



Politechnika Wroclawska

Podstawy Metrologii i Technik Eksperymentu

Laboratorium

METODY POMIAROWE: PODSTAWOWA, RÓŻNICOWA I ZEROWA

Instrukcja do ćwiczenia nr 3

Zespół Miernictwa
Wrocław, luty 2024 r.

1. Wstęp.

W literaturze spotyka się najczęściej dwie definicje metod pomiarowych:

- metoda pomiarowa to zespół czynności wykonywanych podczas przeprowadzania pomiaru celem określenia wartości wielkości mierzonej
- metoda pomiarowa to sposób porównania wielkości mierzonej z wielkością wzorcową

2. Podział metod pomiarowych [1,2,3,4]

Podział metod pomiarowych jest różnorodny.

Najprościej, metody pomiarowe podzielić można na:

- metody bezpośrednie pomiaru wielkości mierzonej,
- metody pośrednie pomiaru wielkości mierzonej.

Metoda bezpośrednia - charakteryzuje się tym, że za jej pomocą wartość wielkości mierzonej otrzymuje się bezpośrednio bez wykonywania dodatkowych obliczeń.

Przykład: pomiar natężenia prądu amperomierzem, pomiar długości linijką, pomiar temperatury termometrem cieczowym.

Pomiary pośrednie - to takie pomiary, w wyniku których wartość mierzonej wielkości otrzymuje się pośrednio w wyniku pomiarów bezpośrednich innych wielkości związanych z wielkością mierzoną znaną zależnością funkcyjną

Przykład: chcąc mierzyć wielkość X zdefiniowaną równaniem ogólnym $X = f(A, B, C)$ mierzymy bezpośrednio wielkości A, B, C , a wartość wielkości X wyznaczamy z równania definicyjnego.

Inny sposób podziału metod pomiarowych to metody analogowe i metody cyfrowe pomiaru.

Metoda analogowa - charakteryzuje się tym, że ciągłej wartości wielkości mierzonej odpowiada ciągła wartość wyniku pomiaru.

Przykład: pomiar natężenia prądu miernikiem wskazówkowym - ciągłe zmiany natężenia mierzonego prądu są przetwarzane na ciągłe zmiany położenia wskazówki.



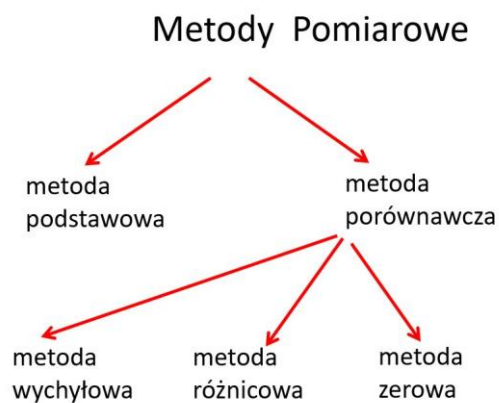
Rys.1. Analogowy pomiar ciśnienia względnym manometrem sprężystym.

Metoda cyfrowa- charakteryzuje się tym ,że ciągle zmiany wartości wielkości mierzonej są przetwarzane na dyskretne wartości wyniku pomiaru.



Rys.2. Cyfrowy pomiar temperatury.

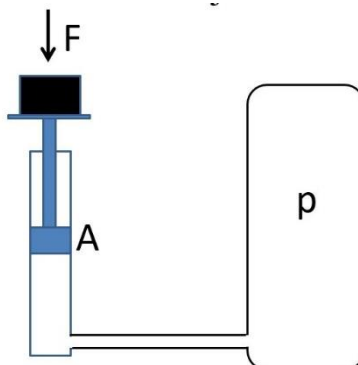
Inny podział metod pomiarowych przedstawiony został na rysunku 3



Rys.3. Podział metod pomiarowych.

Metoda podstawowa – opiera się na pomiarze wielkości wchodzących do definicji wielkości mierzonej.

