



## INSTRUKCJA DO LABORATORIUM

Laboratorium z przedmiotu: <b>Podstawy metrologii</b>	Kod przedmiotu: <b>KS02138</b>
Temat: <b>Pomiar gwintów metrycznych</b>	Nr ćwiczenia: 3
	Kierunek: <b>Zarządzanie i inżynieria produkcji</b>

### Cel laboratorium:

Zapoznanie z bezpośrednimi i pośrednimi technikami pomiaru wielkości powierzchni śrubowej gwintu. Zdobyć umiejętności stosowania typowych przyrządów pomiarowych do pomiaru geometrii powierzchni złożonych.

### Wyposażenie stanowiska:

Narzędzia pomiarowe: suwmiarka, mikrometr talerzykowy, wałeczki pomiarowe do gwintów, instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych.

### Zakres ćwiczenia laboratoryjnego:

Pomiar średnicy wewnętrznej, zewnętrznej i podziałowej zewnętrznego gwintu metrycznego za pomocą mikrometrów. Pomiar średnicy podziałowej metodą trójwałeczkową.

### Sprawozdanie z laboratorium:

Wykonanie sprawozdania na podstawie załączonego do instrukcji formularza.

### Bibliografia:

1. Jakubiec W., Malinowski M.: Metrologia wielkości geometrycznych. WNT Warszawa 2004.
2. Grudowski P., Meller A.: Laboratorium metrologii warsztatowej i inżynierii jakości. Politechnika Gdańska. Gdańsk 2006.
3. Białas S., Metrologia techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników. Oficyna Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
4. Kolman R.: Technika pomiarów warsztatowych, PWSZ, Warszawa 1969.
5. Praca zbiorowa pod red. W. Moskala. Metrologia i Kontrola Techniczna. Ćwiczenia laboratoryjne. Wydawnictwa Politechniki Białostockiej. Białystok 1981.
6. Praca zbiorowa pod red. E. Ratajczyka. Laboratorium pomiarów wielkości geometrycznych. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1980.
7. Krawczyk M.: Metrologia i kontrola jakości. Oficyna Politechniki Rzeszowskiej, 1998.
8. PN-ISO 68-1: 2000 Gwinty ogólnego przeznaczenia. Zarys nominalny. Gwinty metryczne.
9. PN-ISO 724: 1993 Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia. Wymiary nominalne.
10. PN-ISO 965-1: 2001 Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia. Tolerancje.

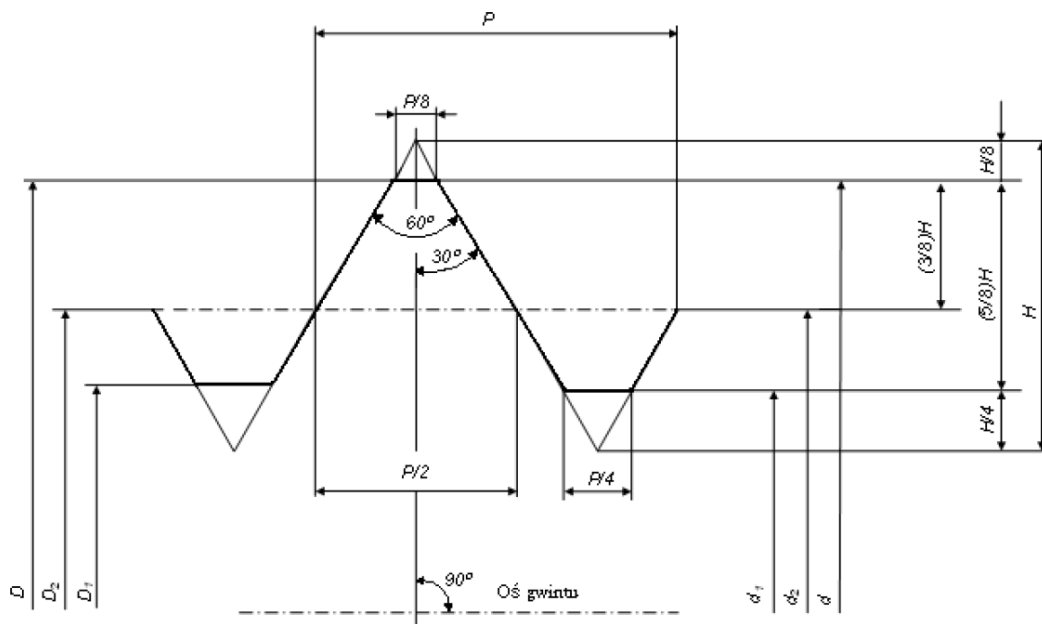
Opracował: dr inż. Łukasz Dragun	Sprawdził: dr hab. inż. Jerzy Jaroszewicz, prof. nzw.
-------------------------------------	--

