Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji

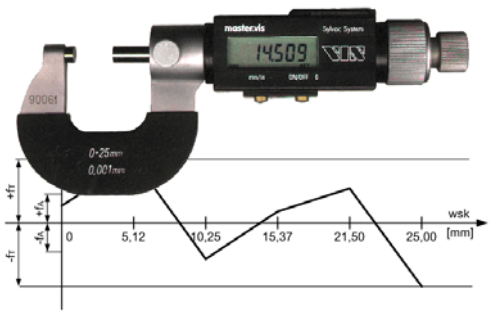
Pracownia Metrologii i Badań Jakości

Laboratorium Metrologii Wielkości Geometrycznych

SPRAWDZANIE MIKROMETRU ZEWNĘTRZNEGO Z PŁASKIMI POWIERZCHNIAMI POMIAROWYMI

Opracował:

dr inż.
Stanisław FITA



Spis treści

1. Wstęp 2
2. Narzedzia pomiarowe i urządzenia stosowane do sprawdzania 2
3. Czynności sprawdzania 3
3.1. Sprawdzenie stanu ogólnego i poprawności oznaczeń 3
3.2. Sprawdzanie chropowatości powierzchni pomiarowych 4
3.3. Sprawdzanie płaskości powierzchni pomiarowych 4
3.4 Sprawdzanie równoległości powierzchni pomiarowych 5
3.5. Sprawdzanie nacisku pomiarowego 7
3.6. Sprawdzanie zmiany wskazań spowodowaną ugięciem kabłąka 8
3.7. Wyznaczanie błędów wskazań mikrometru 10
4. Uwagi końcowe 11
Bibligrafia 13

1. WSTĘP

Do pomiarów z założoną dokładnością wykorzystywane są tylko narzędzia pomiarowe określonej jakości. Cechę tę określa stan techniczny narzędzia pomiarowego. Może ona być wyrażona liczbowo przez błąd wskazania:

$$\Delta W = W_i - W$$

gdzie:

W_i– wskazanie przyrządu pomiarowego przy mierzeniu wzorca,

W – nominalna miara wzorca.

Użytkowane narzędzia pomiarowe rozregulowują się na skutek zużywania się i starzenia elementów, muszą być zatem okresowo sprawdzane. Wynika to z zasady, że nie wolno mierzyć złym narzędziem pomiarowym. Instrukcje i przepisy Polskiego Komitetu Normalizacji Miar i Jakości wymagają, aby każde narzędzie warsztatowe do pomiarów długości i kąta było sprawdzane przed oddaniem go do użytku i następnie okresowo w terminach ustalonych w programie sprawdzań, w zależności od rodzaju i dokładności produkcji oraz od miejscowych warunków eksploatacji.

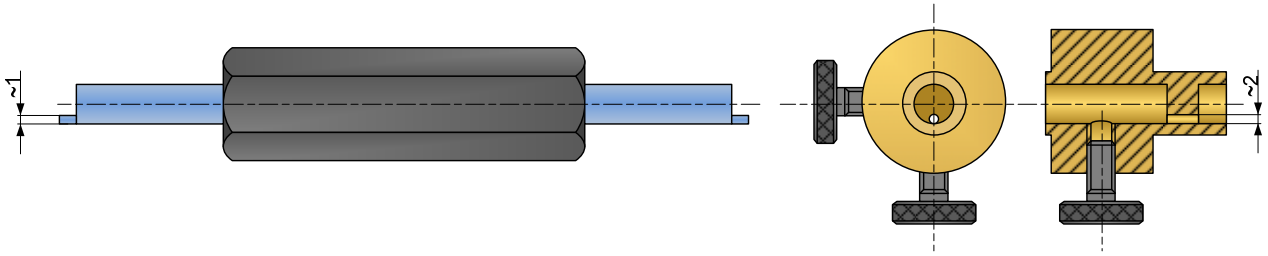
Celem merytorycznym ćwiczenia jest poznanie metodyki kontroli jakości narzędzi pomiarowych na przykładzie sprawdzania mikrometru zewnętrznego z płaskimi powierzchniami pomiarowymi.

