

TRANSPORT

Laboratorium metrologii

Ćwiczenie nr 4

1. Temat: Ocena błędów systematycznych w pomiarach bezpośrednich

2. Cel ćwiczenie: Poznanie techniki dokładnych pomiarów dużych wymiarów, Ocena błędów systematycznych występujących w tych pomiarach.

3. Błędy systematyczne występujące przy pomiarach dużych i smukłych wymiarów

Błąd systematyczny jest to różnica pomiędzy średnią z nieskończonej liczby pomiarów tej samej wielkości mierzonej, wykonanych w warunkach powtarzalności, a wartością prawdziwą wielkości mierzonej. Z podanej definicji wynika, że błąd systematyczny ma stałą wartość (w niezmiennych warunkach) lub zmienia się w sposób jaki jesteśmy w stanie przewidzieć wraz ze zmieniającymi się warunkami. Jednym ze sposobów eliminacji błędów systematycznych jest korekcja. Są dwa rodzaje korekcji: zmian przyczyny i pomiar wielokrotny oraz pomiar przyczyny i wprowadzenie poprawki. Poprawka jest to wartość wielkości, którą należy algebraicznie dodać do surowego wyniku pomiaru w celu usunięcia błędu systematycznego.

$$p = -\delta \quad (1)$$

Gdzie: p – poprawka
 δ – błąd systematyczny

3.1. Błędy spowodowane odkształceniami sprężystymi

- zmiana długości wskutek ciężaru własnego

$$\Delta L_1 = \frac{L^2 \gamma}{2E} 10^3 [\mu m] \quad (2)$$

- zmiana długości pod wpływem nacisku pomiarowego

$$\Delta L_1 = \frac{L P}{ES} 10^3 [\mu m] \quad (3)$$

gdzie: E - moduł sprężystości wzdłużnej Younga w MPa,
 S - pole przekroju w mm^2 ,
 γ - ciężar właściwy materiału w N/mm^2 ,
 L - długość przedmiotu w mm.

Aby uniknąć błędów wywołanych ugięciem i skróceniem pręta pod wpływem własnego ciężaru i nacisku pomiarowego, podpira się go w ściśle określonych punktach. Sposób

podparcia zależy od zastosowania i własności podpartego pręta. Mogą to być następujące punkty podparcia:

- punkty Airy'ego gdy $a = 0,2113 L$
- punkty Bessela gdy $a = 0,2203 L$
- punkty Granta gdy $a = 0,2232 L$
- $a = 0,2386 L$
- $a = 0,2142 L$, dla którego końce pręta znajdują się na wysokości punktów podparcia i odkształcenie jest najmniejsze.

3.2. Błąd temperaturowy

Bardzo duży wpływ na wyniki pomiarów długości ma temperatura mierzonego elementu jak również temperatura narzędzi, przyrządów pomiarowych i wzorców. Jako temperaturę odniesienia przyjmuje się 20°C . Jeżeli nie można uzyskać temperatury 20° to błąd temperaturowy obliczamy:

$$\delta L = L_0[\alpha_p(t_p - t_n) + (\alpha_p - \alpha_n)(t_n - 20^0)] \quad (4)$$

gdzie: L_0 - długość mierzona w temperaturze 20°C , mm
 α_p - współczynnik rozszerzalności cieplnej przedmiotu,
 α_n - współczynnik rozszerzalności cieplnej narzędzia pomiarowego,
 t_p - temperatura przedmiotu mierzonego,
 t_n - temperatura narzędzia pomiarowego.

4. Przebieg ćwiczenia:

- 4.1. Zapoznać się z instrukcją obsługi maszyny długościowej.
- 4.2. Zdjąć podpory w kształcie „V”.
- 4.3. Dobrać i złożyć odpowiednie końcówki pomiarowe.
- 4.4. Ustawić wartość odniesienia równą zero (wg instrukcji obsługi) i wywzorcować końcówki.
- 4.5. Ustawić konik na pełne działki wzorca stalowego.
- 4.6. Założyć podpory i ustawić je w punktach Airy'ego.
- 4.7. Położyć przedmiot na podporach i przy pomocy śrub (regulacja wysokości i położenia podpór względem prowadnic) ustawić go równoległe do osi pomiarowej.
- 4.8. Dokonać odczytu wartości pomiarowej (wg instrukcji obsługi maszyny). Odczytu dokonać kilkakrotnie (np. $5 \div 10$ razy) przy cofaniu i zwalnianiu końcówki pomiarowej czujnika.
- 4.9. Zmierzyć temperaturę przedmiotu i stalowego wzorca.
- 4.10. Jako wynik pomiaru przyjąć średnią arytmetyczną, obliczyć poprawki i skorygować wynik o wartość poprawek.
- 4.11. Obliczyć niepewność wyniku pomiaru uwzględniając niepewność wyznaczenia poprawek.

5. Literatura

- 5.1 Kamińska Krzowska B. Kujan K.: Laboratorium metrologii wielkości geometrycznych
Wyd. Ucz. PL. Lublin 1999
- 5.2. Kujan K. Techniki i systemy pomiarowe w budowie maszyn. Laboratorium. Wyd. P L
Lublin 2004