## 1. WPROWADZENIE DO ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

Rozróżnia się gwinty zewnętrzne i wewnętrzne. Pierwsze utworzone są na zewnętrznej powierzchni, drugie zaś na wewnętrznej. Gwinty zewnętrzne i wewnętrzne nazywa się także gwintami śruby i nakrętki. Gwinty wykonuje się na powierzchni walcowej lub stożkowej, stąd nazwy: gwinty walcowe, gwinty stożkowe.

Podstawowe wielkości charakteryzujące gwint (Rys.1) to:

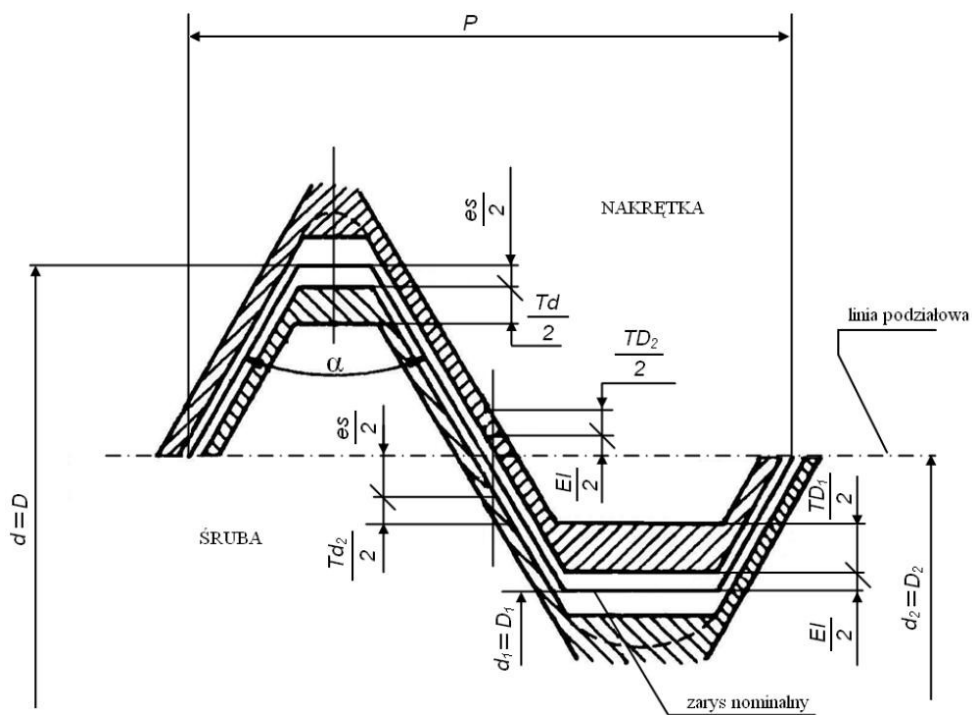
- **Średnica zewnętrzna ( $d$  - średnica zewnętrzna gwintu zewnętrznego (średnica znamionowa),  $D$  - średnica zewnętrzna gwintu wewnętrznego (średnica znamionowa))** jest to średnica wyobraźnego walca opisanego na wierzchołkach występów w przypadku gwintu zewnętrznego (gwintu śruby) lub opisanego na dnach bruzd w przypadku gwintu wewnętrznego (gwintu nakrętki).
- **Średnica wewnętrzna ( $d_1$  - średnica wewnętrzna gwintu zewnętrznego,  $D_1$  - średnica wewnętrzna gwintu wewnętrznego)** jest to średnica wyobraźnego walca opisanego na dnach bruzd w przypadku gwintu zewnętrznego (gwintu śruby) lub opisanego na wierzchołkach występów w przypadku gwintu wewnętrznego (gwintu nakrętki).
- **Średnica podziałowa ( $d_2$  - średnica podziałowa gwintu zewnętrznego,  $D_2$  - średnica podziałowa gwintu wewnętrznego)** jest to średnica wyobraźnego walca, którego oś pokrywa się z osią gwintu, a jego powierzchnia boczna przecina gwint w ten sposób, że szerokość występów i bruzd wzdłuż tworzącej są sobie równe.
- **Kąt gwintu  $\alpha$**  jest to kąt między różnoimiennymi bokami zarysu i dla gwintów metrycznych jest on równy  $60^\circ$ .
- **Kąt boku** jest to kąt między bokiem zarysu i prostą prostopadłą do osi gwintu. W gwintach metrycznych kąt boku wynosi  $30^\circ$ .
- **Podziałka ( $P$ )** jest to odległość osiowa między dwoma odpowiadającymi sobie punktami na najbliższych jednoimiennych bokach gwintu. Ze względu na wartość podziałki rozróżnia się gwinty zwykłe i gwinty drobnozwojne, których podziałka jest mniejszej od podziałki gwintu zwykłego.
- **Skok linii śrubowej ( $P_h$ )** odnosi się do gwintów wielokrotnych i jest związany z podziałką zależnością  $P_h = nP$ , gdzie  $n$  jest krotnością gwintu.
- **Długość skręcenia** jest to długość osiowa, na której może występować styk gwintu zewnętrznego i wewnętrznego. Norma wyróżnia trzy długości skręcenia: S - małą, N - średnią i L - długą.
- **Wysokość trójkąta podstawowego gwintu - H.**



