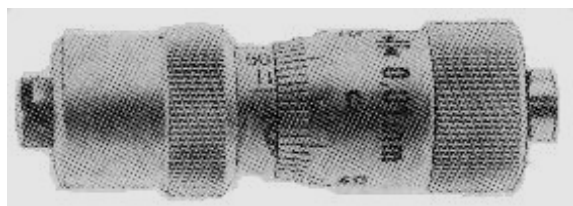


VIId. Średnicówki

Dokładny pomiar średnicy otworów realizowany jest za pomocą narzędzi zwanych średnicówkami. Wyróżniamy średnicówki mikrometryczne i czujnikowe. Różnią się w sposób istotny budową i zasadą działania. Podobnie jak mikrometry przystosowane są do pomiaru średnic o ściśle określonym, wąskim zakresie. Obie mają dokładność wskazań najczęściej 0,01 mm.

1. Średnicówki mikrometryczne

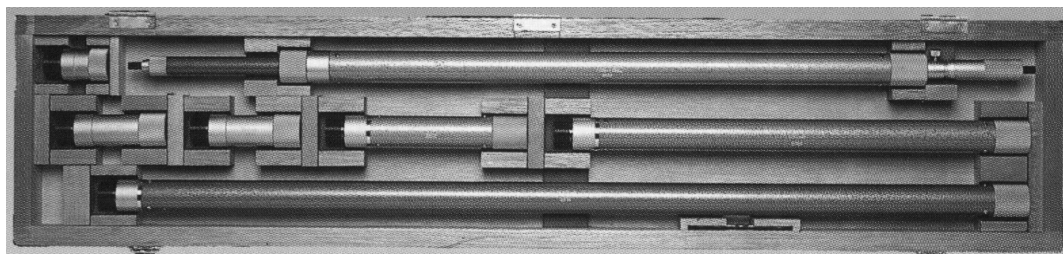
Średnicówki mikrometryczne opisuje norma PN-76/M-53245 „Narzędzia pomiarowe. Średnicówki mikrometryczne”. Mogą być wykonane w wersji stałej MMWa i składanej MMWc. W składanych istnieje możliwość dokładania trzpieni różnej długości, przez co uzyskuje się dowolne zakresy pomiarowe. Średnicówki stałe mają zakres pomiarowy ograniczony do długości wysuwu wrzeciona, najczęściej wynosi on 25 mm. Długość średnicówek stałych (dolny zakres pomiarowy) wynosi: 50, 75, 100, 125, 150 i 175 mm. Końcówki miernicze mają kształt kulisty o promieniu $R \leq 25$ mm. Zużycie się powierzchni kulistej rzutuje na dokładność pomiaru wymiarów małych.



Rys. 1. Średnicówka mikrometryczna stała

Średnicówki składane mają zakres pomiarowy najczęściej 13 mm (długość wysuwu wrzeciona), przy minimalnym zakresie pomiarowym wynoszącym najczęściej 75 mm. W związku z tym, ich końcówki miernicze mają promień $R \leq 37,5$ mm. Są, więc bardziej odporne na zużycie od średnicówek stałych. Podobnie jak to ma miejsce w mikrometrach, śruba mikrometryczna w średnicówkach ma najczęściej skok równy 0,5 mm. Oznacza to, że jeden obrót bębna daje przesuw (wymiar) 0,5 mm, więc na bębnie znajduje się podziałka z 50 kresami, każda dająca wymiar 0,01 mm. Tak jak w mikrometrach, tak i w średnicówkach należy uważać na to czy wskaźy na bębnie są narastające czy malejące. Rzadziej, ale zdarzają się średnicówki ze śrubą mikrometryczną o skoku równym 1mm. W takim przypadku bęben pomiarowy jest najczęściej o większej średnicy i zawiera 100 działek, każda wartości 0,01 mm. Po między stały trzpień pomiarowy a zespół śrubowy można wstawiać (wkręcać) wymienne przedłużacze o długości 13, 25, 50, 100, 200 i 300 mm – wg rys. 2. Dzięki nim średnicówka składana może uzyskać długość 1500 mm. W pewnych okolicznościach składa się przedłużacze z dwóch kompletów uzyskując

znacznie większe długości pomiarowe. Pamiętać jednak trzeba, że każdy dodatkowy trzpień zmniejsza dokładność pomiaru wg tabeli 1. Składanie średnicówki z przedłużaczami jest czynnością decydującą o dokładności pomiarów. W szczególności rzutują na to ewentualne zanieczyszczenia na gwincie oraz staranność dokręcenia wszystkich elementów. Dokręcenie nie może być luźne ani nadmierne. Celowym jest, aby po złożeniu średnicówki na żądany wymiar dokonać jej sprawdzenia na mikrometrze.



Rys. 2. Średnicówka składana z przedłużaczami – komplet

Dopuszczalny błąd średnicówek mikrometrycznych podaje norma PN-82/M-53200 „Narzędzia pomiarowe. Przyrządy mikrometryczne. Wymagania”. Wynosi on dla średnicówek stałych i składanych, ale bez przedłużaczy $+5 \mu\text{m}$ do $-3 \mu\text{m}$.