2. NARZEDZIA POMIAROWE I URZĄDZENIA STOSOWANE DO SPRAWDZANIA

W zależności od zakresu pomiarowego, do sprawdzania mikrometrów stosuje się następujące narzędzia pomiarowe i urządzenia pomocnicze

- płytki wzorcowe klasy dokładności 1 - MLAg - wymagania według PN-83/M-53101 z uwzględnieniem poprawek,
- płaską płytkę interferencyjną conajmniej II klasy dokładności według PN-74/M-54602,
- komplety szklanych płasko-równoległych płytek interferencyjnych,
- wzorzec nastawczy odpowiadający PN-83/M-53201 i dwie specjalne nasadki pomocnicze (rys. 1).
- odważnik 50 g i 250 g (kilka sztuk) oraz uchwyt ze statywem i specjalne urządzenie do obciążania wrzeciona i kabłąka mikrometru,
- odważnik o masie 5 kg,

- czujnik zegarowy z działką elementarną o wartości 1 μm ze specjalnym uchwytem, tylko dla mikrometrów o dużych zakresach pomiarowych,
- urządzenie pomocnicze do wyznaczania błędów wskazań mikrometrów o zakresach pomiarowych ponad 125 mm,
- mikrointerferometr o zakresie pomiarowym Rz od 0,03 do 1 μm,
- płytka pomiarowa - wymagania wg PN - ISO 8512-1:1998.



Rys.1. Urządzenia pomocnicze do sprawdzenia mikrometrów:
a - wzorzec specjalny do mikrometru,
b - specjalna nasadka pomocnicza.

3. CZYNNOŚCI SPRAWDZANIA

Spośród przyrządów mikrometrycznych ogólnego przeznaczenia mikrometry zewnętrzne z powierzchniami płaskimi są używane najczęściej. Niedokładność wskazań mikrometru jest ściśle związana z na- stępującymi czynnikami:

- dokładnością wykonania skoku śruby mikrometrycznej i naniesienia podziałki kątowej na bębnie mikrometru,
- stanem powierzchni pomiarowych (chropowatością),
- nierównoległością powierzchni pomiarowych,
- niepłaskością powierzchni pomiarowych,
- zmiennością nacisku pomiarowego,
- sztywnością kabłąka.

Celem sprawdzania mikrometru jest określenie wpływu wymienionych czynników na błędy wskazań w różnych zakresach pomiarowych. Ponadto sprawdza się stan ogólny mikrometru i poprawność oznaczeń.

3.1. SPRAWDZENIE STANU OGÓLNEGO I POPRAWNOŚCI OZNACZEŃ

Przed przystąpieniem do sprawdzania mikrometru należy jego po- wierzchnie zewnętrzne przemyć benzyną lub innym rozpuszczalnikiem za pomocą pędzelka i wytrzeć do sucha czystą ściereczką flanelową. Podczas przemywania należy zwrócić uwagę aby rozpuszczalnik

nie przedostał się w zakryte części mikrometru, gdyż może to spowodować ich zanieczyszczenie i wymycie smaru z powierzchni współpracujących.

W toku oględzin zewnętrznych należy sprawdzić:

- czy mikrometr ma trwałe oznaczenia znaku wytwórcy, numeru fabrycznego, numeru inwentarzowego i zakresu pomiarowego,
- czy zewnętrzne powierzchnie mikrometru nie mają rdzawych plam, zadr i pęknięć, czy krawędzie i części radełkowane nie są ostre oraz czy na powierzchniach pomiarowych nie ma rys i śladów korozji,
- czy kreski podziałki na tulei i kreski podziałki na skosie bębna są kontrastowe, a ich cyfrowanie, jak również oznakowanie mikrometru jest trwałe, poprawne i czytelne,
- czy przy zwolnionym nacisku wrzeciono mikrometru obraca się swobodnie, bez luzów i zacięć,
- czy przy zakleszczonym zacisku wrzeciono nie obraca się przy pokręcaniu sprzęgiełkiem,
- czy mikrometr nie jest namagnesowany (mikrometr namagnesowany należy odmagnesować).

