

## I. Cel i dokładność pomiarów warsztatowych

Celem pomiarów warsztatowych jest sprawdzenie prawidłowości wykonania przedmiotu obrabianego zgodnie z rysunkiem technicznym.

Pomiar jest to doświadczalne wyznaczanie z określoną dokładnością miary danej wielkości. Tradycyjnie pomiar jest traktowany jako porównywanie mierzonej wartości danej wielkości ze znaną wartością tej wielkości przyjmowaną za jednostkę miary.

Sprawdzenie kształtu przedmiotu polega na ogół na pomiarze: - długości krawędzi lub wielkości średnic, - pomiarze kątów - oraz na określeniu chropowatości powierzchni.

Każdy pomiar jest obarczony pewnym błędem powstałym wskutek niedokładności przyrządów pomiarowych, niedoskonałości wzroku oraz warunków, w jakich pomiar się odbywa, np. temperatury. Pomiarzy zaleca się wykonywać w temperaturze ok. 20°C.

## II. Metody pomiarowe

W zależności od sposobu otrzymywania wartości i wielkości mierzonej rozróżnia się metody pomiarowe: bezpośrednią i pośrednią.

**Metoda pomiarowa bezpośrednia** występuje wówczas, gdy wartość wielkości mierzonej jest otrzymywana wprost, bez konieczności wykonywania obliczeń (np. z odczytania wskazania narzędzia pomiarowego).

**Metoda pomiarowa pośrednia** polega na tym, że poszukiwana wartość wielkości mierzonej jest obliczana na podstawie zależności wiążącej ją z wielkościami, których wartości były mierzone bezpośrednio (np. wyznaczanie objętości stożka na podstawie pomiarów wysokości i średnicy podstawy).

W zależności od sposobu porównywania wartości wielkości mierzonej ze znanymi wartościami tej wielkości rozróżnia się metody: bezpośredniego porównywania oraz różnicową.

**Metoda bezpośredniego porównywania** występuje wówczas, gdy cała wartość wielkości mierzonej jest porównywana ze znaną wartością tej samej wielkości (np. pomiar długości przymiarem).

**Metoda różnicowa** polega na pomiarze niewielkiej różnicy między wartością wielkości mierzonej a znaną wartością tej wielkości (np. pomiar średnicy średnicówką czujnikową).

### III. Narzędzia pomiarowe

Narzędzia pomiarowe podzielono na dwie grupy: wzorce miar i przyrządy pomiarowe. Do **wzorców miar** zalicza się wszystkie narzędzia pomiarowe, które odtwarzają jedną lub wiele znanych wartości danej wielkości, np. przymiary, odważniki, menzury.

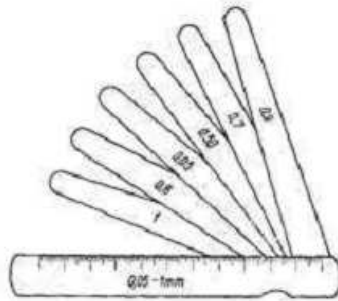
W przeciwieństwie do wzorców miar **przyrządy pomiarowe** są wyposażone w przetworniki, które spełniają różne funkcje, np. przetwarzanie jednej wielkości w inną, powiększanie dokładności odczytania.

#### Przymiar kreskowy

Do pomiarów mniej dokładnych używa się przymiaru kreskowego z podziałką milimetrową. Niektóre przymiary mają również podziałkę co pół milimetra. Do pomiaru większych długości używa się przymiaru taśmowego.

#### Szczelinomierz

Szczelinomierz (rys. 1) służy do określenia wymiaru szczelin lub luzów między sąsiadującymi powierzchniami. Składa się z kompletu płytek, każda o innej grubości, osadzonych obrotowo jednym końcem w oprawie. Szczelinomierze składają się z 11, 14 lub 20 płytek.