Odchyłki $T_L/2$ długości trzpieni przedłużaczy podaje norma PN-76/M-53245 i wynoszą one wg tab. 1:

Tabela 1. Odchyłki długości trzpieni przedłużaczy średnicówek składanych

L_n	$\pm T_L/2$
mm	μm
13	1,0
25	1,0
50	2,0
100	3,0
200	3,5
300	4,0

Błąd pomiaru średnicówką składaną jest sumą odchyłek wszystkich elementów składowych.

Podobnie jak mikrometr, średnicówka również jest rozbieralna z możliwością pewnej korekty wskazań. Jest to o tyle ważne, że średnicówki mikrometryczne nie mają sprzęgiełka ustalającego nacisk pomiarowy. W związku z tym, łatwo można nacisk ten przekroczyć i rozregulować wskaźny.

1.1. Pełne sprawdzanie metrologiczne

Pełne sprawdzanie metrologiczne powinno odbywać się okresowo zgodnie z instrukcją wg Dziennika Urzędowego Miar i Probiernictwa nr12/96 poz. 70 i obejmuje:

- oględziny zewnętrzne,
- sprawdzanie konstrukcji i wykonania,
- wyznaczanie błędów wskazań.

W/w sprawdzania wymagają specjalistycznego wyposażenia oraz kwalifikacji i dlatego należy powierzać je uprawnionym laboratoriom. Jednak posiadając płytki wzorcowe i uchwyty do tych płytek można dokonać sprawdzenia wskazań w całym zakresie pomiarowym. Sprawdzenie powinno obejmować wskazy zerowe i maksymalne, oraz pośrednie, znajdujące się co $\frac{1}{4}$ obrotu śruby mikrometrycznej. Będą to wymiary: A, A + 2,12, A + 8,37, A + 11,5, A + 13, gdzie A stanowi wartość dolnej granicy zakresu pomiarowego. W ten sposób sprawdzimy jednocześnie skalę milimetrową na tulei oraz „setkową” w różnych położeniach bębna.

1.2. Sprawdzanie metrologiczne sposobem warsztatowym

Sprawdzamy głównie stan wskazów i napisów oraz szukamy ewentualnych uszkodzeń i zabrudzeń połączeń gwintowych. Celowym jest przeprowadzić próbę skręcania połączeń gwintowych.

Najważniejszym jest sprawdzenie poprawności wskazań wymiaru podstawowego – 75 mm.



Rys. 3. Sprawdzanie poprawności wskazań średnicówki składanej. Wymiar 75,00 mm

Wzorzec szczękowy – rys. 3 – z nacechowanym wymiarem rzeczywistym służy do sprawdzania poprawności wskazań średnicówek stałych lub składanych bez przedłużaczy.

Uwaga. Ponieważ średnicówki mikrometryczne nie mają sprzęgła ustalającego maksymalny moment obrotowy dokręcania, sprawdzając poprawność wskazań na wzorcu powinniśmy jednocześnie „wyczuć” w palcach siłę odpowiednią do właściwego zrealizowania pomiaru.

Sprawdzanie średnicówki z przedłużaczem

Sprawdzanie średnicówki z przedłużaczem należy dokonać na płytkach wzorcowych w uchwycie, lub na mikrometrze – rys. 4. Mikrometr powinien być wcześniej sprawdzony na wzorcach nastawczych.

Uwaga. Mikrometr jest tej samej klasy dokładności, co średnicówka, dlatego zabieg ten trzeba przeprowadzać bardzo starannie, szczególnie ważne jest wcześniejsze ustawianie mikrometru.



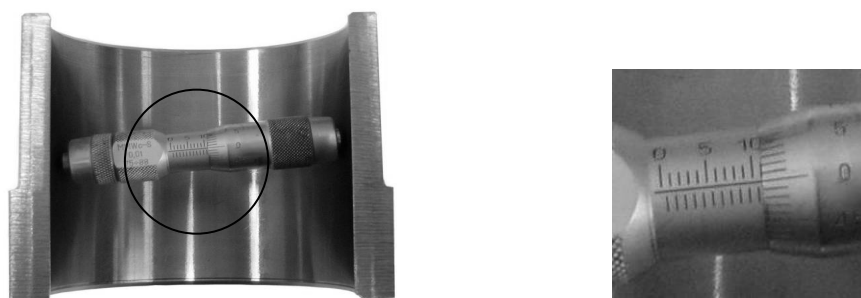
Rys. 4. Sprawdzanie średnicówki z przedłużaczem 25 mm, wymiar łączny 100,00 mm

1.3. Najczęściej popełniane błędy w pomiarach średnicówką mikrometryczną

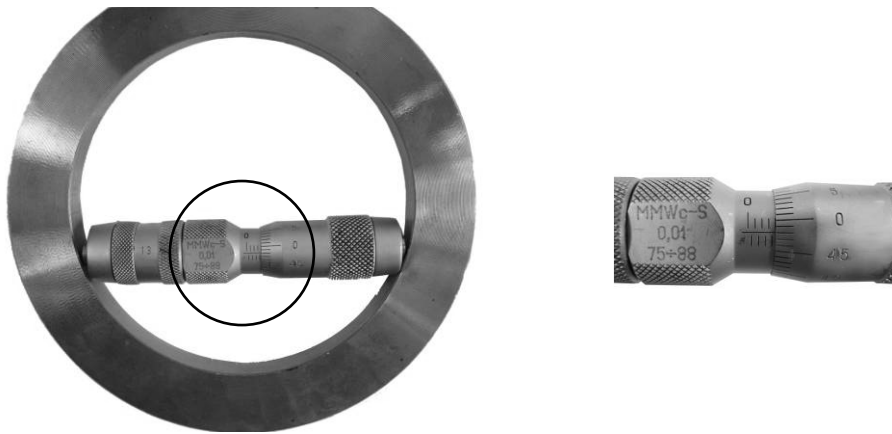
Pomiar średnicówką mikrometryczną nastęrcza szereg trudności związanych z jej budową jak i specyfiką samego mierzenia:

- nadmierne lub niedostateczne dokręcenie bębna,
- nie dokręcenie przedłużaczy,
- zukosowanie średnicówki w otworze wg rys. 5,
- pomiar cięciwy zamiast średnicy wg rys. 6,
- źle zliczone długości przedłużaczy.

Średnicówka mikrometryczna, w odróżnieniu od mikrometru nie posiada, ani sprzęgła przeciążeniowego, ani też blokady uzyskanego wskazania. Utrudnia to sam pomiar, jak i późniejszy, pewny odczyt. Wyjmowaniu średnicówki z mierzonego otworu może towarzyszyć zmiana nastawionych wskazówek. Z tego powodu należy starać się odczytać wynik pomiaru bez wyjmowania średnicówki z otworu.



Rys. 5. Zukosowanie średnicówki w otworze – wymiar ϕ 86 mm (75,00 + 11,00)

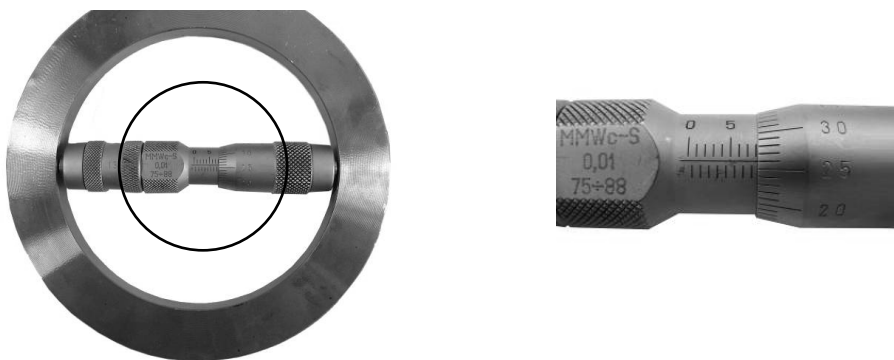


Rys. 6. Pomiar średnicówką cięciwy zamiast średnicy – wymiar $\phi 78,48$ ($\phi 80^{-1,52}$)

1.4. Prawidłowy pomiar średnicówką mikrometryczną

Pomiar otworu średnicówką mikrometryczną jest trudny z tego powodu, że najczęściej nie widzimy w/w błędów. Szczególnie utrudniony jest pomiar otworów małych i długich – konieczna staje się umiejętność obsługi średnicówki jedną ręką.

Uwaga. Wypróbowanym sposobem na ocenę prawidłowości ułożenia średnicówki w otworze jest jej obrót o 360° wokół własnej osi. W położeniu właściwym tj. wzdłuż średnicy otworu – rys. 7 – obracana średnicówka pozostaje w miejscu. Źle ułożona przesuwa się na bok lub wzdłuż otworu i wypada z niego.



Rys. 7. Pomiar poprawny średnicy średnicówką mikrometryczną – wymiar $\phi 83,26$ ($\phi 80^{+3,26}$)

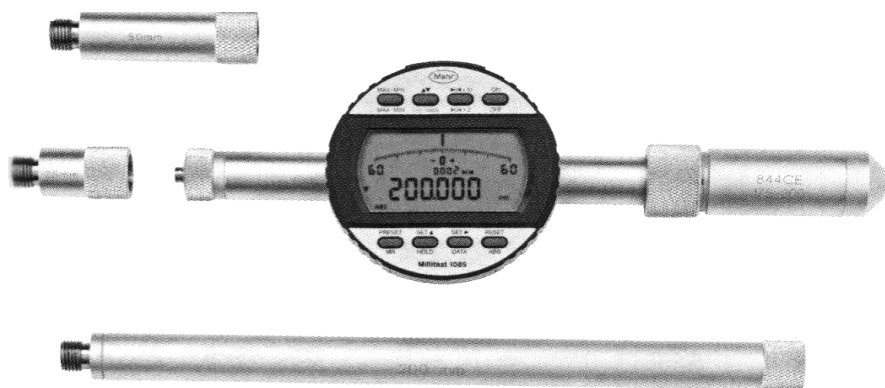
Ze względu na możliwość „przeciągnięcia” bębna pomiarowego na śrubie, należy jak najczęściej dokonywać sprawdzania prawidłowości wskazań średnicówki na sprawdzianie szczękowym. Czynność tą najlepiej wykonać przed, jak i po pomiarach. W przypadku stwierdzenia odchyłek wskazań pomiaru należy powtórzyć od momentu wcześniejszych badań narzędzia, oczywiście po uprzednim skorygowaniu nastaw odczytu bębna.

