

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest ugruntowanie wiadomości dotyczących pomiarów wielkości geometrycznych z wykorzystaniem prostych przyrządów pomiarowych - suwmiarek i mikrometrów.

2. Podstawowe pojęcia

Wymiary liniowe są najbardziej rozpowszechnionymi w budowie maszyn rodzajami wymiarów. Sposoby pomiaru, czy sprawdzania wymiarów liniowych stanowią obszerne i złożone zagadnienia, toteż do ich wyznaczania używa się wielu, ogromnie zróżnicowanych narzędzi, przyrządów i maszyn pomiarowych.

Zasadniczym warunkiem poprawności wykonania pomiarów, zarówno wymiarów rzeczywistych, odchyłek wymiarowych jak i odchyłek kształtu, jest wybór odpowiedniej metody pomiarowej oraz właściwego sprzętu pomiarowego. Podstawowym kryterium tego wyboru są: dopuszczalny błąd i niepewność pomiaru, szybkość oraz prostota wykonania pomiaru.

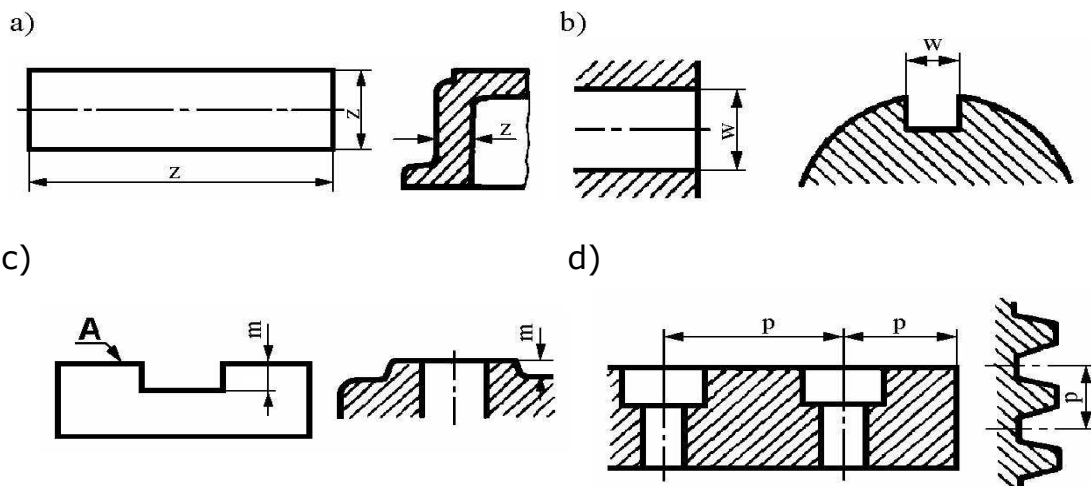
Wymiarami nominalnymi nazywa się wymiary przedmiotów podawane na rysunkach. Wymiary rzeczywiste wynikają z położenia pola tolerancji (muszą się mieścić w polu tolerancji) i błędów wykonania, mogą więc być inne od wymiarów nominalnych.

W zależności od usytuowania na przedmiocie rozróżnia się:

- wymiary zewnętrzne** (z), jak: długość, szerokość lub wysokość przedmiotu, średnica wałka, grubość ścianki przedmiotu wydrążonego itd. (rys. 1a),
- wymiary wewnętrzne** (w), jak: średnica otworu, szerokość rowka itd. (rys. 1b),
- wymiary mieszane** (m), jak: głębokość rowka, wysokość nadlewka itd. (rys. 1c), przy czym często wymiary te, w zależności od kolejności obróbki powierzchni, mają charakter wymiaru zewnętrznego lub wewnętrznego i wtedy noszą nazwę wymiarów mieszanych typu zewnętrznego lub wewnętrznego
- wymiary pośrednie** (p), tj. takie, których nie można zmierzyć bezpośrednio, a więc: odległość osi otworu od ściany przedmiotu, rozstawienie otworów itd. (rys. 1d); wymiary te mogą być również niekiedy typu zewnętrznego lub wewnętrznego.