Rys. 1. Zarys nominalny złącza gwintowego

### TOLEROWANIE GWINTÓW METRYCZNYCH

Zarówno gwinty zewnętrzne jak i wewnętrzne toleruje się w głąb materiału przyjmując za linię zerową zarys nominalny gwintu. W gwintach zewnętrznych tolerowane są średnice  $d_2$  i  $d$ , natomiast w gwintach wewnętrznych  $D_2$  i  $D_1$  (Rys.2).



Rys. 2. Pola tolerancji gwintu zewnętrznego (śruby) i gwintu wewnętrznego (nakrętka)

Charakter pasowania zależy od wzajemnego położenia pól tolerancji średnic podziałowych śruby i nakrętki. Rozróżnia się tu pasowanie ciasne, luźne i suwliwe. Pasowanie suwliwe jest szczególnym przypadkiem pasowania luźnego, przy którym luz przyjmuje wartość równą zero lub wartości dodatnie (przy pasowaniu luźnym luz ma zawsze wartość dodatnią). Zbiór szeregów tolerancji i pól tolerancji tolerowanych średnic przedstawia Tabela 1.

**Tabela 1** Tolerowane średnice gwintów

tolerowana średnica	szereg tolerancji	położenie pola tolerancji
$d_2$	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	e, f, g, h
$d$	4, 6, 8	
$D_2$	4, 5, 6, 7, 8	E, F, G, H
$D_1$	4, 5, 6, 7, 8	

## OZNACZENIA GWINTÓWMETRYCZNYCH

Oznaczenie gwintu metrycznego (zgodnie z normą PN-ISO 965-1) składa się z litery M i następującą po niej wartością średnicy znamionowej gwintu oraz podziałki, wyrażonych w milimetrach i rozdzielonych znakiem x.

W przypadku gwintów o podziałce zwykłej oznaczenie podziałki może być pominięte.

### Przykład:

**M20x1,5** – oznacza gwint metryczny o średnicy znamionowej 20 mm i podziałce 1,5 mm.

**M20** – oznacza gwint metryczny o średnicy znamionowej 20 mm i podziałce zwykłej.

Gwinty metryczne wielokrotne oznaczają się (zgodnie z normą PN-ISO 965-1) literą M i następującą po niej wartością średnicy znamionowej, znakiem x, literami Ph i wartością skoku, literą P i wartością podziałki, poziomej kreski i polem tolerancji. Średnica znamionowa, skok i podziałka wyrażone są w milimetrach.