Rys. 1 Szczelinomierz

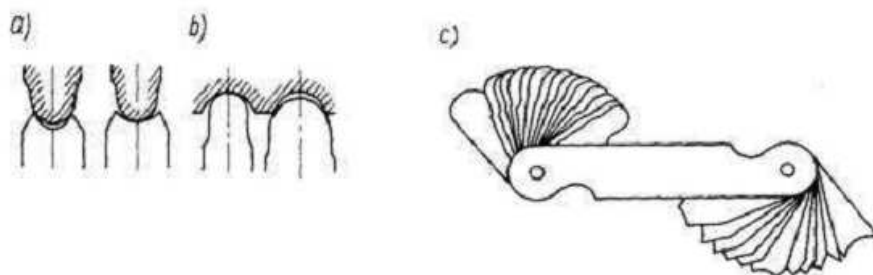
Szczelinomierz 11-płytkowy składa się z płytek o grubości: 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, i 1 mm. Sposób dokonywania pomiarów jest następujący: jeżeli np. płytka 0,2 łatwo wchodzi w szczelinę tak, że wyczuwa się jeszcze luz, a płytka 0,3 nie wchodzi wcale, to grubość szczeliny przyjmuje się jako wartość średnią

$$(0,2 + 0,3) / 2 = 0,25 \text{ mm}$$

Szczelinomierze najczęściej są stosowane w czasie regulacji luzu zaworowego silnika spalinowego 4-suwowego, oraz podczas montażu maszyn do pomiaru luzów między powierzchniami współpracujących ze sobą części maszyn.

### Promieniomierze

Promieniomierzami (rys. 2) nazywamy wzorniki do sprawdzania promieni zaokrążeń wypukłych (rys. 2a) i wklęsłych (rys. 2b). Zestaw takich wzorników o różnych promieniach zaokrąglenia (rys. 2c) stanowi komplet promieniomierzy o określonym zakresie pomiarowym. Sprawdzenie zaokrąglenia odbywa się przez przymierzanie kolejnych wzorników, aż do dopasowania takiego, który będzie dokładnie przylegał. Wtedy z tego wzornika odczytujemy uwidoczniony na nim promień zaokrąglenia.





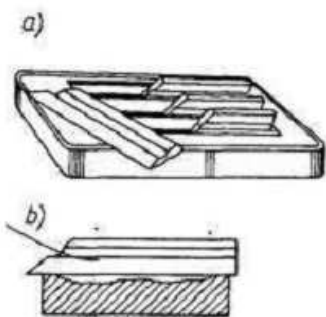
Rys. 2. Promieniomierze:

a) sprawdzanie promieniomierzem zaokrąglenia wypukłego, b) sprawdzanie zaokrąglenia wklęsłego, c) komplet w oprawce

Na rys. 2-2a, b przedstawiono ponadto przykład sprawdzania krzywizn za pomocą dwu wzorników granicznych, czyli o najmniejszym i największym promieniu granicznym. W przypadku zaokrąglenia wypukłego (rys. 2a) zarys można uznać za prawidłowy, jeżeli po przyłożeniu wzornika o najmniejszym dopuszczalnym promieniu daje się zaobserwować szczelinę świetlną w środku zarysu, a w przypadku wzornika o największym promieniu na krańcach sprawdzonego zarysu. W przypadku zaokrąglenia wklęsłego (rys. 2b) zarys można uznać za prawidłowy, gdy rozkład szczelin świetlnych jest odwrotny.

### Liniał krawędziowy

Liniał krawędziowy służy do sprawdzania płaskości powierzchni. Zestaw liniałów krawędziowych o różnej długości tworzy komplet (rys. 3a). Jedno czoło liniału jest ścięte pod kątem prostym, a drugie pod kątem  $45^\circ$ . Robocza część liniału krawędziowego jest minimalnie zaokrąglona ( $R = 0,1 \pm 0,2$  mm).

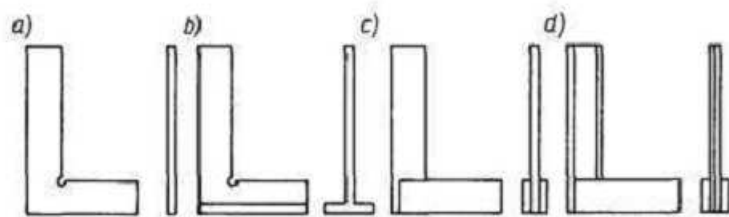


Rys. 3. Komplet liniałów

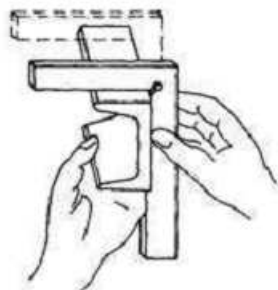
Liniał przykładają się do sprawdzanej powierzchni w różnych kierunkach i miejscach obserwując, czy występuje szczelina świetlna między krawędzią liniału a sprawdzaną powierzchnią (rys. 2-3b). Pochylenie liniału (rys. 2-3c) ułatwia obserwację szczeliny świetlnej.