Ze względu na żadaną dokładność wykonania wymiary dzieli się na:

- swobodne, tj. takie, których rzeczywista wartość nie odgrywa większej roli; dla wymiarów takich nie podaje się tolerancji,
- tolerowane, których rzeczywista wartość musi się zawierać w określonych granicach,
- teoretyczne, dla których nie przewiduje się żadnych odchyłek; są to zwykle wymiary potrzebne do obliczania wymiarów narzędzi, sprawdzianów lub uchwytów.

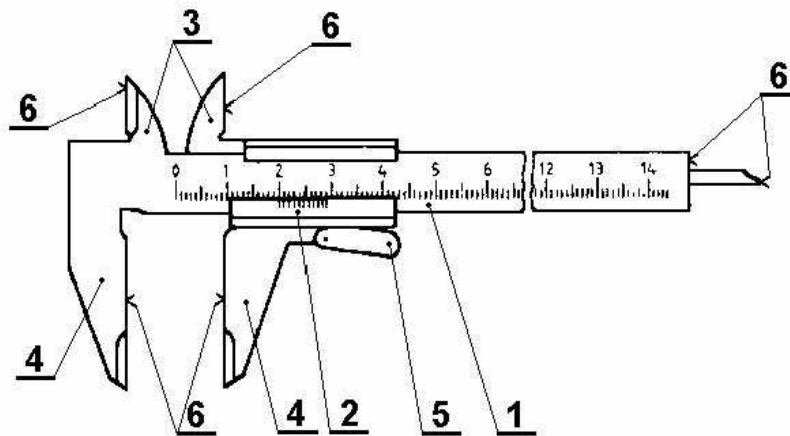


Rys. 1. Wymiary liniowe: a) zewnętrzne, b) wewnętrzne, c) mieszane, d) pośrednie

3. Podstawowe przyrządy pomiarowe

Narzędzia suwmiarkowe

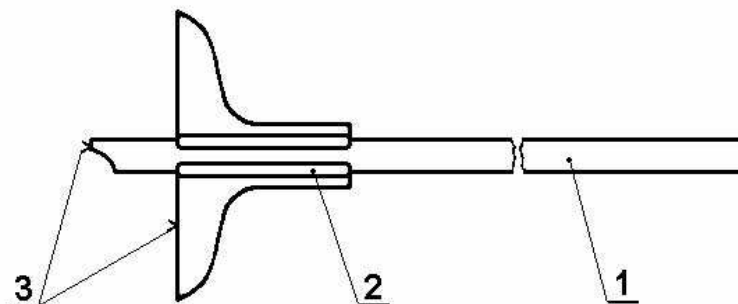
Najbardziej popularnym narzędziem służącym do pomiarów wymiarów zewnętrznych, wewnętrznych i mieszanych jest suwmiarka uniwersalna (rys. 2.). Uniwersalny charakter suwmiarki sprawia, że przyrząd ten jest powszechnie stosowany w warunkach produkcyjnych. Wartość działki elementarnej tego narzędzia wynosi w zależności od rodzaju naciętego noniusza 0.1 lub 0.05 mm, rzadziej 0.02 mm. Dokładność pomiaru uzależniona jest od precyzji wykonania suwmiarki oraz jej stanu.



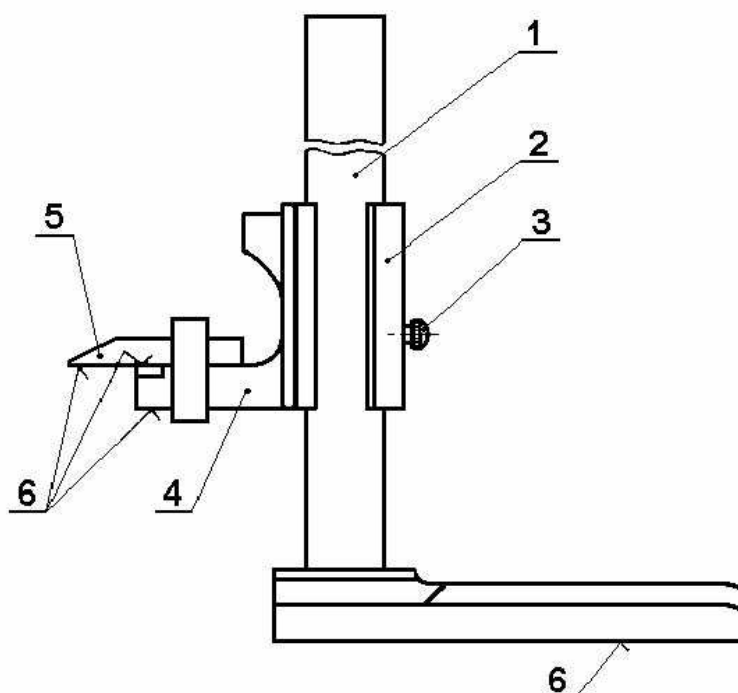
Rys. 2. Suwmiarka uniwersalna; 1 – podziałka kreskowa prowadnicy, 2 – podziałka kreskowa suwaka, 3 – szczeka krawędziowa wewnętrzna, 4 – szczeka płasko-krawędziowa, 5 – zacisk, 6 – powierzchnia pomiarowa płaska