W celu uzyskania żadanego zakresu pomiarowego do średnicówki dodaje się odpowiednie przedłużacze. Składa się je poprzez skręcanie połączeń gwintowych. Należy tak je dobierać, aby całość składała się z jak najmniejszej ilości. Dokręcać należy starannie, ale nie na siłę, zwracając uwagę, aby gwinty były czyste i nieuszkodzone.

Uwaga. Zdarza się błędne zliczenie wszystkich przedłużaczy (zwłaszcza z udziałem przedłużacza o wymiarze 13 mm), Wskazaniem jest, aby po skręceniu wszystkich elementów, całość zmierzyć suwmiarką, w celu upewnienia się o prawidłowości uzyskanego wymiaru nominalnego. Czynność tę należy powtórzyć po wykonaniu pomiarów.

2. Średnicówki mikrometryczne z odczytem cyfrowym

Odczyt cyfrowy wprowadza do średnicówek dość istotne zmiany. Jego instalacja zajmuje sporo miejsca i wobec tego minimalna długość pomiarowa jest znacznie większa od 75 mm. W średnicówce z rys. 3 wynosi 175 mm. Jest więc przeznaczona do pomiaru dużych średnic o górnym zakresie nawet 2575 mm. Zakres przesuwu śruby mikrometrycznej wynosi 25 mm przy dokładności wskazań 0,01 mm. Skalowanie odbywa się tylko przy pomocy jednego wzorca, dla wymiaru 175 mm. Ponieważ przedłużacze mają wbudowane wzorce wraz ze sprężyną ustalającą właściwy nacisk pomiarowy, to zwalnia pomiarowca z „wyczuwania” odpowiedniej siły przy ich składaniu a także w czasie pomiarów.



Rys. 8. Średnicówka składana z odczytem cyfrowym

Oczywiście opcja elektroniczna daje też inne zalety, takie jak: pamięć, wydruk wyników, odnoszenie pomiarów do założonych wymagań itp.

Brak stosownego Dziennika Urzędowego Miar i Probiernictwa opisującego sprawdzanie własności metrologicznych średnicówek z odczytem cyfrowym, ale ponieważ zasadnicze elementy ich budowy nie różnią się od zwykłych to i czynności sprawdzające powinny być identyczne. Dotyczy to również praktyki warsztatowej.

3. Średnicówki czujnikowe

Średnicówki czujnikowe MDAh opisuje norma PN-64/M-53265 „Warsztatowe środki miernicze. Średnicówki z czujnikiem zegarowym”. Średnicówki te są dość złożonymi a nawet skomplikowanymi narzędziami pomiarowymi. Składają się z zespołu pomiarowego odwzorowującego mierzoną średnicę, rękojeści i czujnika. Zespół pomiarowy składa się głównie z różnego rodzaju przetworników ruchu wywierających określony nacisk na końcówki miernicze, stykające się bezpośrednio z powierzchnią badanego otworu. Rozwiązań konstrukcyjnych przetworników (przekładników) jest wiele i nie ma celu szczegółowa ich analiza. Głównym ich zadaniem jest przeniesienie wychylenia końcówek mierniczych na czujnik zegarowy, najczęściej z jednoczesnym wstępnym przełożeniem na większą wartość mierzonej wielkości. Częścią tego układu jest również wewnętrzna część rękojeści. Wymienne końcówki miernicze służą do realizacji określonego zakresu pomiarowego. Ich właściwy dobór ma pierwszorzędne znaczenie dla pomiaru. Z tego też powodu badany otwór powinien być wstępnie zmierzony np. suwmiarką.

Rys. 9 przedstawia klasyczny, kompletny zestaw części średnicówki czujnikowej, na które składają się:

- 1) średnicówka zasadnicza,
- 2) wymienne końcówki miernicze dla różnych zakresów pomiarowych,
- 3) wymienne pierścienie (podkładki redukcyjne),
- 4) przedłużacz.



Rys. 9. Średnicówka czujnikowa dwustykowa: 1) zestaw kompletny w pudełku, 2) średnicówka z czujnikiem elektronicznym w wersji roboczej, 3) średnicówka z czujnikiem zegarowym w wersji roboczej.

Montaż średnicówki do pracy polega na włożeniu w gniazdo gwintowane właściwej końcówki mierniczej lub zaciśnięciu jej, najczęściej zaciskiem śrubowym (nakrętką). Podkładki redukcyjne służą do wydłużania lub skracania końcówek mierniczych przy wymiarach skrajnych, (przejściowych). Właściwie dobrane końcówki opierają się o powierzchnię otworu wciskając się w mechanizm przetwornika i uruchamiając go. Zespół sprężyn, dźwigni, cięgien, kółek zębatych itp. elementów popycha trzpień czujnika uruchamiając z kolei jego wewnętrzne mechanizmy. Te z kolei oddziałują na wskaz zegarowy lub cyfrowy. Ważnym elementem tego rodzaju średnicówek jest tzw. mostek środkujący. Jego szerokość decyduje o dolnym zakresie pomiarowym narzędzia. Znajduje się on po prawej części urządzenia pomiarowego i pozwala przy pewnej wprawie pomiarowca na dokładnie prostopadłe ustawienie końcówek pomiarowych względem otworu mierzonego. Jest to podstawowy warunek poprawnego mierzenia otworu. Pomiędzy ramionami mostka środkującego znajduje się z reguły końcówka pomiarowa stała. Ponieważ bierze ona udział w każdym pomiarze, a końcówki wymienne tylko w niektórych, to należy obchodzić się z nią szczególnie pieczołowicie. Chodzi o to, aby główne ruchy pomiarowe skierować na końcówki wymienne. O górnym zakresie pomiarowym decyduje ilość i długość końcówek wymiennych. Innym, ważnym elementem średnicówki czujnikowej jest długość rękojeści. Jest to o tyle ważne, że limituje głębokość mierzonych otworów.

