



CENTRUM KSZTAŁCENIA  
ZAWODOWEGO

# METROLOGIA

## Ćwiczenie 2

### Wyznaczanie błędów kształtu

## Cel:

Zapoznanie się ze sposobami wyznaczania błędów kształtu wałka.

## Zagadnienia teoretyczne:

- Odchyłki kształtu.
- Szczególne przypadki odchyłek kołowości walcowości.

Na skutek niedoskonałości obrabiarek oraz szeregu zjawisk fizycznych, które występują w procesie wytwarzania rzeczywiste powierzchnie i linie wykonywane są z pewnymi odchyłkami w stosunku do kształtów geometrycznie poprawnych. Pomijając chropowatość, odchyłki te nazywane są błędami kształtu i położenia.

## Uwagi dotyczące wykonania:

- Do wykonania pomiaru należy przystąpić po dokładnym zapoznaniu się z funkcjonowaniem i elementami obsługi przyrządu mierniczego.
- Pomiar wykonywany jest w zespole dwu/trzyosobowym.
- **Podczas pomiaru należy chronić sprzęt przed uszkodzeniem.**

## Wypożyczenie:

- liniał krawędziowy ze skosem dwustronnym



Liniały krawędziowe służą do oceny odchyłki prostoliniowości i płaskości badanych przedmiotów. Liniałem można wykryć szczeliny między powierzchnią badaną, a krawędzią liniału. Wyżej wymienione błędy o większej wartości, gdy prześwit jest dostatecznie duży, można mierzyć szczelinomierzem, mniejsze poprzez porównanie ze szczeliną wzorcową.

- szczelinomierz

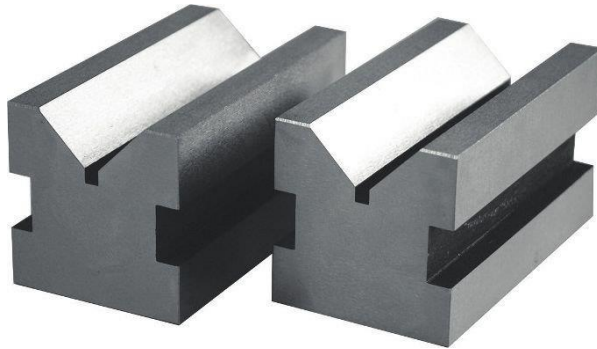


Przyrząd pomiarowy służący do określenia wielkości szczelin lub luzów między sąsiadującymi powierzchniami.

Składa się z szeregu płytek (blaszek, listków) o określonej grubości, najczęściej osadzonych we wspólnej obudowie.

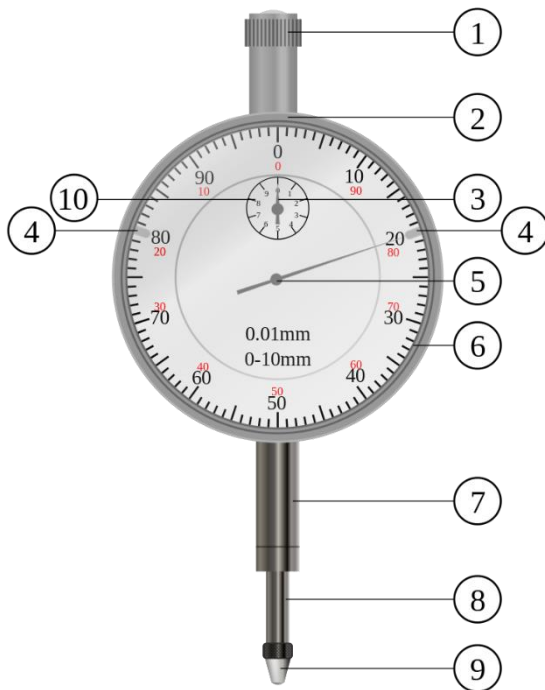
Pomiar polega na wybraniu i wsunięciu płytki w mierzoną szczelinę w taki sposób, by nie było luzów. Grubość płytki odpowiada wtedy szerokości mierzonej szczeliny.