Przykład: pomiar ciśnienia jako iloraz siły przez powierzchnię, $p= F/A$

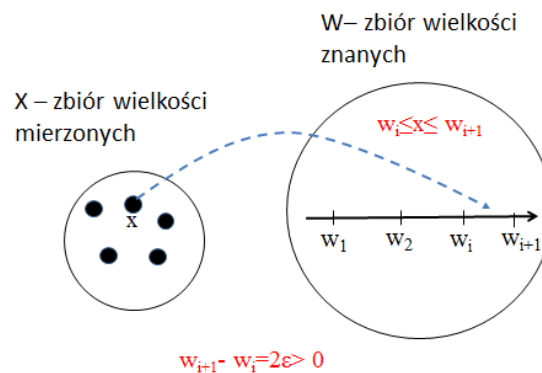


Rys.4. Przykład metody podstawowej pomiaru.

Metoda porównawcza – bazuje na porównaniu wartości wielkości mierzonej z wielkością wzorcową.

Wychyłowa metoda pomiaru – wartość wielkości mierzonej wyznacza wychylenie urządzenia wskazującego. Metoda wychyłowa – polega na wyznaczeniu nieznanej wartości x jakiejś dowolnej wielkości, będącej jednym elementem zbioru wartości nieznanymi tej wielkości, poprzez porównanie tej wartości z inną wartością uporządkowanego zbioru znanych wartości tej samej bądź innej wielkości

Rysunek 5 przedstawia model metody wychyłowej.

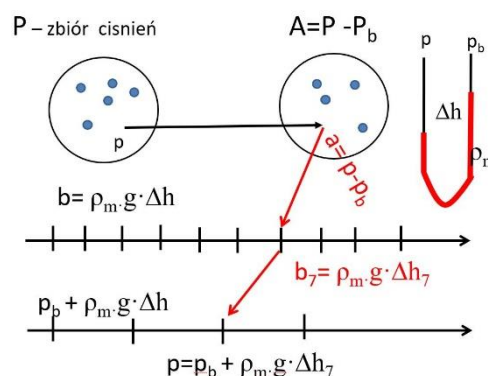


Rys.5. Model metody wychyłowej.

Metoda różnicowa – polega na odjęciu od wielkości mierzonej x znanej wartości x_a i pomiarze metodą wychyłową różnicy $x - x_a$. Jeżeli $x - x_a = b$ to $x = x_a + b$.

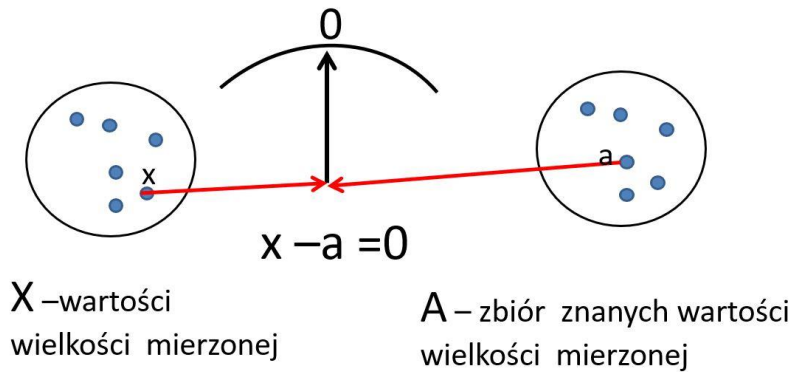
Przykład metody różnicowej to pomiar ciśnienia względnego manometrem typu „U-rurka”.

Model takiego pomiaru przedstawia rysunek 6.



Rys.6 Model metody różnicowej.

Metoda zerowa - polega na doprowadzeniu do zera różnicy między nieznaną wartością x wielkości mierzonej, a wartością znaną tej wielkości. Zerowanie wykonuje się najczęściej za pomocą przyrządu wychylonego. Model metody przedstawia rysunek 7.



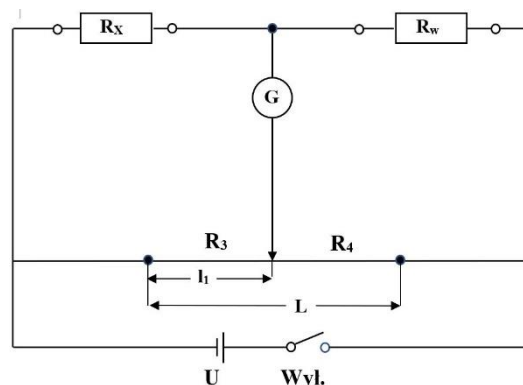
Rys.7. Model metody różnicowej.