Suwmiarka ma liczne wady konstrukcyjne, takie jak mała sztywność, luzy na prowadnicach itp. Wady te predestynują suwmiarkę jedynie do pomiaru mało dokładnych części maszyn, a także tam, gdzie wymagana jest prostota i szybkość pomiaru. Zakres pomiarowy suwmiarki wynosi dla wymiarów zewnętrznych od 0 do 200 mm, a dla wymiarów wewnętrznych od 5 do 500 mm. Do pomiarów wymiarów mieszanych służą głębokościomierze lub wysokościomierze suwmiarkowe (rys. 3 i rys. 4.). Niedokładność pomiaru tymi przyrządami jest z reguły większa od niedokładności pomiaru suwmiarkami uniwersalnymi. Wynika to głównie z trudności w prawidłowym ustawieniu przyrządu w czasie pomiaru.

Wartość działki elementarnej tych przyrządów wynosi 0.1 lub 0.05 mm (rzadziej 0.02 mm), a zakres pomiarowy od 0 do 500 mm.



Rys. 3. Głębokościomierz suwmiarkowy;
1 – prowadnica, 2 – suwak, 3 – powierzchnia pomiarowa płaska



Rys. 4. Wysokościomierz suwmiarkowy;

1 – prowadnica, 2 – suwak, 3 – zacisk, 4 – szczeka płasko-krawędziowa, 5 – rysik,
6 – powierzchnia pomiarowa płaska

Charakterystycznym, wspólnym elementem przyrządów suwmiarkowych jest noniusz, umożliwiający zwiększenie dokładności odczytywania wyników pomiaru.

NONIUSZ- jest to dodatkowa podziałka kreskowa, umożliwiająca odczytanie ułamkowej części wartości podziałki głównej. Stosuje się w praktyce noniusze liniowe i kątowe. Zasada działania przyrządu z podziałką noniusza, oparta jest na różnicy wielkości działki elementarnej podziałki głównej i działki noniusza.

Noniusz określają następujące parametry :

a - długość działki elementarnej skali głównej (skali wzorca)

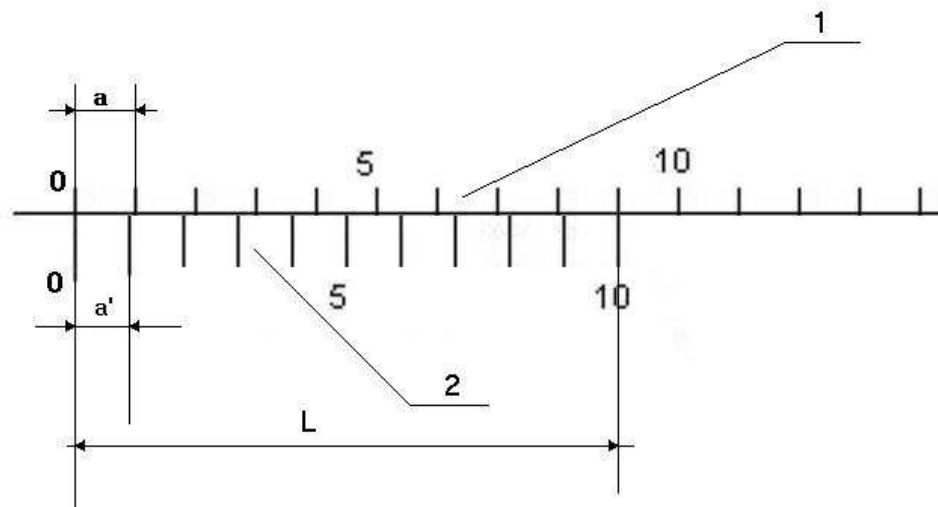
a' - długość działki elementarnej skali noniusza,