### Przykład:

**M20xPh3P1,5-6g** – oznacza gwint metryczny dwukrotny (dwuzwojny) o średnicy znamionowej 20 mm, o skoku 3 mm, podziałce 1,5 mm wykonanym w tolerancji 6g.

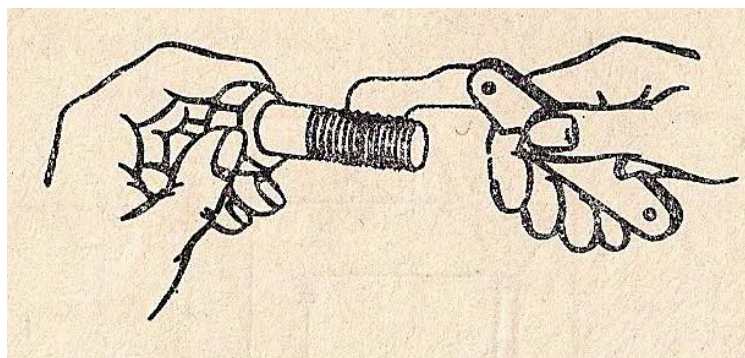
W przypadku gwintu lewozwojnego, na końcu oznaczenia gwintu należy dodać litery **LH** oddzielone poziomą kreską.

**Przykład:** M10x1–LH

M20 x Ph3 P1,5 – 6g – LH

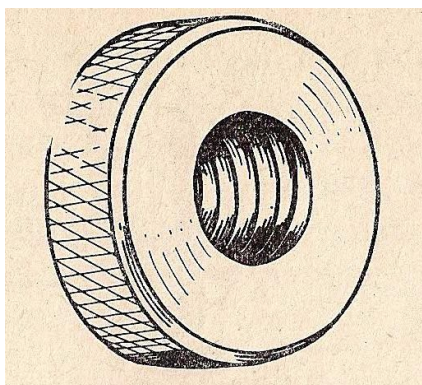
## SPRAWDZANIE GWINTÓW

Do orientacyjnego sprawdzania skoku i kąta zarysu **gwintu zewnętrznego** są przystosowane wzorniki do gwintów (Rys.3). Sprawdzenie zarysu zewnętrznego gwintu polega na przeprowadzeniu oceny zgodności i równomierności szczeliny świetlnej, która tworzy się pomiędzy gwintem, a płytką wzornika najdokładniej pasującą do zarysu sprawdzanego gwintu. Na poszczególnych płytkach wzornika oznaczone są skoki odpowiednich gwintów oraz ewentualne wartości kątów zarysu.



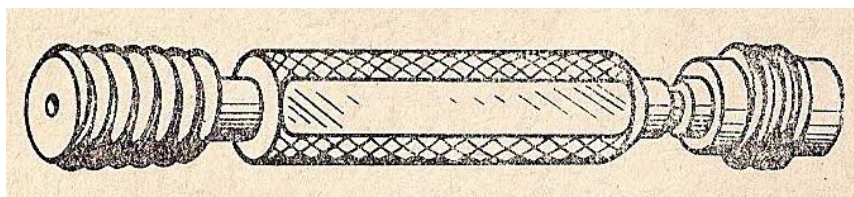
**Rys. 3.** Przykład sprawdzianu gwintu zewnętrznego wzornikiem do gwintów [4]

Sprawdziany do gwintów mogą być jedno - lub dwugraniczne. Jednograniczny, pierścieniowy sprawdzian przechodni do gwintu przedstawiono na Rys.4. Podczas wykonywania sprawdzianu gwintu sprawdzianem przechodnim, sprawdzian powinien dać się swobodnie wkręcić na całą długość sprawdzanego gwintu. Nie dopuszczalne jest jakiegokolwiek zacięcie pierścienia bądź też używanie siły do przekręcenia pierścienia.

