Metrologia:
metody pomiarowe

dr inż. Paweł Zalewski
Akademia Morska w Szczecinie

Metody pomiarowe:

Logiczny ciąg (algorytm) wykonywanych podczas pomiaru operacji, opisanych w sposób ogólny, nosi nazwę metody pomiarowej.

Metody pomiarowe można podzielić na:

a) bezpośrednie:

- metodę bezpośredniego porównania,
- metodę różnicową,
- metodę zerową,

b) pośrednie.

Metody pomiarowe:

Metoda bezpośrednia jest to taki sposób pomiaru, w którym wynik pomiaru otrzymuje się na podstawie wskazania przyrządu wywzorcowanego w jednostkach miary wielkości mierzonej.

Metoda bezpośredniego porównania polega na porównaniu całkowitej wartości wielkości mierzonej ze znaną wartością wzorcową tej wielkości, wchodzącą bezpośrednio do pomiaru, czyli wskazanie K przyrządu stanowi wynik X pomiaru:

$$X = K$$

Błąd systematyczny ΔX_S i przypadkowy ΔX_p wyniku pomiaru są tożsame z błędem systematycznym ΔK_s i przypadkowym ΔK_p wskazania:

$$\Delta X_S = \Delta K_S$$

$$\Delta X_p = \Delta K_p$$

Metody pomiarowe:

Metoda różnicowa polega na odjęciu od wielkości mierzonej *X* znanej wartości wzorcowej *W* i pomiarze otrzymanej różnicy *K* metodą bezpośredniego porównania. A więc wartość wielkości mierzonej można obliczyć ze wzoru:

$$X = W + K$$

Na wartość błędu wyniku pomiaru ΔX wpływa zarówno błąd wzorca ΔW, jak i wskazania ΔK:

$$\Delta X_S = \Delta W_S + \Delta K_S$$

$$\Delta X_p = \sqrt{(\Delta W_p)^2 + (\Delta K_p)^2}$$

gdzie: ΔX_S, ΔW_S, ΔK_S - błędy systematyczne wyniku, wzorca i wskazania;

ΔX_p, ΔW_p, ΔK_p - błędy przypadkowe wyniku, wzorca i wskazania.

Przykładem realizacji tej metody jest ważenie na wadze sklepowej z użyciem odważników, pomiar długości z użyciem wzorców długości (płytek wzorcowych), pomiar DGPS itp.

Metody pomiarowe:

Metoda zerowa polega na badaniu różnicy między wielkością mierzoną a wzorcową i takiej zmianie wielkości wzorcowej, aby tę różnicę sprowadzić do zera. Stąd wynik pomiaru *X* jest równy wartości wzorca:

$$X = W$$

Na błąd pomiaru wielkości mierzonej *X* wpływa nie tylko błąd wartości wzorca ΔW, ale także błąd wskazania równości tych wielkości. Wzory na błąd pomiaru: systematyczny ΔX_S i przypadkowy ΔX_p są analogiczne jak w metodzie różnicowej:

$$\Delta X_S = \Delta W_S + \Delta K_S$$

$$\Delta X_p = \sqrt{\left(\Delta W_p\right)^2 + \left(\Delta K_p\right)^2}$$

Przykładem realizacji tej metody jest pomiar masy na wadze laboratoryjnej dwuszalkowej.

Metody pomiarowe:

Metoda pośrednia polega na bezpośrednim pomiarze innych wielkości, związanych z wielkością szukaną znaną zależnością. Z zależności tej wyznacza się wartość *X* mierzonej wielkości:

$$X = f\left(A, B, C, ...\right)$$

gdzie: *A, B, C,…* - wielkości mierzone bezpośrednio.

Wpływ błędów pomiaru wielkości *A, B, C,…* na wartość błędu pomiaru wartości wielkości *X* można wyznaczyć rozwijając funkcję $f\left(A, B, C, ...\right)$ w szereg Taylora. Pomijając wyrazy z wyższymi pochodnymi, zmianę wartości *ΔX* można wyznaczyć ze wzoru:

$$\Delta X = \frac{\partial f}{\partial A}\Delta A + \frac{\partial f}{\partial B}\Delta B + \frac{\partial f}{\partial C}\Delta C + ...$$

gdzie: $\frac{\partial f}{\partial A}, \frac{\partial f}{\partial B}, \frac{\partial f}{\partial C}, ...$ pochodne cząstkowe funkcji, wyznaczone względem zmiennych *A, B, C,...*; *ΔA, ΔB, ΔC,...* - przyrosty zmiennych *A, B, C, ….*

Metody pomiarowe:

Stosując zasady sumowania błędów systematycznych i przypadkowych można zapisać wzory na odpowiednie błędy:

$$\Delta X_s = \frac{\partial f}{\partial A}\Delta A_s + \frac{\partial f}{\partial B}\Delta B_s + \frac{\partial f}{\partial C}\Delta C_s + \ldots$$

$$\Delta X_p = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial A}\Delta A_p\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial B}\Delta B_p\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial C}\Delta C_p\right)^2 + \ldots}$$

Metody pomiarowe:

Przykładowo graniczną wartość błędu przypadkowego pomiaru powierzchni prostokąta określa wzór:

$$\Delta X_p = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial A}\Delta A_p\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial B}\Delta B_p\right)^2}$$

$$\Delta X_p = \sqrt{\left(B \cdot \Delta A_p\right)^2 + \left(A \cdot \Delta B_p\right)^2},$$

gdyż przy obliczaniu pochodnych cząstkowych wielkości boków *A* i *B* przyjmuje się jako const.