### Kątowniki

Kątowniki (rys. 4) są to wzorniki służące do sprawdzania kąta prostego. Sprawdzając kąt prosty zewnętrzny kątownik przykładają się wewnętrznymi bokami ramion do obrobionych płaszczyzn przedmiotu prostopadłe do krawędzi przedmiotu i obserwuje szczelinę świetlną (rys. 2-5). Badając kąt wewnętrzny, kątownik przykładają się bokami zewnętrznymi.



Rys. 4. Kątowniki: a) płaski, b) ze stopką, c) z grubym ramieniem, d) krawędziowy

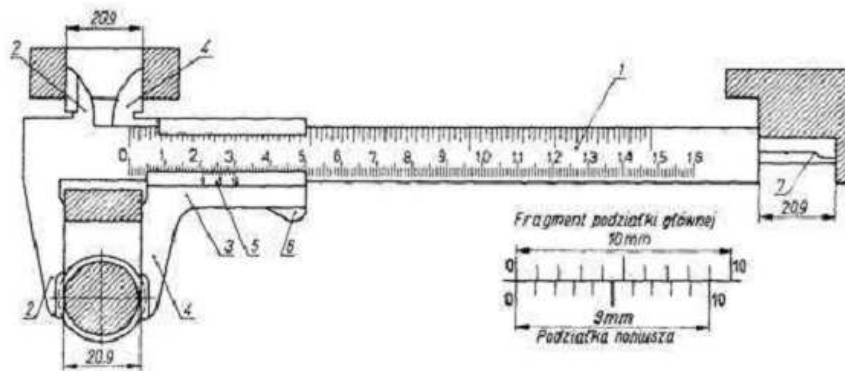


Rys. 5. Sprawdzanie kąta prostego.

## Suwmiarka

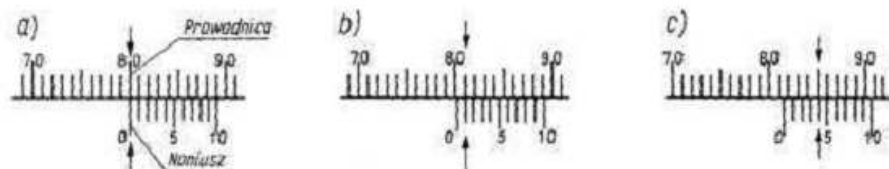
Suwmiarką nazywa się przyrząd pomiarowy z noniusem, przystosowany do pomiaru wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych, a gdy ma wysuwkę głębokościomierza — również do pomiaru głębokości. Suwmiarką można dokonać pomiaru zwykle z dokładnością do 0,1 mm.

**Suwmiarka uniwersalna** (rys. 6) składa się z prowadnicy stalowej **1** z podziałką milimetrową, zakończonej dwiema szczękami nieruchomymi **2**. Po prowadnicy przesuwa się suwak **3** mający dwie szczęki przesuwne **4** (dolną dłuższą i górną krótszą), odpowiadające szczękom stałym **2**. Na suwaku znajduje się specjalna podziałka długości 9 mm, zwana noniusem **5**, składająca się z **10** równych części; działka noniusza jest równa  $9/10$ , tj. 0,9 mm. Suwak jest wyposażony w dźwignię zacisku **6**, za pomocą której ustala się położenie suwaka. Suwmiarka warsztatowa jest wyposażona w wysuwkę głębokościomierza **7** do pomiaru głębokości.



Rys. 6. Suwmiarka

Pomiaru suwmiarką dokonuje się następująco: suwak odsuwa się w prawo i między rozsunięte szczęki wkłada się mierzony przedmiot; następnie dosuwa się suwak do zetknięcia płaszczyzn stykowych szczęk z krawędzią przedmiotu. Teraz odczytuje się, ile całych działek prowadnicy (milimetrów) odcina zerowa kreska noniusza, co odpowiada mierzonemu wymiarowi w milimetrach. Następnie odczytuje się, która kreska noniusza znajduje się na przedłużeniu kreski podziałki prowadnicy (kreska noniusza wskazuje dziesiątą część milimetra).