Przyrząd składa się z dwóch elementów:

detektor- element lub zespół elementów , który po doprowadzeniu doń różnicy $x-a$ steruje urządzeniem równoważącym,

urządzenie równoważące- wybiera elementy a ze znanego zbioru A według ustalonego programu tak aby znaleźć stan równowagi $x=a$

Przykłady metody różnicowej to: pomiar masy za pomocą wagi analitycznej, czy pomiar temperatury termometrem oporowym w układzie mostka Wheastone'a przedstawionego na rysunku 8



Rys.8 Schemat pomiaru oporu w układzie mostka Wheastone'a.

Gdy galwanometr G pokaże zero układ jest w równowadze, co można przedstawić za pomocą następujących równań:

$$R_x \cdot R_4 = R_w \cdot R_3$$

Stąd nieznaną wartość oporu R_x wynosi :

$$R_x = \frac{R_w \cdot R_3}{R_4}$$

3. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z trzema metodami pomiarowymi: zerową, różnicową i podstawową. Za pomocą tych trzech metod zostaną zmierzone następujące wielkości: temperatura, wysokość oraz gęstość. Obliczone zostaną również poprawki oraz niepewności pomiarowe.

4. Stanowiska pomiarowe i sposób realizacji ćwiczenia.

4.1. Metoda zerowa.



Rys.9. Zdjęcie stanowiska pomiarowego.

Przebieg ćwiczenia:

- włączyć piecyk i nastawić temperaturę mierzoną na 100 °C.
- zmierzyć średnicę przewodów łączeniowych termometru oporowego Pt 100
- zmierzyć długość przewodów łączeniowych termometru oporowego Pt100
- obliczyć opór przewodów R_L
- wprowadzić termometr Pt100 do piecyka
- włączyć mostek Wheastone'a (przycisk czerwony na zdjęciu)
- trzymając przycisk czarny 0,1 wyzerować mostek - tak aby wskazówka galwanometru wskazywał zero

- odczytać wartość oporu R_X
- odjąć od wartości R_X wartość R_L i dla tak obliczonego oporu z tablic wyznaczyć wartość mierzonej temperatury
- porównać wartości temperatur z piecyka i zmierzona i obliczyć odchyłkę

4.2. Metoda różnicowa.



Rys. 10. Zdjęcie metody zerowej

Przebieg ćwiczenia:

- Zmierzyć zgrubnie wysokość wałka.
- Dobrać do wysokości najbliższej pasujący stos płytek i zapisać jego wysokość $h_{wz} = h_{wz1} + h_{wz2}$ oraz z tabeli błąd graniczny płytek wzorcowych wchodzących w skład stosu.
- Wstawić wybrana płytkę wzorcową pod czujnik zegarowym i podziałkę czujnika ustawić na wartość zerową
- Wyjąć płytkę spod czujnika zegarowego i na jej miejsce ustawić mierzony wałek.
- Odczytać 10- krotnie zmiany wysokości wałka względem płytki Δh_i , a następnie średnią $\Delta h_{\text{śr}}$
- Zapisać wynik pomiaru jako $H = h_{wz} + \Delta h_{\text{śr}}$ i obliczyć niepewność rozszerzona dla $\alpha = 0,95$.

4.3. Metoda podstawowa pomiaru.

4.3.1. Wyznaczenie gęstości cieczy

Wyznaczenie gęstości cieczy wymaga wykonania następujących czynności:

- zważyć masę suchego naczynia miarowego na wadze elektronicznej m_0 ,

- nalać do zważonego naczynia określoną, stałą za każdy razem objętość badanej cieczy V , w razie rozlania osuszyć naczynie ręcznikiem papierowym,
- zważyć naczynie miarowe z cieczą na wadze elektronicznej m_1 ,
- wylać ciecz do pojemnika zbiorczego,
- powtórzyć powyższe czynności 5 razy
- uśrednić wartość masy suchego naczynia miarowego m_{0sr}
- uśrednić wartość masy naczynia miarowego z cieczą m_{1sr}