L - długość noniusza,

n - liczba działek elementarnych noniusza,

g - moduł noniusza,

i - dokładność odczytania noniusza,



1 - podziałka główna
2 - podziałka noniusza

Parametry te są związane następującymi zależnościami :

$$i = \frac{a}{n} \quad L = g \cdot n - 1 \quad g = \frac{L+1}{n}$$

Długość czynną noniusza L ustala się pokrywając 0 noniusza z 0 skali głównej. Wtedy również ostatnia kreska noniusza pokrywa się z odpowiednią kreską skali głównej, wyznaczając jego długość w jednostkach skali głównej.

Liczbę działek n noniusza, na jego czynnej długości ustala się przez policzenie przy noniuszu ustawionym jak przy ustalaniu długości noniusza L .

Moduł noniusza g wiąże się ze stosunkiem długości działek noniusza i skali głównej. W przypadku przyrządów suwmiarkowych, w praktyce stosuje się jedynie moduły 1, 2 (tylko liczby naturalne, tzn. całkowite i dodatnie).

Wartość działki elementarnej noniusza i stanowi jego cechę znamionową. Gdy mówimy np. "noniusz 0,02 mm" znaczy to, że działka elementarna tego noniusza ma wartość $i = 0,02$ mm i zarazem, że niedokładność odczytania za pomocą tego noniusza wynosi 0,02 mm. W noniuszach przyrządów suwmiarkowych wartość L , n , i , zazwyczaj wynoszą :

- dla prostoliniowych noniuszy metrycznych :

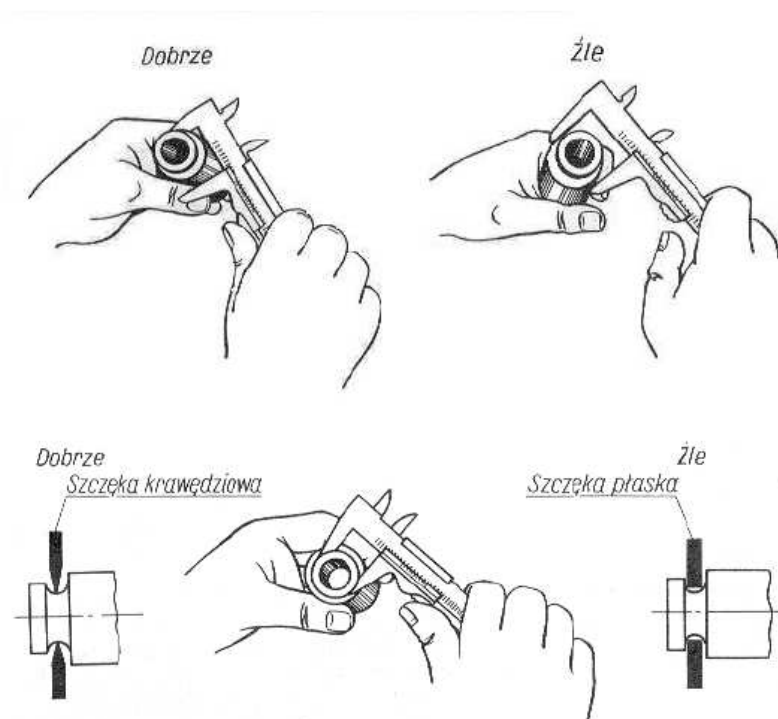
$L = 9$ mm	$n = 10$	$i = 0,1$ mm
$L = 19$ mm	$n = 10$	$i = 0,1$ mm
$L = 19$ mm	$n = 20$	$i = 0,05$ mm
$L = 39$ mm	$n = 20$	$i = 0,05$ mm
$L = 49$ mm	$n = 50$	$i = 0,02$ mm

- dla prostoliniowych noniuszy calowych :

$L = 7/16$ cala	$n = 8$	$i = 1/28$ cala
$L = 11/16$ cala	$n = 12$	$i = 1/192$ cala

Pomiaru suwmiarką dokonuje się przez łagodne zaciśnięcie szczęk na mierzonym przedmiocie (pomiar powierzchni zewnętrznych), przez maksymalne rozwarście szczęk wewnętrznych (pomiar powierzchni wewnętrznych) lub przez oparcie prowadnicy o powierzchnię przedmiotu i przesunięcie listwy głębokościomierza do oporu (pomiar głębokości). Suwak wyposażony jest w dźwignię zacisku (lub śrubę zaciskową), przy pomocy której ustala się jego położenie.