Dokładność wskazań średnicówek czujnikowych zależy głównie od stopnia złożoności mechanizmów przekładniowych i wynosi 0,01 mm lub nawet 0,001 mm. Zakresy pomiarowe tego typu średnicówek są bardzo zróżnicowane i wynoszą od kilkunastu do kilkuset mm. Natomiast długość rękojeści wynosi najczęściej max 250 mm. Oznacza to jednak, że wraz z długością ramienia pomiarowca można zmierzyć całkiem długie otwory.

Norma PN-64/M-53265 narzuca pewne parametry metrologiczne średnicówkom czujnikowym. Dopuszczalne błędy wskazań to:

- zakres mierniczy do 50 mm – błąd dopuszczalny $\pm 15 \mu\text{m}$,
- zakres mierniczy pow. 50 mm – błąd dopuszczalny $\pm 20 \mu\text{m}$.

Ważnym czynnikiem jest nacisk pomiarowy końcówek pomiarowych jak i mostka środkującego. Naciski miernicze powinny wynosić:

- zakres mierniczy do 50 mm - $\leq 350 \text{ G}$,
- zakres mierniczy pow. 50 mm - $\leq 600 \text{ G}$.

Nacisk mierniczy mostka środkującego powinien przewyższać w/w naciski miernicze o 200 do 400 G.

Przygotowanie średnicówki czujnikowej do pomiarów jest jej poważnym mankamentem. Zwłaszcza gdy mamy do czynienia z pomiarem otworów o różnych średnicach, wymagających zmiany końcówek, a co za tym idzie również wzorców.

3.1. Pełne sprawdzanie metrologiczne średnicówek czujnikowych

Pełne sprawdzanie metrologiczne powinno odbywać się okresowo zgodnie z instrukcją zawartą w Dzienniku Urzędowym Miar i Probiernictwa nr 11/96 poz. 58 i obejmuje:

- oględziny zewnętrzne,
- sprawdzanie konstrukcji i wykonania,
- sprawdzanie nacisku pomiarowego średnicówki,
- sprawdzanie nacisku pomiarowego mostka środkującego,
- wyznaczenie zakresu rozrzutu wskazań,
- wyznaczanie błędu wskazań.

Uzyskane wyniki należy odnieść do wymagań ustalonych w Dz.U.M.i P. nr 11/96 i PN-64/M-53265. W/w sprawdzania wymagają specjalistycznego wyposażenia oraz kwalifikacji i dlatego należy powierzać je uprawnionym laboratoriom.

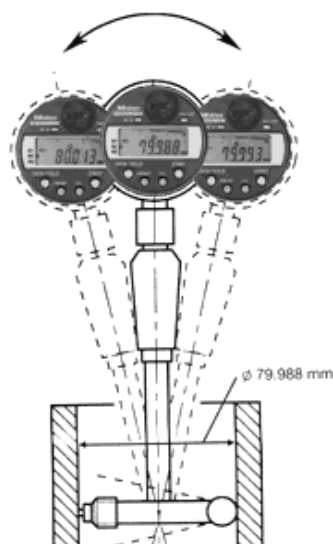
3.2. Nastawianie średnicówki czujnikowej na zamierzony zakres pomiarowy

Średnicówka czujnikowa jest przyrządem pomiarowym o charakterze odniesieniowym lub inaczej porównawczym. Oznacza to, że sama w sobie nie może bez dodatkowych czynności dokonać miarodajnego pomiaru. Skomplikowany mechanizm, a przede wszystkim konieczność wymian końcówek pomiarowych wymaga każdorazowego skalowania wskazań czujnika. Jest to pewien mankament tych konstrukcji. Skalowanie nie tylko jest czynnością czasochłonną, ale wymaga szeregu wzorców. Najbardziej wskazane są wzorce pierścieniowe z kalibrowanym otworem. Wzorce takie są drogie, a przy dużej rozpiętości możliwości pomiarowych średnicówki będzie jej towarzyszyć pokaźna ich ilość. Wyjściem z sytuacji są płytki wzorcowe wraz z oprzyrządowaniem pozwalające na tworzenie dowolnych konfiguracji otworów wzorcowych. Oczywiście otworów o kształcie prostokątnym, ale zwraca uwagę fakt, że przedmiotowa średnicówka jest dwustykowa, więc jest to warunek wystarczający.



Rys. 10. Skalowanie średnicówki dwustykowej na płytce wzorcowej w uchwycie

Kłopot z tym rodzajem skalowania polega głównie na dość żmudnym ustawianiu właściwego położenia końcówek pomiarowych, i to w dwóch płaszczyznach jednocześnie: pionowej i poziomej. Zadanie ułatwia fakt, że w położeniu właściwym wskaz czujnika jest najmniejszy. Każde odchylenie od wymiaru wzorcowego oznacza wzrost wskazań na czujniku, czyli ustawienie błędne. Zasada ta obowiązuje również przy pomiarach otworów.

