) z możliwością współpracy z przedwzmacniaczem mikrofonowym według pkt 2,
  - f) wytwarzający napięcia polaryzacji o wartościach 0 V, 28 V i 200 V, przy czym rezystancja wewnętrzna źródła tego napięcia nie powinna być mniejsza niż 20 M $\Omega$ ,
  - g) z możliwością pomiaru napięcia wyjściowego na rozwartych zaciskach mikrofonu metodą podstawienia,
- 4) woltomierz cyfrowy o:
  - a) zakresie częstotliwości mierzonego sygnału co najmniej od 2 Hz do 200 kHz,
  - b) względnych błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru napięcia w zakresie od 1 mV do 100 V nie przekraczających  $\pm 0,1$  %,
  - c) rezystancji wejściowej równej co najmniej 1 M $\Omega$ ,
- 5) generator sygnału sinusoidalnego:
  - a) o zakresie częstotliwości co najmniej od 2 Hz do 200 kHz,
  - b) o względnym błędzie częstotliwości nie przekraczającym  $\pm 0,1$  %,
  - c) o napięciu wyjściowym regulowanym w zakresie od 0 V do co najmniej 5 V,
  - d) o dopuszczalnych zmianach napięcia wyjściowego w funkcji częstotliwości nie przekraczających  $\pm 0,2$  dB w odniesieniu do wartości tego napięcia przy częstotliwości 250 Hz, w zakresie częstotliwości według lit. a,
  - e) o współczynniku zniekształceń nieliniowych nie przekraczającym 0,05 % w zakresie częstotliwości według lit. a i w zakresie napięcia według lit. c,
  - f) z możliwością synchronizacji z rejestratorem poziomu sygnału według pkt 9,
- 6) cyfrowy miernik częstotliwości o:
  - a) zakresie częstotliwości co najmniej od 2 Hz do 200 kHz,

- b) względnych błędach granicznych dopuszczalnych pomiaru częstotliwości nie przekraczających  $\pm 0,1\%$ ,
- 7) pobudnik elektrostatyczny zapewniający zastępczy poziom ciśnienia akustycznego na membranie mikrofonu o wartości przewyższającej poziom zakłóceń co najmniej o 20 dB,
- 8) zasilacz pobudnika elektrostatycznego zawierający:
- a) źródło napięcia stałego z zakresu od 200 V do 800 V o rezystancji wewnętrznej nie mniejszej niż 20 M $\Omega$ ,
- b) wzmacniacz napięciowy o wzmacnieniu regulowanym w zakresie co najmniej od 10 V/V do 50 V/V, maksymalnej wartości skutecznej napięcia wyjściowego równej co najmniej 60 V i błędzie charakterystyki częstotliwościowej wzmacnienia nie przekraczającym  $\pm 0,3$  dB w odniesieniu do wartości wzmacnienia przy częstotliwości 250 Hz, w zakresie częstotliwości od 20 Hz do 200 kHz,
- 9) rejestrator poziomu sygnału:
- a) o zakresie częstotliwości od 20 Hz do 200 kHz,
- b) o zakresie rejestracji poziomu sygnału co najmniej 25 dB,
- c) o błędzie rejestracji poziomu nie przekraczającym  $\pm 0,2$  dB,
- d) z możliwością synchronizacji z generatorem sygnału sinusoidalnego według pkt 5.
2. Jeżeli pomiary wykonuje się zgodnie z § 5 i § 6 ust. 2 i 3, do sprawdzania mikrofonu nie stosuje się rejestratora poziomu sygnału.

### Warunki sprawdzania

- § 2. Sprawdzanie mikrofonów należy przeprowadzać w temperaturze otoczenia  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , przy wilgotności względnej powietrza  $50\% \pm 15\%$  i ciśnieniu statycznym  $101,3\text{ kPa} \pm 2,0\text{ kPa}$ .