3.2. SPRAWDZANIE CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI POMIAROWYCH

Oceny chropowatości powierzchni pomiarowych dokonuje się zasadniczo przy sprawdzaniu mikrometru nowego. Do pomiarów wykorzystywany jest wówczas mikrointerferometr lub profilograf. Chropowatość powierzchni pomiarowych nie powinna przekraczać wartości Rz = 0,2 μm dla powierzchni stalowych i 0,4 μm dla powierzchni z węglików spiekanych.

3.3. SPRAWDZANIE PŁASKOŚCI POWIERZCHNI POMIAROWYCH

Do wyznaczania błędu płaskości powierzchni pomiarowej wrzeciona i kowadełka stosowana jest płaska płytka interferencyjna. Błąd płaskości powierzchni wyznacza się odpowiednio dla wrzeciona i kowadełka na podstawie kształtu i liczby ukazujących się na tych powierzchniach prążków interferencyjnych (rys. 2).

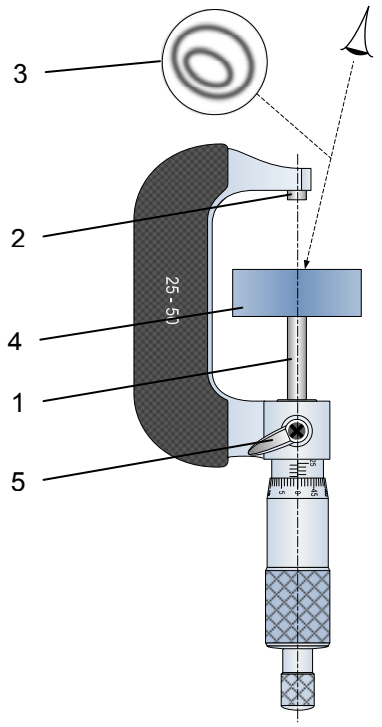
Błąd płaskości:

$$p = m \cdot \frac{\lambda}{2} \quad [\mu m]$$

gdzie:

m – ugięcie prążka oceniane krotnością odległości między sąsiednimi prążkami, lub liczbą prążków gdy tworzą one linie zamknięte,

λ – długość fali (dla światła białego λ = 0,6 μm



Rys.2. Sprawdzanie niepłaskości powierzchni wrzeciona i kowadełka mikrometru:
1. wrzeciono,
2. kowadełko,
3. obraz prążków interferencyjnych,
4. płytka interferencyjna,
5. zacisk wrzeciona.

Po dokładnym oczyszczeniu badanej powierzchni umieszcza się na niej czystą płytkę interferencyjną klasy II i lekko ją dociska aby ukazał się obraz prążków. Granice dopuszczalnej niepłaskości powierzchni mierniczych, niezależnie od zakresu pomiarowego wynoszą T_p = 0,9 µm dla mikrometrów i 1,8 µm dla głębokościomierzy i wkładek mikrometrycznych.