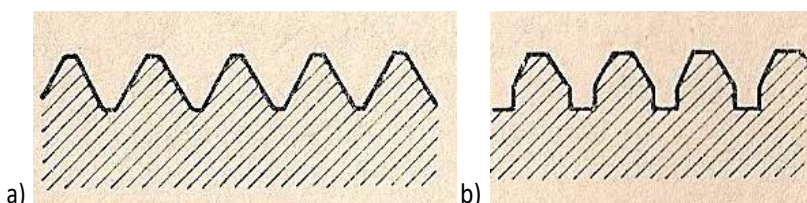


**Rys. 4.** Jednograniczny przechodni sprawdzian pierścieniowy do gwintu zewnętrznego [4]

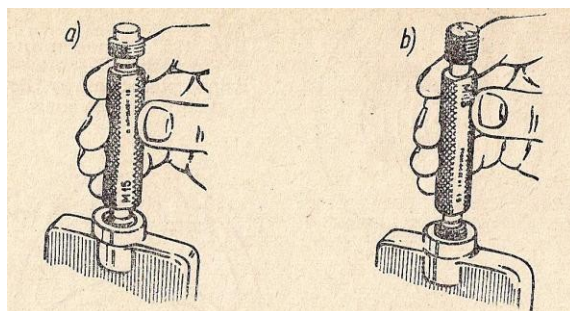
Sprawdzanie **gwintów wewnętrznych** wykonuje się trzpieniowymi sprawdzianami gwintowymi. Rozróżnia się gwintowe sprawdziany trzpieniowe jedno - i dwugraniczne (Rys.5). Sprawdzany gwint zewnętrzny uważa się za dobry gdy strona przechodnia sprawdzianu daje się wkręcać do sprawdzanego otworu, a strona nieprzechodnia nie wkręca się lub daje się wkręcać tylko na jeden obrót. Stronę przechodnią można odróżnić od nieprzechodniej po tym, że na trzpieniu strony nieprzechodniej nacięty jest pierścień pomalowany na czerwono, a zwoje gwintu są spłaszczone (Rys.6a). Na stronie przechodniej jest więcej zwojów niż na nieprzechodniej, a ich zarys jest normalny (Rys.6b).



**Rys. 5.** Dwustronny dwugraniczny sprawdzian trzpieniowy do gwintu wewnętrznego [4]



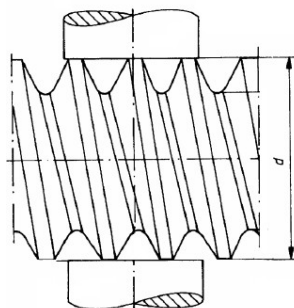
**Rys. 6.** Zarysy gwintów sprawdzianów: a) przechodniego, b) nieprzechodniego [4]



**Rys. 7.** Przykład sprawdzania nagwintowanego otworu za pomocą trzpieniowego sprawdzianu dogwintów stroną a) przechodnią, b) nieprzechodnią [4]

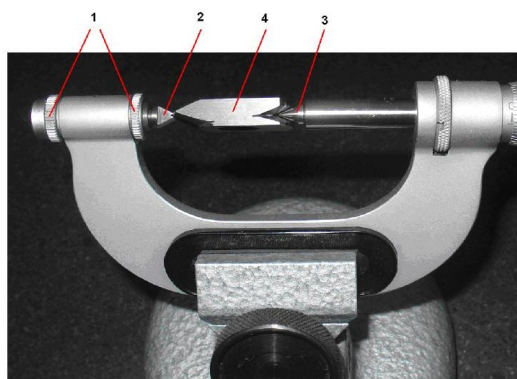
## POMIARY GWINTÓW

Pomiar średnicy zewnętrznej gwintu zewnętrznego za pomocą mikrometru przeprowadza się z wykorzystaniem końcówek płaskich (Rys.8). Przed pomiarem należy sprawdzić, czy narzędzie jest wykalibrowane.