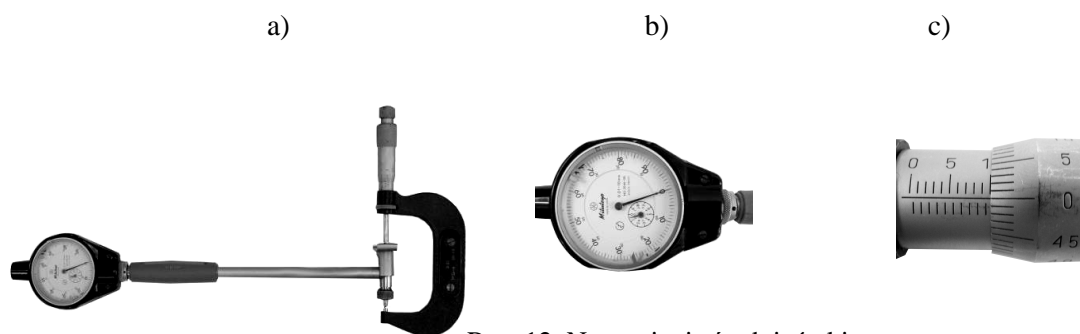


Rys. 11. Ustawianie wskazań zerowych średnicówki czujnikowej dwustykowej

Rysunek 11 przedstawia ruchy wykonywane średnicówką dla uchwycenia właściwego położenia pionowego elementów pomiarowych we wzorcu pierścieniowym. Takie same trzeba wykonywać w płaszczyźnie poziomej i to równocześnie. Po uchwyceniu położenia właściwego należy przyrząd unieruchomić, a drugą ręką „nakręcić” tarczę czujnika na wskaz zerowy. Na tym polega kłopotliwość tej czynności. Przy wykorzystaniu pierścieni wzorcowych zadanie to ułatwia nam mostek środkujący średnicówkę, który ze względu na małą szerokość płytek wzorcowych (9 mm) nie bierze w tym przypadku udziału w procesie wzorcowania. Dużo łatwiej można wyskalować tym sposobem średnicówkę z odczytem cyfrowym. Najczęściej wystarczy dla zerowania nacisnąć odpowiedni przycisk.

Sposób nastawiania średnicówki czujnikowej przy pomocy płytek wzorcowych, choć teoretycznie zapewnia dokładność rzędu ułamka mikrometra, nadaje się z w/w względów do przyrządów o dokładności wskazań 0,01 mm. Względy manualne uniemożliwiają, realnie rzecz biorąc, ustawianie średnicówek o dokładności 0,001 mm.

Najczęściej spotykanym, w praktyce warsztatowej sposobem nastawiania średnicówek czujnikowych jest wykorzystanie do tego celu mikrometru zewnętrznego.



Rys. 12. Nastawianie średnicówki czujnikowej dwustykowej na mikrometrze: a) ustawienie średnicówki między wrzecionem a kowadełkiem mikrometru, b) zerowy wskaz na czujniku średnicówki, c) wskaz 10 mm na śrubie mikrometrycznej

Mikrometr jest najczęściej „pod ręką” i można go z łatwością nastawić na żądany wymiar. Stanowi wobec tego bardzo poręczny „wzorzec”. Mankamentem tej metody jest to, że dokładność jego wskazań wynosi 0,01 mm, czyli tyle co nastawianej średnicówki. Wobec tego wszystkie czynności muszą być wykonane z dużą pieczołowitością, aby nastawa miała możliwie mały uchyb. Zaletą tej metody jest to, że średnice kowadełka i wrzeciona mikrometru są małe (8 mm), wobec czego zbędne jest wykonywanie ruchów oscylacyjnych dla uchwycenia właściwego położenia końcówek pomiarowych średnicówki.

3.3. Inne średnicówki czujnikowe

Średnicówki czujnikowe produkowane są w bardzo bogatym asortymencie. Odmianą w istotny sposób różniącą się od poprzednio omawianej średnicówki dwupunktowej jest średnicówka trójpunktowa, zwana też samocentrującą lub samonastawną. Trójpunktowość polega na tym, że średnicówka ta ma trzy końcówki pomiarowe w rozstawie $3 \times 120^\circ$ – wg rys. 13.

a)



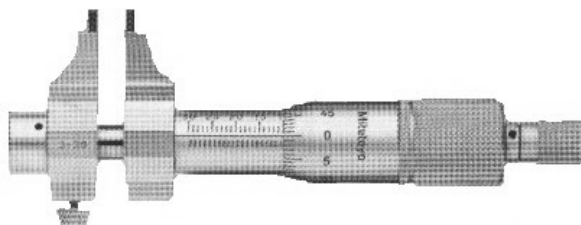
Rys. 13. Średnicówka czujnikowa trójpunktowa: a) urządzenie pomiarowe, b) pierścień wzorcujący, c) pomiar otworu nieprzelotowego