3.4 SPRAWDZANIE RÓWNOLEGŁOŚCI POWIERZCHNI POMIAROWYCH

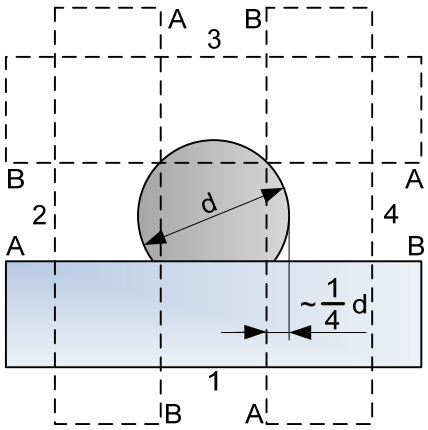
Równoległość powierzchni mierniczych kowadełka i wrzeciona mikrometru sprawdza się za pomocą kompletu płasko-równoległych płytek interferencyjnych. Płytkę interferencyjną należy lekko zacisnąć za pomocą sprzęgła między kowadełkiem a wrzecionem mikrometru. Delikatnie przesuwając i pochylając płytkę powinno się na jednej z powierzchni uzyskać jak najmniejszą liczbę prążków m_1. Jeżeli prążki nie znikają przy pochylaniu, to najmniejszą ich liczbę osiągnie się wtedy, gdy skrajny zewnętrzny prążek tworzy krzywą zamkniętą. Jednocześnie należy obserwować prążki, które powstają na drugiej badanej powierzchni mierniczej mikrometru. Jeżeli najmniejsza liczba prążków na jednej z powierzchni sprawdzanej wynosi m_1, a jednocześnie na drugiej pojawia się m_2 prążków, to odchyłkę równoległości tych powierzchni wyznacza się ze wzoru:

$$r = (m_1 + m_2) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad [\mu m]$$

Sprawdzanie powtarza się czterokrotnie przy różnych kątowych położeniach wrzeciona (co 90°), używając w tym celu kolejnych płytek z kompletu. Różnice grubości poszczególnych płytek wynoszą 0,12 lub 0,13 mm, co odpowiada około czwartej części skoku śruby mikrometrycznej wynoszącego zazwyczaj 0,5 mm. Sprawdzenia dokonuje się bez unieruchomienia wrzeciona zaciskiem. Jednocześnie sprawdza się zmianę równoległości powierzchni pomiarowych wskutek unieruchomienia wrzeciona zaciskiem.

Sprawdzenia równoległości powierzchni pomiarowych w mikrometrze o górnej granicy zakresu pomiarowego ponad 100 mm można również dokonać za pomocą samych stosów płytek wzorcowych. Należy również tak je dobrać, aby ich wymiary różniły się między sobą o 0,12 mm. Stos płytek wzorcowych każdego wymiaru mierzy się sprawdzanym mikrometrem w czterech położeniach kątowych co 90° obrzeżami powierzchni pomiarowych o strzałce równej 0,25 średnicy wrzeciona. W celu wyeliminowania wpływu ewentualnej nierównoległości powierzchni użytych płytek wzorcowych należy ustawić je w każdym położeniu kątowym między powierzchniami pomiarowymi tą samą stroną AB (rys.3).

Błąd równoległości powierzchni pomiarowych mikrometru stanowi największa z różnic między czterema wskazaniami otrzymanymi z pomiaru każdego stosu płytek wzorcowych.

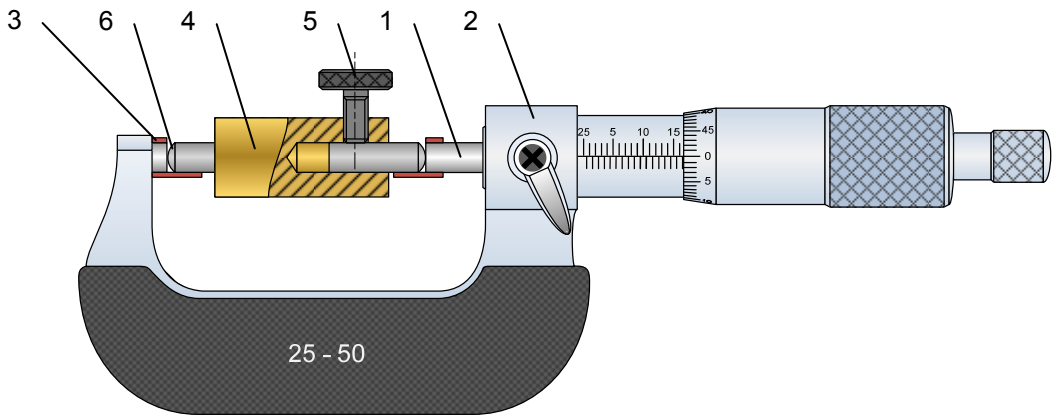


Rys.3. Wyznaczanie błędu równoległości powierzchni pomiarowych kowadełka i wrzeciona mikrometru