**Rys. 8.** Pomiar średnicy zewnętrznej gwintu zewnętrznego

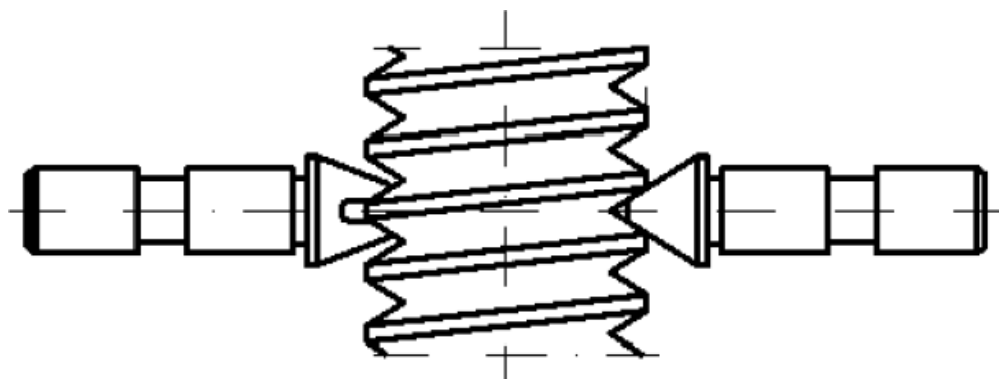
Do pomiaru średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego używa się dedykowanych do tego celu końcówek. Końcówki należy dobrać wg skoku gwintu. Przy zakładaniu końcówek należy zwrócić uwagę, że końcówka pryzmatyczna 2 powinna być założona po stronie kowadełka, a końcówka stożkowa 3 po stronie wrzeciona (Rys.9.). Przed pomiarem mikrometr należy wykalibrować. Mikrometry o zakresie pomiarowym 0-25 mm kalibruje się poprzez ustawienie go na wymiar 0, zablokowanie bębna i doprowadzenia do zetknięcia wymiennych końcówek przesuwając kowadełko za pomocą nakrętek 1. Mikrometry o innych zakresach pomiarowych kalibruje się na wzorcu nastawczym 4. W tym celu mikrometr z założonymi końcówkami należy ustawić na wymiar, który widnieje na wzorcu, a następnie zablokować obrót bębna. Wzorec umieszcza się pomiędzy końcówkami pomiarowymi i odpowiednio przesuwa się kowadełko, tak aby unieruchomić wzorec bez nadmiernego ściskania go.



**Rys. 9.** Wzorcowanie mikrometru: 1-regulacja przesunięcia konika, 2-końcówka pryzmatyczna, 3 -końcówka stożkowa, 4 - wzorec nastawczy do gwintów



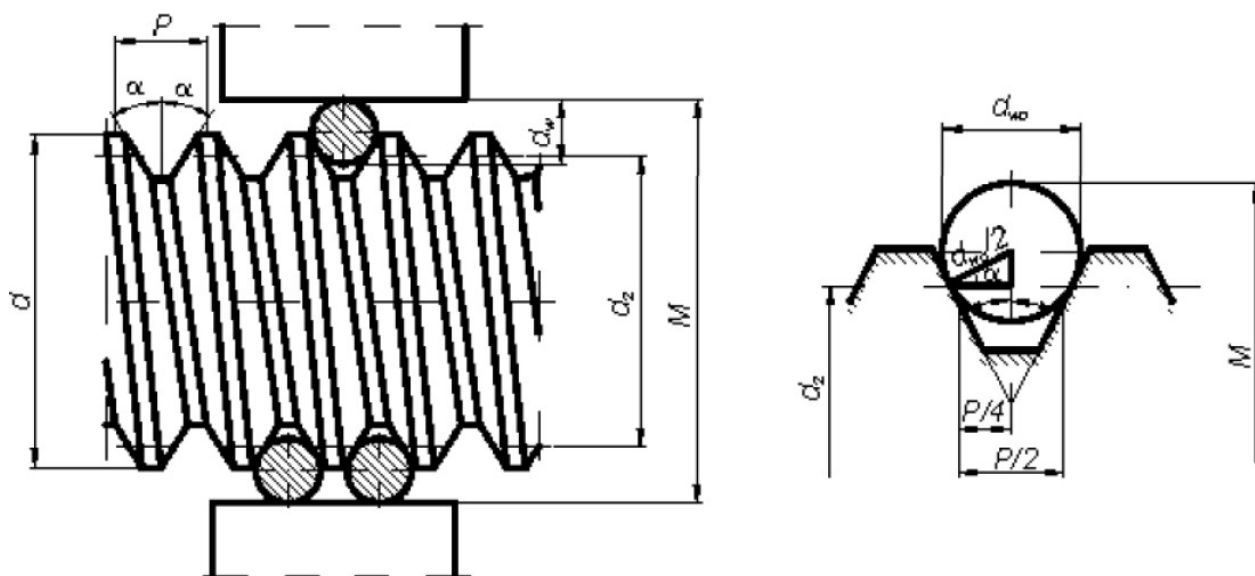
Pomiar średnicy podziałowej przeprowadza się jak na poniższym Rys.10.