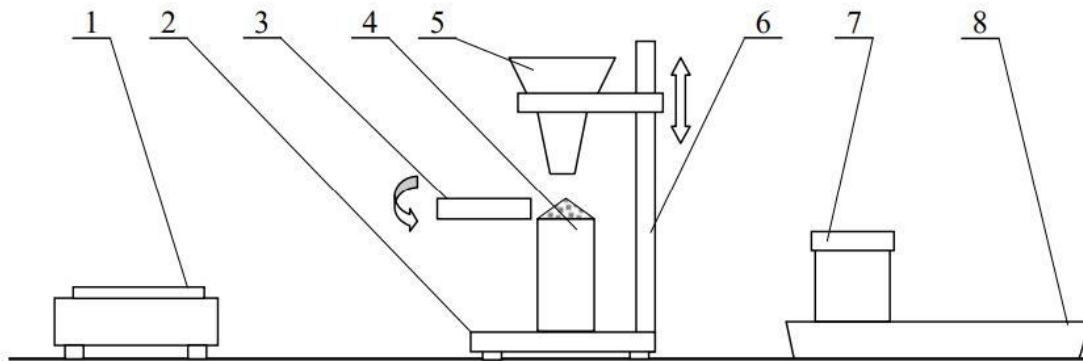
Gęstość badanej cieczy należy obliczyć z równania:

$$\rho_c = \frac{m_{1sr} - m_{0sr}}{V}$$

- obliczyć niepewność całkowitą gęstości dla $\alpha = 0,95$ i zapisać poprawnie wynik pomiaru.

4.3..2 Wyznaczenie gęstości nasypowej

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rysunku 11 (rysunek wykonał prof. Arkadiusz Świerczok w poprzedniej instrukcji do tego ćwiczenia).



Rys. 1. Schemat układu do wyznaczenia gęstości nasypowej pyłu:

1 – waga elektroniczna, 2 – podstawa, 3 – metalowy liniał wyrównujący, 4 – naczynie miarowe, 5 – lejek zasypowy z zaworem odcinającym, 6 – przyrząd do nasypywania pyłu, 7 – pojemnik z pyłem, 8 – kuweta

Pomiar wymaga wykonania następujących czynności:

- zważyć masę naczynia miarowego (4) na wadze elektronicznej (1), m_0 ,

- postawić puste naczynie miarowe na podstawie (2) przyrządu do nasypywania pyłu (6), ustawić określoną, stałą dla każdego z pomiarów, wysokość lejka zasypowego (5) nad podstawą (2),
- zdjąć naczynie z przyrządu do nasypywania (6), zgarnąć nadmiar pyłu równo z górną krawędzią naczynia miarowego za pomocą metalowego liniału (3) do kувety (8),
- zważyć naczynie miarowe (4) z pyłem na wadze elektronicznej, m_1 , 4
- wysypać pył z naczynia miarowego (4) do pojemnika z pyłem (7),
- powtórzyć powyższe czynności 5 razy.
- uśrednić wartość masy naczynia miarowego m_{0sr}
- uśrednić wartość masy naczynia miarowego z piaskiem m_{1sr}

Gęstość nasypową piasku obliczyć z równania:

$$\rho_p = \frac{m_{1sr} - m_{0sr}}{V}$$

PRZYKŁADOWE PYTANIA SPRAWDZAJĄCE

1. Definicja metody bezpośredniej pomiaru
2. Definicja metody pośredniej pomiaru
3. Przykłady metody bezpośredniej i pośredniej.
4. Definicja metody zerowej, przykłady
5. Definicja metody podstawowej, przykłady
6. Definicja metody różnicowej, przykłady
7. Sposób wyznaczania niepewności dla poszczególnych metod pomiarowych

LITERATURA

- [1] – Strzelczyk F.: Metody i przyrządy w pomiarach cieplno-energetycznych, Łódź : Politechnika Łódzka, 1993
- [2] – Negrusz A., Stańda J.: Badania procesów termoenergetycznych, cz. I, Podstawy miernictwa parametrów w procesach termoenergetycznych, Wydawnictwo PWr, Wrocław, 1980
- [3] – Arendarski J.: Niepewność pomiarów, Oficyna Wydawnicza politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003r.
- [4] Piotrowski J.: Podstawy miernictwa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 2002