Do sprawdzania mikrometrów o górnej granicy zakresu pomiarowego ponad 100 mm, można również używać zestawu stosu płytek wzorcowych oraz płytek interferencyjnych płaskorównoległych. Płytka interferencyjna jest wtedy przywierana do przeciwległej powierzchni pomiarowej płytki wzorcowej. Wysokości zestawów różnią się między sobą o około 1/4 skoku

śruby mikrometrycznej. Dobrany stos mierzy się sprawdzanym mikrometrem w czterech położeniach kątowych co 90°.

Znacznym ułatwieniem w pomiarach sprawdzających omawianej grupy mikrometrów jest stosowanie wzorców pomiarowych o odpowiednich długościach oraz nasadek pomocniczych i zaczepów. Jako błąd równoległości powierzchni pomiarowych przy danym położeniu kątowym wrzeciona przyjmuje się maksymalną różnicę wskazań przy czterech położeniach kątowych wzorca z nasadką (co 90°). Następną serię czterech pomiarów dokonuje się po obrocie wrzeciona o 90°. Spowodowaną obrotem wrzeciona zmianę wymiaru L na L' kompensujemy wsunięciem wzorca 1 w nasadkę 4 po wcześniejszym zluzowaniu śruby 5 (rys.4).



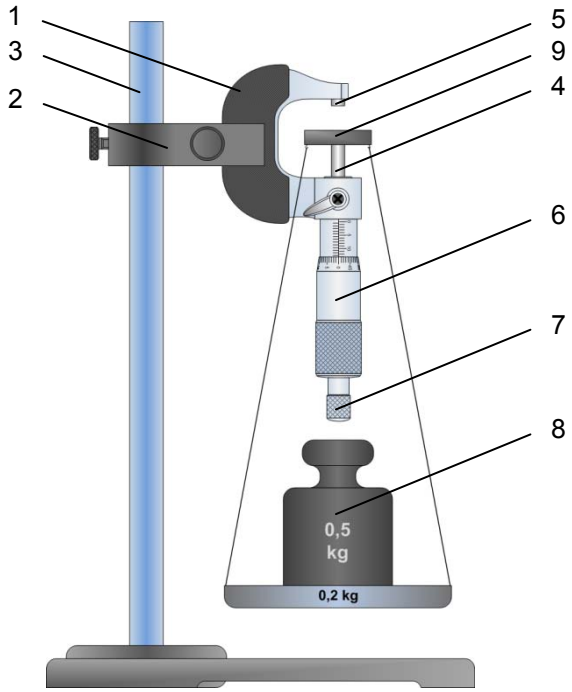
Rys.4. Sprawdzanie nierównoległości powierzchni pomiarowych mikrometru:
1. wzorzec prętowy,
2. sprawdzany mikrometr,
3. zaczep,
4. nasadka,
5. śruba zaciskowa,
6. kołek z zakończeniem kulistym

Jako błąd równoległości powierzchni pomiarowych mikrometru przyjmuje się największą wartość spośród czterech maksymalnych wartości błędów uzyskanych przy kolejnych położeniach kątowych wrzeciona. Tolerancja równoległości powierzchni pomiarowych płaskich T_r rośnie wraz z dolną granicą zakresu pomiarowego od 2 μm dla zakresu od 0 do 25 mm, do 20 μm dla dolnej granicy zakresu pomiarowego wynoszącego od 900 do 975 mm.

3.5. SPRAWDZANIE NACISKU POMIAROWEGO

Aby sprawdzić nacisk pomiarowy należy mikrometr zamocować w położeniu pionowym w uchwycie (rys.5) i założyć urządzenie do obciążania wrzecionka. Następnie obciąża się wrzeciono odważnikami stopniując masę co 50 g, aż do takiej najmniejszej wartości, przy której sprzęgło nie obraca wrzeciona. To graniczne obciążenie określa nacisk pomiarowy wywołany sprzęgłem. Pamiętać trzeba, że do masy odważników należy dodać masę urządzenia

do obciążania, która jest trwale oznaczona na szalce. Nacisk sprawdza się co najmniej na początku i na końcu zakresu pomiarowego mikrometru. Wartość nacisku powinna się mieścić w granicach 5 ÷ 10 N.