Rys. 10. Pomiar średnicy podziałowej mikrometrem z wymiennymi końcówkami

### METODA TRÓJWAŁECZKOWA

Pomiar średnicy podziałowej za pomocą trzech wałeczków pomiarowych jest pomiarem pośrednim, polegającym na zmierzeniu odległości pomiędzy wałeczkami ułożonymi we wręczach gwintu (Rys.11). Jest to jedna z najdokładniejszych metod pomiaru średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego. Metoda ta polega na umieszczeniu w brzdach po obu stronach mierzonego gwintu trzech wałeczków mierniczych o tak dobranej średnicy  $d_w$ , żeby ich stykanie się z powierzchniami zwoju gwintu następowało w pobliżu średnicy podziałowej oraz na zmierzeniu wymiaru pomocniczego  $M$  (Rys.11). Wymiar ten można zmierzyć za pomocą mikrometru. Przed rozpoczęciem pomiaru należy ustalić rodzaj gwintu (metryczny lub calowy) oraz określić jego skok (co można wykonać posługując się wzornikiem do gwintu). W następnej kolejności oblicza się optymalną średnicę wałeczka mierniczego wg wzoru:



Rys. 11. Schemat do pomiaru średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego metodą trój wałeczkową

Średnicę podziałową gwintu metrycznego oblicza się wg wzoru:

$$d_{w0} = \frac{P}{2 \cos \alpha / 2} \quad (1)$$

gdzie:  $P$  - skok gwintu,  
 $\alpha$  - kąt boku gwintu.

W praktyce przestrzega się zasady, aby wałeczki stykały się z występem gwintu w granicach jednej ósmej długości boku zarysu (Rys.11).

Średnicę podziałową mierzonego gwintu oblicza się wg wzoru:

$$d_2 = M_{sr} - d_w \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) + \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} - \Delta_1 + \Delta_2 \quad (2)$$

gdzie:

$M_{sr}$  - zmierzone rozstawienie wałeczków,

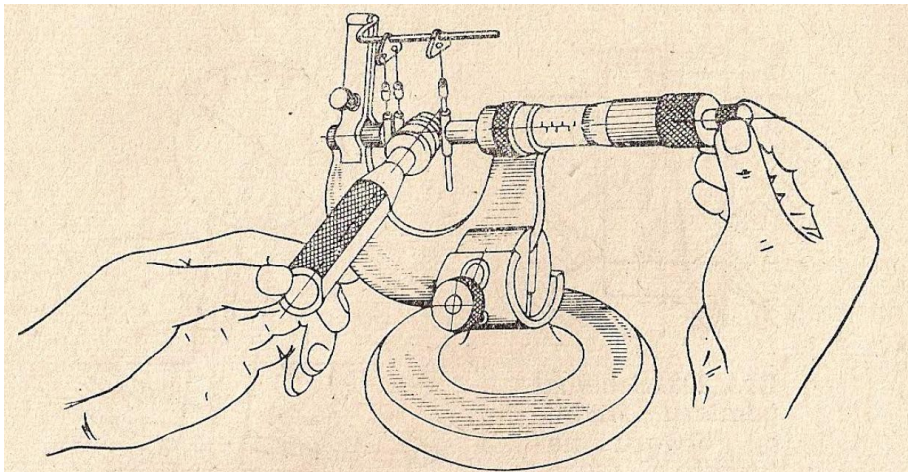
$\Delta_1$  - poprawka na skręcanie wałeczków w brzdach gwintu,

$\Delta_2$  - poprawka na sprężyste odkształcenie spowodowane naciskiem pomiarowym.