### Przebieg sprawdzania

- § 3. Sprawdzanie mikrofonów obejmuje, w zależności od rodzaju kontroli metrologicznej, czynności przedstawione w tablicy:

L.p.	Czynność	Wymagania według przepisów o mikrofonach pomiarowych	Metoda sprawdzania według instrukcji	Obowiązek wykonania czynności podczas:	
				zatwierdzenia typu	uwierzytelniania
1	Oględziny zewnętrzne	§ 6 - 7, § 10	§ 4.1	+	+
2	Sprawdzenie wymiarów mikrofonu	§ 9		+	-
3	Wyznaczanie poziomu skuteczności	§ 11	§ 5	+	+
4	Wyznaczanie charakterystyki częstotliwościowej skuteczności	§ 12	§ 6	+	+
5	Wyznaczanie dolnej częstotliwości granicznej	§ 13		+	-
6	Wyznaczanie charakterystyk kierunkowych	§ 14		+	-
7	Wyznaczanie górnej granicy zakresu pomiarowego	§ 15		+	-



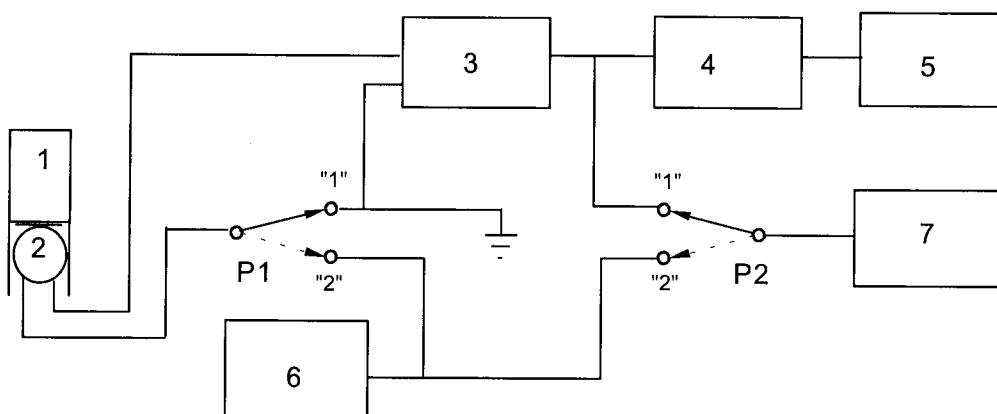
## Ogłędziny zewnętrzne

§ 4.1. Podczas ogłędzin zewnętrznych należy sprawdzić:

- 1) kompletność mikrofonu i dostarczonej wraz z nim dokumentacji (metryka, instrukcja obsługi),
  - 2) stan mikrofonu; mikrofon nie powinien mieć śladów korozji i uszkodzeń mechanicznych, wszystkie napisy powinny być czytelne.
2. Jeżeli mikrofon nie spełnia wymagań określonych w ust. 1, należy odstąpić od dalszego sprawdzania.

## Wyznaczanie poziomu skuteczności

§ 5.1. Poziom skuteczności mikrofonu wyznacza się za pomocą pistonfonu w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1- pistonfon, 2 - mikrofon sprawdzany, 3 - przedwzmacniacz mikrofonowy, 4 - wzmacniacz pomiarowy, 5 - cyfrowy miernik częstotliwości, 6 - generator sygnału sinusoidalnego, 7 - woltomierz cyfrowy, P1, P2 - przełączniki

2. Pomiary należy wykonać następująco:

- 1) ustawić przełączniki P1 i P2 w pozycji „1”,
- 2) nałożyć pistonfon (1) na mikrofon (2) i po upływie około 30 s włączyć zasilanie pistonfonu,
- 3) wyznaczyć wartość napięcia  $U_1$  na wyjściu przedwzmacniacza mikrofonowego (3) jako średnią arytmetyczną co najmniej pięciu wartości odczytanych na urządzeniu wskazującym woltomierza cyfrowego (7) w ciągu 20 s działania pistonfonu po upływie czasu stabilizacji określonego przez wytwórcę,
- 4) za pomocą miernika częstotliwości (5) zmierzyć częstotliwość sygnału z pistonfonu,
- 5) wyłączyć pistonfon,
- 6) ustawić przełącznik P1 w pozycji „2”,
- 7) ustawić wartość częstotliwości sygnału z generatora (6) równą wartości zmierzonej według pkt. 4,
- 8) ustawić taką wartość napięcia sygnału z generatora (6), aby uzyskać wskazanie woltomierza (7) równe  $U_1$ ,
- 9) ustawić przełącznik P2 w pozycji „2”,
- 10) za pomocą woltomierza (7) zmierzyć napięcie  $U$  sygnału z generatora,