Trzy końcówki pomiarowe, w postaci płaskich płytek, dają ich liniowy kontakt z powierzchnią badaną co zapewnia prawidłowe pozycjonowanie przyrządu w osi otworu bez dodatkowych ruchów oscylacyjnych. Nacisk pomiarowy wykonywany jest w różny sposób. Najczęściej jest realizowany sprężyną lub obrotowym sprzęgłem przeciążeniowym, podobnie jak w mikrometrach. W związku z tym, odczyt może być cyfrowy lub mikrometryczny. Cechą charakterystyczną tych średnicówek jest możliwość pomiaru bardzo małych otworów. Spotyka się średnicówki do pomiaru otworów już od ϕ 3,5 mm. Górnym zakresem jest najczęściej wymiar ϕ 300 mm. Poważnym mankamentem tego rozwiązania jest

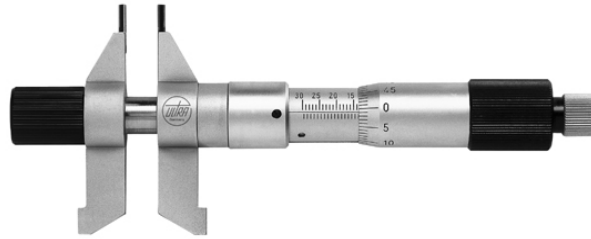
stały i nieduży zakres pomiarowy, np. 3,5 do 4 mm, 30 do 35 mm, 275 do 300 mm. Tak więc zakup takiej średnicówki jest najczęściej podyktowany ściśle określonym celem technologicznym. Znakiem sprawdzają się zwłaszcza w pomiarach produkcji masowej. Dokładność wskazań może wynosić 0,01 mm lub 0,001 mm z błędem 2 do 7 μm . Długość trzpieni może być różna, często są wyposażane w przedłużacze. Mankamentem z metrologicznego punktu widzenia jest to, że trudno nimi wykryć niektóre błędy kształtu, zwłaszcza w otworach zdeformowanych eksploatacyjnie. Oczywiście do skalowania tych średnicówek niezbędne są pierścienie wzorcowe, inne sposoby nie wchodzi w grę.

4. Mikrometry wewnętrzne

Mikrometry szczękowe wewnętrzne budowane są jako jednostronne MMWd wg rys.14 i PN-64/M-53247 „Warsztatowe środki miernicze. Mikrometry wewnętrzne szczękowe jednostronne” lub dwustronne MMWc wg PN-61/M-53248 „Warsztatowe środki miernicze. Mikrometry wewnętrzne szczękowe dwustronne”. Pierwsze mają zakres pomiarowy 5 do 30 mm a drugie 5 do 55 mm. Zastosowanie podwójnej pary szczęk pomiarowych pozwoliło na zwiększenie zakresu pomiarowego na jednym przyrządzie. Z tym, że mikrometry wewnętrzne dwustronne są rzadko stosowane. Oczywiście są to standardy normowe. Na rynku jest szereg rozwiązań specjalistycznych, ale rzadko przekraczających zakres 100 mm. Dokładność wskazań mikrometrów wewnętrznych wynosi 0,01 mm natomiast błąd wskazań dla I klasy dokładności $\pm 4 \mu\text{m}$ a dla II klasy $\pm 8 \mu\text{m}$ tak dla jedno- jak i dwustronnych. Rozwój konstrukcji średnicówek czujnikowych sprawił, że mikrometry wewnętrzne są obecnie coraz rzadziej stosowane. Głównym mankamentem są krótkie szczęki pomiarowe, najczęściej 10 mm. Ogranicza to możliwości pomiarowe do płytkich otworów a właściwie ich krawędzi. Gdy otwór ma krawędź załamaną (faza), to pomiar jest właściwie niemożliwy. Wymagają też pewnej wprawy manualnej gdyż łatwo popełnić nim błąd zukosowania szczęk w otworze. Zaletą jest stosunkowo duży zakres pomiarowy, brak konieczności częstego sprawdzania i sprzęgło przeciążeniowe gwarantujące właściwy nacisk pomiarowy.



Rys. 14. Mikrometr wewnętrzny jednostronny



Rys. 15. Mikrometr wewnętrzny dwustronny

Pełne sprawdzanie metrologiczne należy wykonywać zgodnie z instrukcją na mikrometry zewnętrzne, tj. wg Dz.U. M i P nr 12/96 poz. 71, a wyniki odnieść do wymagań w/w norm. Sprawdzenia takie wymagają specjalistycznego oprzyrządowania oraz kwalifikacji i dlatego należy powierzać je uprawnionym laboratoriom. W praktyce warsztatowej sprawdzanie metrologiczne polega głównie na oględzinach zewnętrznych. Najczęściej uszkodzeniu ulegają szczęki pomiarowe. Ze względu na swą delikatną budowę, mogą łatwo ulec wygięciu. Sprawdzić to można poprzez ich zaciśnięcie i obserwację „pod światło”, podobnie jak w suwmiarkach. Brak szczeliny świetlnej oznacza, że szczęki są prawidłowe. Oczywiście uszkodzeniom, a przede wszystkim zabrudzeniu ulec może bęben i tuleja, chodzi głównie o kresy. Bęben mikrometru powinien obracać się lekko, bez zmian oporu i zacięć. Sprzęgło przeciążeniowe podczas dokręcania powinno wydawać charakterystyczny grzechot. Okresowo należy sprawdzać wskaz 5 mm (odpowiadający zeru na suwmiarce), wskaz maksymalny, jak i pośrednie. Badania takie należy przeprowadzić na płytkach wzorcowych w uchwycie – rys. 16. W warunkach warsztatowych warto sprawdzać mikrometr wewnętrzny na mikrometrze zewnętrznym, uprzednio ustawionym na wzorcu.