Poprawkę uwzględniającą skręcenie wałeczków w brzdach gwintu oblicza się w mm wg wzoru:

$$\Delta_1 = \frac{d_w}{2} \left( \frac{P}{\pi d_{2n}} \right)^2 \cos \frac{\alpha}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad [\text{mm}] \quad (3)$$

gdzie:  $d_{2n}$  - jest nominalną średnicą podziałową gwintu przyjętą z tablic zawartych w normach lub poradnikach technicznych.



**Rys.12.** Mierzenie mikrometrem wymiaru pomocniczego  $M$  przy trójwałeczkowej metodzie pomiaru średnicy podziałowej gwintu

Poprawkę uwzględniającą sprężyste odkształcenia powierzchniowe oblicza się w mm wg wzoru.

$$\Delta_2 = 0,004 \sqrt[3]{\frac{p^2}{d_n}} \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

gdzie:

$p \approx 1,0 \text{ kG}$

- nacisk mierniczy mikrometru,

$d_n$  - nominalna średnica zewnętrzna mierzonego gwintu



**Tabela 2** Średnice zunifikowanych wałeczków pomiarowych  $d_w$  dla gwintów metrycznych

Średnica wałeczka zunifikowanego	Skok gwintu metrycznego P	Średnica wałeczka zunifikowanego	Skok gwintu metrycznego P
0,170	0,25 – 0,30	0,895	1,50
0,220	0,35	1,100	1,75
0,250	0,40	1,350	2,00
0,290	0,45 – 0,50	1,650	2,50
0,335	0,60	2,050	3,00 – 3,50
0,455	0,70 – 0,80	2,550	4,00 – 4,50
0,530	0,90	3,200	5,00 – 5,50
0,620	1,00	4,000	6,00
0,725	1,25		

**PRZEBIEG ĆWICZENIA**

1. Wstępna identyfikacja zarysu gwintów.
2. Pomiar średnicy zewnętrznej gwintu.
3. Pomiar średnicy podziałowej trzech wybranych gwintów metrycznych.
4. Analiza otrzymanych wyników – wnioski.

# 1. SPRAWOZDANIE Z ZAJĘĆ



POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

KATEDRA ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

SPRAWOZDANIE Z ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH Z PRZEDMIOTU

*Podstawy metrologii*

Kod przedmiotu: KS02138

<input type="checkbox"/> studia stacjonarne	Ćwiczenie nr .....			
Temat: ..... .....				
Nazwisko i imię	Rok ak.	Grupa	Data wykonania	Ocena
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Prowadzący: dr inż. Łukasz Dragun

Podpis prowadzącego: .....

## 2. WYNIKI POMIARÓW BEZPOŚREDNICH:

### PRZYKŁAD TABELI\*

Lp.	Fotografia gwintu	Rysunek techniczny	Skok gwintu	Średnica gwintu	Błąd bezwzględny
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

\*ilość wierszy w tabeli zależy od ilości mierzonych gwintów metrycznych

#### a) ANALIZA NIEPEWNOŚCI POMIARÓW, WNIOSKI KOŃCOWE, BIBLIOGRAFIA, RYSUNEK

## WYMAGANIA BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciw pożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych. Wybrane urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym mogą posiadać instrukcje stanowiskowe. Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z instrukcjami stanowiskowymi wskazanymi przez prowadzącego.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- ♦ Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- ♦ Sprawdzić prawidłowość podłączonych urządzeń w obecności prowadzącego.
- ♦ Załączenie napięcia do układu pomiarowego może się odbywać po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
- ♦ Przyrządy pomiarowe należy ustawić w sposób zapewniający stałą obserwację, bez konieczności nachylania się nad innymi elementami układu znajdującymi się pod napięciem.
- ♦ Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przetęczeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska pod napięciem.
- ♦ Zmiana konfiguracji stanowiska i połączeń w badanym układzie może się odbywać wyłącznie w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- ♦ W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- ♦ Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- ♦ Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- ♦ W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowisk laboratoryjnych za pomocą wyłącznika bezpieczeństwa, dostępnego na każdej tablicy rozdzielczej w laboratorium. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.