- 11) powtórzyć pięć razy pomiary według pkt 1 – 9,
- 12) obliczyć poziom skuteczności  $L_i$  mikrofonu, w dB, dla  $i$  - tego cyklu pomiarowego, według wzoru:

$$L_i = 20 \log U - L_w + 93,98$$

gdzie:

$L_w$  – poziom ciśnienia akustycznego wytwarzanego przez pistonfon według jego metryki z uwzględnieniem poprawki dotyczącej wpływu ciśnienia statycznego, w dB.

3. Poziom skuteczności  $L$  mikrofonu, w dB, oblicza się według wzoru:

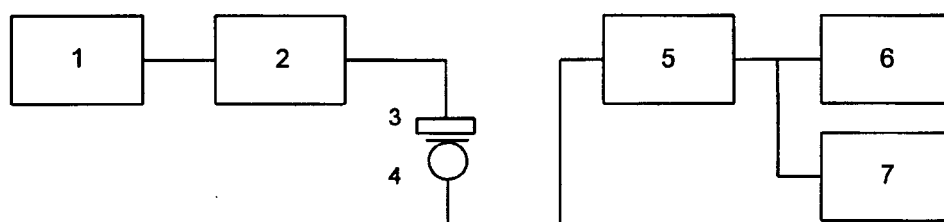
$$L = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 L_i$$

4. Poziom skuteczności mikrofonu powinien spełniać wymagania określone w § 11 przepisów o mikrofonach pomiarowych.

### Wyznaczanie charakterystyki częstotliwościowej skuteczności

§ 6.1. Charakterystykę częstotliwościową skuteczności mikrofonu w warunkach akustycznego pola swobodnego wyznacza się metodą pośrednią, tj. przez:

- § 1) wyznaczenie ciśnieniowej charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu metodą pobudnika elektrostatycznego,
  - § 2) dodanie do poszczególnych wartości tej charakterystyki różnic między charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu w warunkach pola swobodnego a ciśnieniową charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu, określonych przez wytwórcę.
2. Ciśnieniową charakterystykę częstotliwościową skuteczności mikrofonu wyznacza się w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



1 - generator, 2 - zasilacz pobudnika elektrostatycznego, 3 - pobudnik elektrostatyczny, 4 - mikrofon, 5 - przedwzmacniacz mikrofonowy, 6 - wzmacniacz pomiarowy, 7 - woltomierz cyfrowy

3. Pomiary należy wykonać następująco:

- 1) ustawić w zasilaczu (2) pobudnika elektrostatycznego wartość napięcia stałego zgodnie z danymi wytwórcy mikrofonu,
- 2) sygnał o częstotliwości 250 Hz z generatora (1) doprowadzić poprzez zasilacz do pobudnika elektrostatycznego (3) umieszczonego na sprawdzanym mikrofonie (4); wartości napięcia sygnału z generatora oraz wzmocnienia w układzie zasilacza powinny być takie, aby na wyjściu przedwzmacniacza mikrofonowego (5) odstęp sygnału użytecznego od zakłóceń wynosił co najmniej 20 dB,

- 3) zmierzyć za pomocą woltomierza (7) napięcie  $U_{250}$  na wyjściu przedwzmacniacza mikrofonowego,
- 4) utrzymując stałą wartość napięcia wyjściowego generatora zmierzyć napięcia  $U_k$  na wyjściu przedwzmacniacza mikrofonowego kolejno dla częstotliwości podanych w § 12 ust. 3 (tablica) przepisów o mikrofonach pomiarowych oraz dla częstotliwości nie uwzględnionych w tej tablicy, dla których wytwórca mikrofonu określił wartości różnic między charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu w warunkach akustycznego pola swobodnego a ciśnieniową charakterystyką częstotliwościową skuteczności mikrofonu,
- 5) dla poszczególnych częstotliwości według pkt 4 obliczyć wartości względne  $L_{pk}$  ciśnieniowej charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu, w dB, według wzoru:

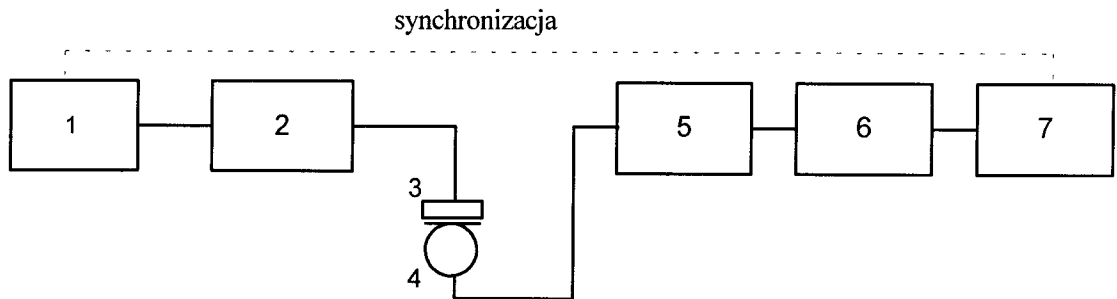
$$L_{pk} = 20 \log U_k - 20 \log U_{250}$$

gdzie:

$U_k$  – wartość napięcia zmierzonego według pkt 4 dla  $k$ -tej częstotliwości różnej od 250 Hz, w V,

$U_{250}$  – wartość napięcia zmierzonego według pkt 3, w V.

4. Dopuszcza się automatyczną rejestrację ciśnieniowej charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku:



- 1 - generator, 2 - zasilacz pobudnika elektrostatycznego, 3 - pobudnik elektrostatyczny, 4 - mikrofon,  
5 - przedwzmacniacz mikrofonowy, 6 - wzmacniacz pomiarowy, 7 - rejestrator poziomu sygnału

5. Wartości względne  $L_{fk}$  charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu w warunkach akustycznego pola swobodnego, w dB, wyznacza się dla poszczególnych częstotliwości według wzoru:

$$L_{fk} = L_{pk} + \Delta L_k$$

gdzie:

$L_{pk}$  – wartość względna ciśnieniowej charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu wyznaczona dla  $k$ -tej częstotliwości według ust. 3 pkt 5, w dB,

$\Delta L_k$  –

różnica między wartością względną charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu w warunkach pola swobodnego a wartością względną ciśnieniową charakterystyki częstotliwościowej określona przez wytwórcę dla tej samej częstotliwości, w dB.

- § 7. Charakterystyka częstotliwościowa skuteczności mikrofonu w warunkach akustycznego pola swobodnego powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w § 12 przepisów o mikrofonach pomiarowych

## Dokumentowanie wyników sprawdzania

- § 8.1. Wyniki sprawdzenia mikrofonu należy odnotować w zapisce sprawdzania. Zapiska sprawdzania powinna zawierać co najmniej:
- 1) nazwę wytwórcy oraz znak i numer fabryczny sprawdzanego mikrofonu,
  - 2) dane identyfikacyjne osoby lub instytucji zgłaszającej mikrofon do sprawdzenia,
  - 3) datę sprawdzania,
  - 4) warunki sprawdzania (ciśnienie statyczne, temperatura, wilgotność),
  - 5) wyniki pomiarów i obliczeń w zakresie czynności przedstawionym w § 3,
  - 6) imię i nazwisko osoby sprawdzającej.
2. Jeżeli w wyniku sprawdzenia stwierdzono, że mikrofon zatwierdzonego typu spełnia wymagania przepisów o mikrofonach pomiarowych, to wystawia się świadectwo uwierzytelnienia.

---

Redakcja: Biuro Prawne Głównego Urzędu Miar, 00-139 Warszawa, ul. Elektoralna 2.  
Druk, prenumerata i kolportaż: Wydawnictwa Normalizacyjne „ALFA” – „WERO” Sp. z o.o.  
00-511 Warszawa, ul. Nowogrodzka 22  
Pojedyncze egzemplarze Dziennika Urzędowego można nabywać  
w Centralnej Księgarni Norm, 00-820 Warszawa, ul. Sienna 63, tel. 620 45 00, 620 71 31

---

Tłoczono z polecenia Prezesa Głównego Urzędu Miar

---

cena: 6 zł 24 gr