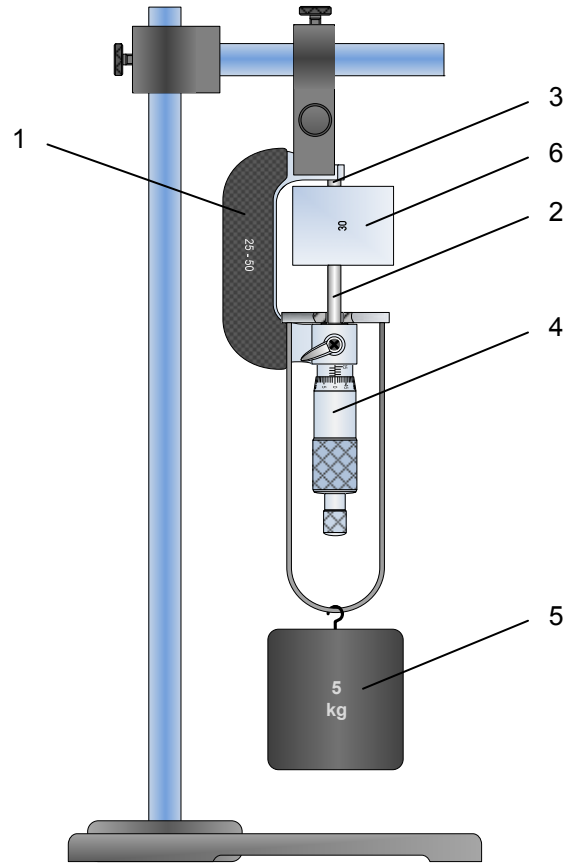
Rys.5. Sprawdzanie nacisku pomiarowe go spowodowanego sprzęgłem:

1. kabłąk,
2. uchwyt,
3. statyw,
4. wrzeciono,
5. kowadełko,
6. bęben,
7. sprzęgło,
8. odważnik,
9. urządzenie do obciążania.

3.6. SPRAWDZANIE ZMIANY WSKAZAŃ SPOWODOWANĄ UGIĘCIEM KABŁĄKA

Różnicę wskazań powstającą na skutek sprężystych ugięć kabłąka określa się zawieszając sprawdzany mikrometr za kabłąk w położeniu pionowym. Następnie obciąża się go odważnikiem o masie 5 kg, możliwie blisko osi wrzeciona (rys.6). Ugięcie sprężyste wyznacza się z różnicy wskazań mikrometru obciążonego i nieobciążonego. Ugięcie kabłąka należy odnieść do obciążenia 10 N (około 1 kg). Parametr ten sprawdza się zasadniczo w mikrometrach nowych, a w będących w eksploatacji można ten pomiar pominąć.

Dla większego zakresu pomiarowego różnicę wskazań wyznacza się mierząc płytkę wzorcową lub odpowiedni wzorzec nastawczy. Dopuszczalną różnicę wskazań spowodowaną odkształceniem kabłąka mikrometru na skutek działania między powierzchniami pomiarowymi siły P = 10 N podano w tabeli 1.



Rys.6. Sprawdzanie zmiany wskazań spowodowanej ugięciem kabłąka:
1- kabłąk,
2- wrzeciono,
3- kowadełko,
4 - bęben,
5 - odważnik o masie 5 kg
6 - płytka wzorcowa.