Przykłady prawidłowego pomiaru suwmiarką przedstawiono na rys.5.



Rys. 5. Pomiar suwmiarką

Na skali głównej odczytujemy całkowitą ilość milimetrów, odpowiadających danemu wymiarowi. Wskazuje ją zerowa kreska noniusza. Jeśli jednak nie pokrywa się ona dokładnie z żadną kreską skali głównej, do odczytu przyjmujemy liczbę całkowitych milimetrów, odpowiadającą najbliższej podziałce poprzedzającej zero noniusza.

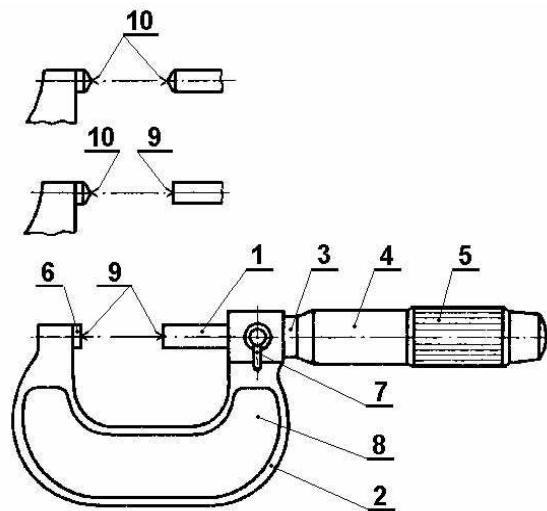
Następnie ustalamy, która z kolejnych kresek noniusza pokrywa się dokładnie z kreską skali głównej. Jej miejsce, w kolejności liczonej od zera, wyraża liczbę dziesiątych, dwudziestych lub pięćdziesiątych (zależnie od wspomianej dokładności) części milimetra, którą należy dodać do odczytanej poprzednio całkowitej liczby milimetrów.

Miejsce pokrycia się kreski podziałki głównej z kreską podziałki noniusza nazywamy **punktem koincydencji**.

Mikrometry

Zastosowanie do tych narzędzi jako wzorca dokładnej śruby o skoku 0.5 mm, znacznie zwiększa w porównaniu z suwmiarką sztywność, a także, jako że kierunek pomiaru pokrywa się z osią wzorca, pozwala na znacznie dokładniejszy i pewniejszy pomiar. Wartość działki elementarnej tych narzędzi w większości przypadków wynosi 0.01 mm.

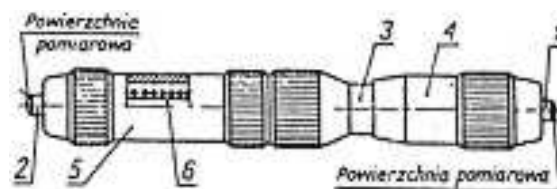
Na rys.6. przedstawiono mikrometr zewnętrzny. Zakres pomiarowy takich mikrometrów mieści się w granicach od 0 do 1000 mm, przy czym do 200 mm stopniowane są co 25 mm, w pozostałym zakresie co 75 mm.