Rys. 7. Przykłady położenia podziałki noniusza suwmiarki podczas pomiaru:

a) wymiar 80,0 mm, b) wymiar 80,1 mm, c) wymiar 81,4 mm

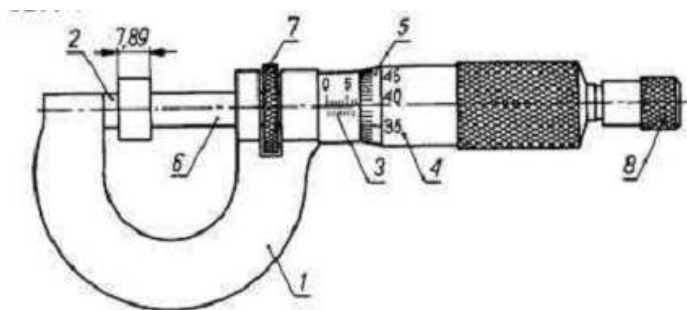
Na rys. 7 podano sposoby odczytywania wymiarów. Pomiary zostały wykonane z dokładnością do 0,1 mm.

Oprócz suwmiarek o dokładności pomiaru 0,1 mm niekiedy używa się suwmiarek o dokładności pomiaru 0,05 mm i 0,02 mm. Te dwie ostatnie suwmiarki różnią się nacięciami noniusza. Stosujemy również suwmiarki, które zamiast noniusza mają czujnik zegarowy lub elektroniczny.

### Mikrometr

Mikrometr zewnętrzny (rys. 9) jest przeznaczony do pomiaru długości, grubości i średnicy z dokładnością do 0,01 mm. Składa się on z kabłąka **1**, którego jeden koniec jest zakończony kowadłkiem **2**, a drugi nieruchomą tuleją z podziałką wzdłużną **3** i obrotowym bębniem **4**, z podziałką poprzeczną **5**. Poza tym mikrometr jest wyposażony we wrzeciono **6**, zacisk ustalający **7** i pokrętko sprzęgła ciernego **8**. Wrzeciono ma nacięty gwint o skoku 0,5 mm i jest wkręcone w nakrętkę zamocowaną wewnątrz nieruchomej tulei z podziałką wzdłużną. Obracając bęben można dowolnie wysuwać lub cofać wrzeciono. Aby dokonać właściwego pomiaru i uniknąć uszkodzenia gwintu, przez zbyt mocne dociśnięcie czoła wrzeciona do powierzchni mierzonego przedmiotu, mikrometr jest wyposażony w sprzęgło cierne z pokrętkiem.





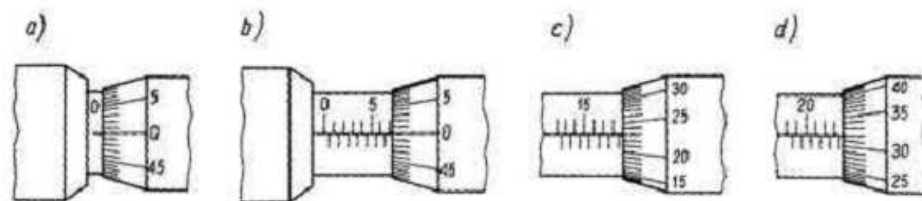
Rys. 9

Obracając pokrętkiem sprzęgła ciemnego, obracamy wrzeciono do chwili zetknięcia go z mierzonym przedmiotem lub kowadłkiem, po czym sprzęgło ślizga się i nie przesuwają wrzeciona. Położenie wrzeciona ustala się za pomocą zacisku. Nieruchoma tuleja z podziałką jest wyposażona w kreskę wskaźnikową wzdłużną, nad którą jest naniesiona podziałka milimetrowa. Pod kreską wskaźnikową są naniesione kreski, które dzielą na połowy podziałkę milimetrową (górną). Na powierzchni bębna jest nacięta podziałka obrotowa poprzeczna dzieląca obwód bębna na 50 równych części.

Skok śruby mikrometrycznej (gwintu wrzeciona) wynosi 0,5 mm. Pełny obrót bębna powoduje przesunięcie wrzeciona o 0,5 mm. Obrócenie, więc bębna o 1 dziatkę podziałki poprzecznej powoduje przesunięcie się wrzeciona o 0,01 mm.