Tabela 1. Różnica Δf_p odchyłek wskazań

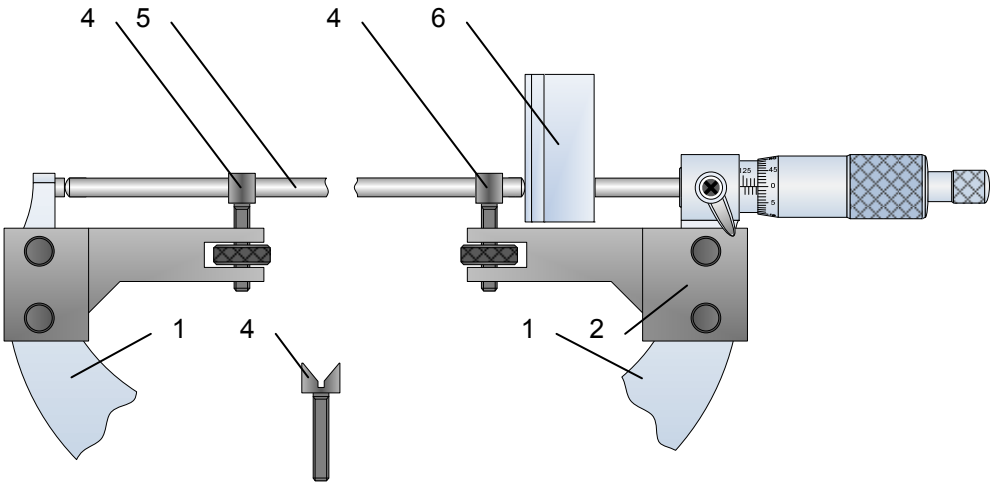
Górna granica zakresu pomiarowego		Δf_p
B		
od	do	
mm		µm
–	25	1,5
50		2
75		2,5
100		3
125	150	4
175	200	5
225	300	6
325	400	8
425	500	10

3.7. WYZNACZANIE BŁĘDÓW WSKAZAŃ MIKROMETRU

Na błąd wskazań mają wpływ przede wszystkim błędy śruby mikrometrycznej i podziałki oraz prowadzenie wrzeciona. Wpływ tych czynników sprawdza się łącznie po zmierzeniu płytek wzorcowych. Wymiary płytek są tak dobrane aby wskazania mikrometru były w przybliżeniu równomiernie rozłożone w kilku punktach całego zakresu pomiarowego mikrometru z uwzględnieniem położeń wrzeciona co 1/4 skoku śruby mikrometrycznej. Przykładowo dobrane punkty pomiarowe: A + 5,12 mm, A + 10,25 mm, A + 15,37 mm, A+ 21,50 mm i A + 25,00 mm, gdzie A jest dolną granicą zakresu pomiarowego mikrometru w mm.

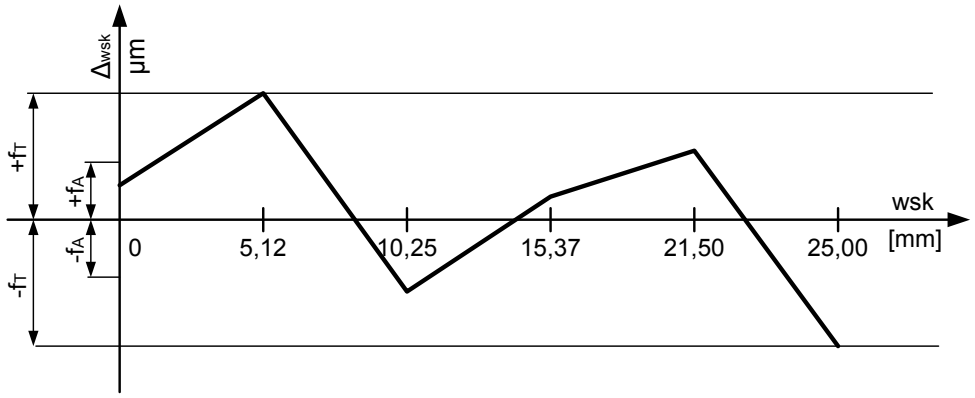
Do pokręcania wrzeciona używa się wyłącznie sprzęgła. Sprzęgło należy obracać powoli, zwłaszcza przed samym zetknięciem wrzeciona z opartą o kowadełko płytką wzorcową, unikając rozmachu powodującego szkodliwe zaciskanie się powierzchni mikrometru. Używane do pomiaru płytki należy chronić przed nagrzewaniem podczas mierzenia, a mikrometr należy zamocować w podstawie.