Rys.6. Mikrometr zewnętrzny; 1 - wrzeciono, 2 - kabłąk, 3 - tuleja, 4 - bęben, 5 - sprzęgło, 6 - kowadełko stałe, 7 - zacisk, 8 - nakładka izolacyjna, 9 - powierzchnia pomiarowa płaska, 10 - powierzchnia pomiarowa kulista

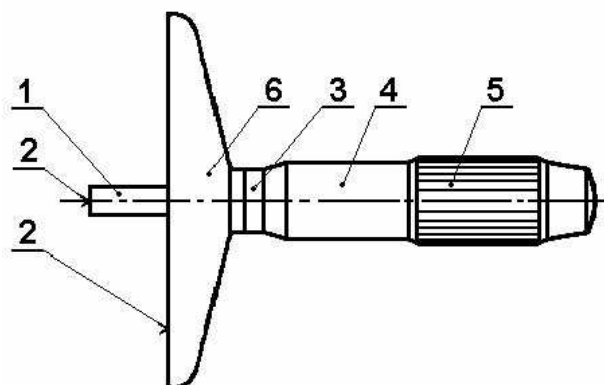
Pomiarów wymiarów wewnętrznych można dokonywać za pomocą mikrometrów wewnętrznych lub średnicówek mikrometrycznych (rys.7).

Mikrometr wewnętrzny różni się od zewnętrznego jedynie budową szczęk pomiarowych. Jego zakres pomiarowy wynosi najczęściej od 5 do 55 mm.



Rys. 7. Średnicówka mikrometryczna składana MMWc: 1) wrzeciono, 3) trzpień pomiarowy, 3) tuleja, 4) bęben, 5) przedłużacz, 6) trzpień przedłużacza

Wymiary mieszane mierzy się za pomocą głębokościomierzy mikrometrycznych (rys.8.). Sposób pomiaru jak i rodzaj błędów pomiaru są takie same jak dla głębokościomierza suwmiarkowego. Różnicę między tymi przyrządami stanowi jedynie wyższa dokładność pomiaru uzyskiwana za pomocą głębokościomierza mikrometrycznego, którego wartości działki elementarnej wynosi 0.01 mm. Zakres pomiarowy narzędzia wynosi 100 mm.

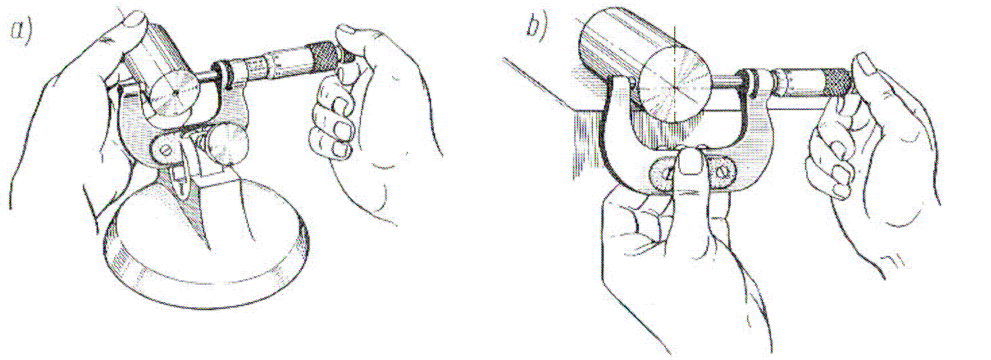


Rys.8. Głębokościomierz mikrometryczny;

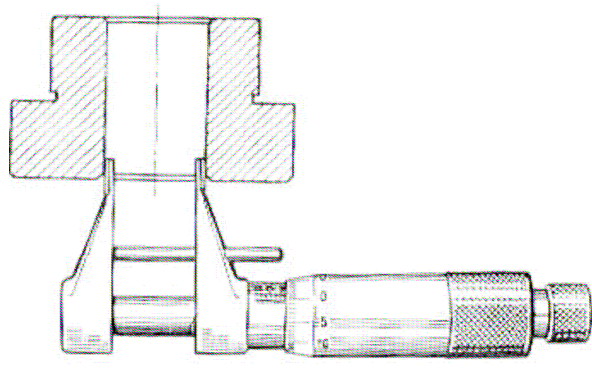
- Podstawy Metrologii -
Ćwiczenie X. Pomiar wielkości geometrycznych

1 – wrzeciono, 2 powierzchnia pomiarowa płaska, 3 – tuleja, 4 – bęben, 5 – sprzęgło, 6 – stopa

Przykłady prawidłowego pomiaru mikrometrem zewnętrznym przedstawia Rys.9., natomiast mikrometrem wewnętrznym – Rys.10.



Rys.9. Pomiary mikrometrem zewnętrznym



Rys.10. Pomiary mikrometrem wewnętrznym