Wartość mierzonej wielkości określa się najpierw odczytując na podziałce wzdłużnej liczbę pełnych milimetrów i połówek milimetrów odsłoniętych przez brzeg bębna, a następnie odczytuje się setne części milimetra na podziałce bębna patrząc, która dziatka na obwodzie bębna odpowiada wzdłużnej kresce wskaźnikowej tulei. Przykłady położenia bębna w czasie pomiaru pokazano na rys. 10.





Rys. 10.

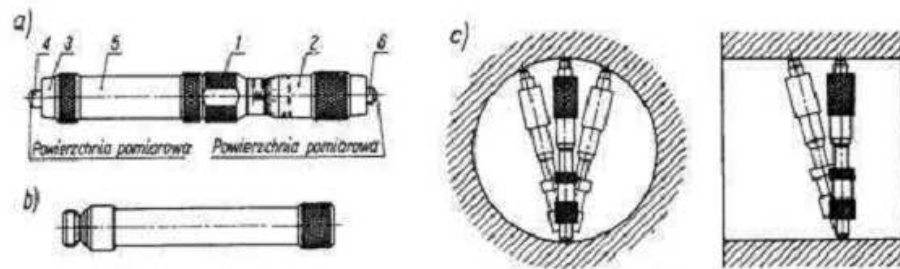
Na rys. 10a przedstawiono położenie tulei i bębna w czasie zetknięcia się wrzeciona z kowadłkiem (odczyt — 0,00). Na rys. 10 b pokazano odczytanie wymiaru 7,50 mm, na rys.10 c — 18,73 mm, a na rys. 10 d — 23,82 mm.

Mikrometry są wykonywane w różnych wielkościach o zakresach pomiarowych 0÷25 mm, 25÷50 mm, 50÷75 mm i dalej, co 25 mm do 1000 mm. Duże mikrometry wykonuje się z czterema wymiennymi kowadełkami o długościach stopniowanych co 25 mm, dzięki czemu jeden mikrometr pokrywa zakres pomiarowy 100 mm (np. od 200 do 300 mm). Rozróżnia się trzy klasy dokładności mikrometrów: 0, I i II. Dopuszczalne błędy pomiarów, w zależności od klasy dokładności mikrometru i zakresu pomiarowego, wynoszą  $\pm 2 + \pm 40 \mu\text{m}$ .

Mikrometr wewnętrzny jest stosowany do pomiaru średnic otworów, wgłębień i szerokości rowków. Odczytywanie wyników i sposób pomiaru są identyczne jak w mikrometrze zewnętrznym. Mikrometry wewnętrzne są budowane o zakresach pomiarowych: 5÷30 mm i 30÷55 mm.

### Średnicówka mikrometryczna

Średnicówka służy do wyznaczania wymiarów otworów, głównie średnic, w zakresie 75÷575 mm. Średnicówka mikrometryczna (rys. 11) zbudowana jest z tulei **1**, wrzeciona **6** ze śrubą mikrometryczną, bębna **2**, końcówki stałej **3** z trzpieniem pomiarowym **4** i przedłużacza **5**. Na tulei znajduje się kreska wzdluzna i podziałka o zakresie pomiarowym 13 mm.



Rys. 11

### Głębokościomierz mikrometryczny

Głębokościomierz służy do pomiarów głębokości otworów nieprzelotowych, zagłębień lub uskoków. Elementem pomiarowym tego głębokościomierza jest śruba mikrometryczna. Umożliwia on dokonywanie pomiarów z dokładnością 0,01 mm.

Głębokościomierze mikrometryczne mogą być z przedłużaczami wymiennymi lub bez przedłużaczy. Najczęściej stosowane zakresy pomiarowe wynoszą 0÷100 mm, a wartość działki elementarnej, podobnie jak w mikrometrze, wynosi 0,01 mm.

Opracował:

mgr inż. Marcin Jabłoński – Zespół Szkół Technicznych w Grudziądzu

Dla nauczania przedmiotu: „Montaż i konserwacja maszyn i urządzeń elektrycznych”

**Bibliografia:**

- Górecki A.: *Technologia ogólna*, Warszawa 1998
- Parka Z.: *Zajęcia praktyczne dla uczniów techników górniczych*, Wydawnictwo ŚLĄSK
  
- Praca zbiorowa *Mały poradnik mechanika*, Warszawa 1970