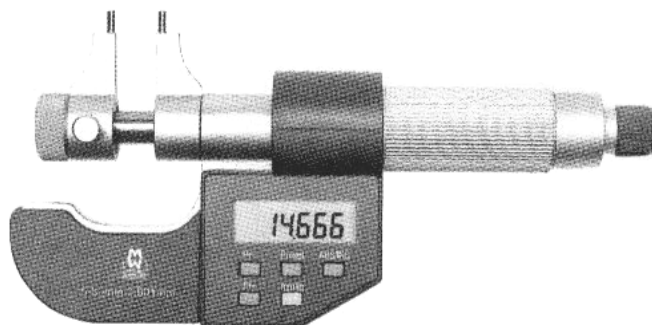
Rys. 16. Sprawdzanie wskazania 5 mm mikrometra wewnętrznego na płytkach wzorcowych w uchwycie

Pomiar mikrometrem wewnętrznym obarczony jest takimi samymi błędami jak przy suwmiarce. Chodzi głównie o zukosowanie szczęk w mierzonym otworze. Dodatkowo trzeba zwrócić uwagę, że wyskalowanie tulei ze skalą milimetrową jest odwrotne niż w średnicówce mikrometrycznej, co może być powodem złego odczytu. W tym miejscu może powstać błąd grubo. Aby pomiar był prawidłowy, szczęki mikrometru muszą dokładnie dolegać do ścianki otworu i oczywiście należy dokonać prawidłowego odczytu wskazań – rys. 17.



Rys. 17. Prawidłowy pomiar otworu mikrometrem wewnętrznym. Wymiar 30,89 mm ($30^{+0,89}$)

Mikrometry wewnętrzne budowane są również w wersji z odczytem cyfrowym – rys. 18. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że pomiary z dokładnością 0,001 mm należy dokonywać szczególnie pieczołowicie i po uprzednim sprawdzeniu przyrządu na płytkach wzorcowych.



Rys. 18. Mikrometr wewnętrzny jednostronny z odczytem cyfrowym

W mikrometrach elektronicznych możliwym jest przeniesienie sprzęgła przeciążeniowego bliżej kabłąka, w miejsce podziałki analogowej, co nieco ułatwia pomiar, zwłaszcza w miejscach trudno dostępnych daje możliwość operowania jedną ręką. Jednak główną zaletą mikrometrów wewnętrznych jest ich spory zakres, szczególnie przydatny w pomiarach otworów o średnicy wcześniej nieznanej lub szeregu średnic o dużym rozrzucie wymiarów.

Spis norm

Norma PN-82/M-53200 „Narzędzia pomiarowe. Przyrządy mikrometryczne. Wymagania”.

Norma PN-76/M-53245 „Narzędzia pomiarowe. Średnicówki mikrometryczne”.

Norma PN-64/M-53265 „Warsztatowe środki miernicze. Średnicówki z czujnikiem zegarowym”.

Norma PN-64/M-53247 „Warsztatowe środki miernicze. Mikrometry wewnętrzne szczękowe jednostronne”

Norma PN-61/M-53248 „Warsztatowe środki miernicze. Mikrometry wewnętrzne szczękowe dwustronne”.

Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa nr 11/96 poz. 58.

Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa nr 12/96 poz. 70.

Spis rysunków

Rys. 1. Średnicówka mikrometryczna stała.....	189
Rys. 2. Średnicówka składana z przedłużaczami – komplet.....	190
Rys. 3. Sprawdzanie poprawności wskazań średnicówki składanej.	191
Rys. 4. Sprawdzanie średnicówki z przedłużaczem 25 mm.....	192
Rys. 5. Zukosowanie średnicówki w otworze – wymiar F 86 mm.....	192
Rys. 6. Pomiar średnicówką cięciwy zamiast średnicy.....	193
Rys. 7. Pomiar poprawny średnicy średnicówką mikrometryczną.....	193
Rys. 8. Średnicówka składana z odczytem cyfrowym.....	194
Rys. 9. Średnicówka czujnikowa dwustykowa.....	195
Rys. 10. Skalowanie średnicówki dwustykowej na płycie wzorcowej w uchwycie.....	197
Rys. 11. Ustawianie wskazań zerowych średnicówki czujnikowej dwustykowej.....	198
Rys. 12. Nastawianie średnicówki czujnikowej dwustykowej na mikrometrze.....	198
Rys. 13. Średnicówka czujnikowa trójpunktowa.....	199
Rys. 14. Mikrometr wewnętrzny jednostronny.....	200
Rys. 15. Mikrometr wewnętrzny dwustronny.....	201
Rys. 16. Sprawdzanie wskazania 5 mm mikrometra wewnętrznego na płytkach wzorcowych w uchwycie	201
Rys. 17. Prawidłowy pomiar otworu mikrometrem wewnętrznym.....	202
Rys. 18. Mikrometr wewnętrzny jednostronny z odczytem cyfrowym.....	202

Spis tabel

Tab. 1. Odchyłki długości trzpieni przedłużaczy średnicówek składanych.....	190
---	-----