W każdym punkcie zakresu pomiarowego błąd wskazania mikrometru określa się jako różnicę między odczytanym wskazaniem a długością nominalną mierzonego wzorca. Sprawdzanie mikrometrów o większych zakresach pomiarowych wymaga dodatkowego urządzenia pomocniczego ze wspornikami i pryzmami oporowymi (rys. 7) oraz wzorca nastawczego.



Rys. 7. Urządzenie pomocnicze
do wyznaczania błędów wskazań mikrometrów o zakresach pomiarowych ponad 125 mm:
1 - kabłąk, 2 i 3 - wsporniki, 4 - pryzmy oporowe, 5 - wzorzec nastawczy, 6 - płytki wzorcowe.

Otrzymane błędy wskazań przedstawia się graficznie na wykresie, na którym nanosi się granice dopuszczalnych błędów dla punktu początkowego i dla całego zakresu pomiarowego (rys.8).



Rys. 8. Krzywa błędów wskazań mikrometru f_A- granice dopuszczalnych błędów wskazań dla punktu początkowego, f_T- granice dopuszczalnych błędów wskazań dla całego zakresu pomiarowego.

Jeżeli wartości wyznaczonych błędów w jakimkolwiek punkcie przekraczają dopuszczalne granice, wówczas w mikrometrze należy ustawić punkt początkowy tak, aby jego wskazanie oraz maksymalne błędy wskazań w dowolnym punkcie zakresu pomiarowego nie przekroczyły wartości dopuszczalnych podanych w tabeli 2. Uzyskuje się wtedy najkorzystniejsze położenie krzywej błędów względem linii zerowej (przesunięcie charakterystyki).

Tabela 2. Graniczne dopuszczalne błędy wskazań

Dolna granica zakresu pomiarowego		Odchyłka położenia tolerancji f_T	Odchyłka wskazań f_A
A			
od	do	+ lub -	
mm		µm	
0	25	4	2
50	75	5	3
100	125	6	4
150	175	7	5
200	225	8	6
250	275	9	7
300	325	10	8
350	375	11	9
400	425	12	10
450	475	13	11

4. UWAGI KOŃCOWE

Po zakończeniu sprawdzania należy narzędzia pomiarowe oznakować Wyniki sprawdzania mikrometru należy odnotować w karcie ewidencyjnej. Powinna ona ponadto zawierać następujące dane: numer inwentarzowy, typ, zakres pomiarowy, wartość działki elementarnej, nazwę wytwórni, datę sprawdzania i podpis sprawdzającego.

Po sprawdzeniu mikrometru należy jego zewnętrzne powierzchnie nie zabezpieczone trwale przed korozją przemyć benzyną lub innym rozpuszczalnikiem, wytrzeć do sucha ściereczką i następnie pokryć cienką warstwą zmywalnego środka ochronnego zabezpieczającego przed korozją, np. czystą wazeliną bezkwasową,

BIBLIGRAFIA

1. PN-72/M-53200 i PN-72/M-53202. Przyrządy mikrometryczne, Wymagania.
2. Dziennik Normalizacji i Miar Nr 9/80 z dnia 9 czerwca 1979, poz. 45. Przepisy metrologiczne.
3. Praca zbiorowa pod red. J. Gliwińskiego: Metody sprawdzania narzędzi do pomiaru długości i kąta. TO, Warszawa 1979.
4. E. Krawczuk: Narzędzia do pomiaru długości i kąta. WNT, Warszawa 1977.
5. Praca zbiorowa pod red. J. Grzelki: Pomiary warsztatowe, Ćwiczenia laboratoryjne. Skrypt Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1985
6. Praca zbiorowa: Laboratorium pomiarów wielkości geometrycznych. Skrypt Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1976.