- pryzma



Podstawka z jednym lub wieloma wycięciami w kształcie litery V służąca do ustawiania osi elementów walcowych równoległe do powierzchni płyty pomiarowej

- czujnik zębaty zegarowy lub z odczytem cyfrowym z podstawą

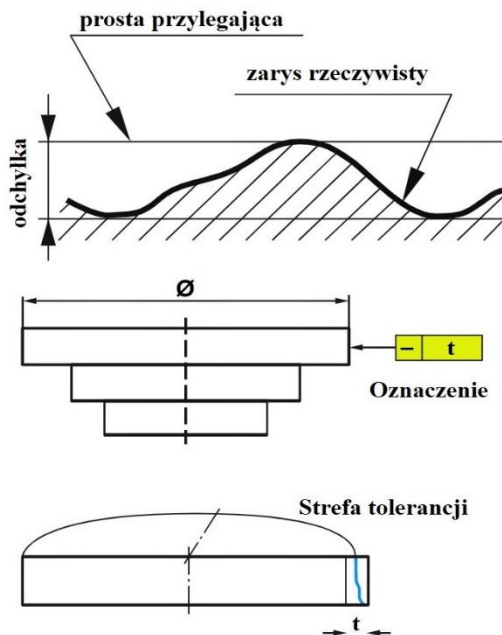


- 1 - Uchwyt do podnoszenia i opuszczania trzpienia pomiarowego
- 2 - Pierścień do ustawiania tarczy
- 3 - Mała wskazówka [mm]
- 4 - Ustawne wskaźniki tolerancji
- 5 - Duża wskazówka
- 6 - Obudowa
- 7 - Tuleja trzpienia
- 8 - Trzpień pomiarowy
- 9 - Końcówka pomiarowa
- 10 - Podziałka pomocnicza [mm]

- płyta kontrolna

Służy jako płaszczyzna odniesienia w pomiarach elementów maszynowych.

## 1. Odchyłka prostoliniowości



Odchyłka prostoliniowości jest to największa odległość między **zarysem rzeczywistym** przedmiotu z **prostą przylegającą** do tego zarysu. Granicę strefy tolerancji tworzą dwie linie równoległe w odległości **t**, wynikającej z podania dopuszczalnej wartości tolerancji tej odchyłki.

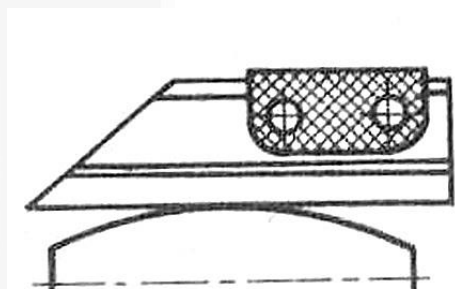
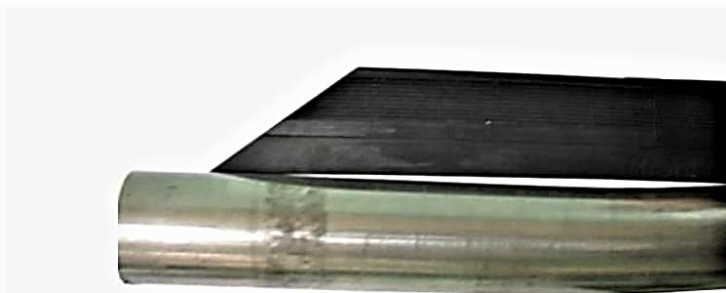
Szczególnymi przypadkami prostoliniowości są **wypukłość i wklęsłość**.

### 1.1. Odchyłka prostoliniowości tworzących walca

Odchyłkę prostoliniowości tworzących walca można określić w drodze pomiaru (ilościowo) lub ocenić wzrokowo (jakościowo).

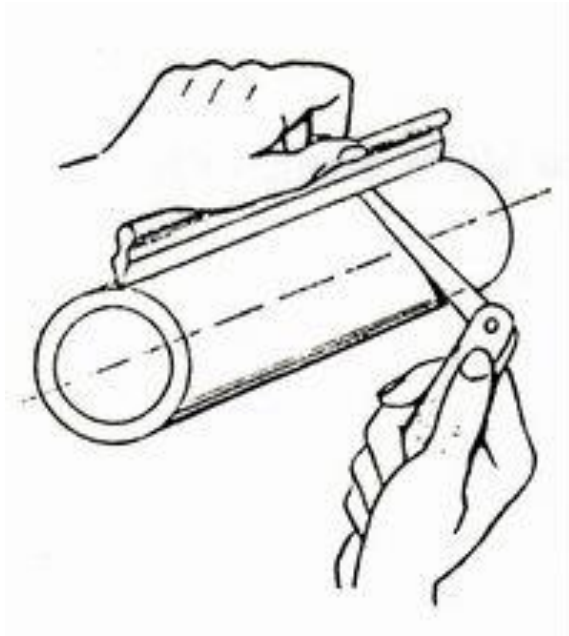
Jakościowa ocena prostoliniowości polega na stwierdzeniu następujących przypadków:

- tworząca powierzchni walcowej przylega do krawędzi liniału / oznaczenie: — /
- tworząca wykazuje wypukłość / oznaczenie:  $\cap$  /
- tworząca wykazuje wklęsłość / oznaczenie:  $\cup$  /



Sprawdzanie odchyłek od walcowości za pomocą liniału krawędziowego. Wygięcie wałka

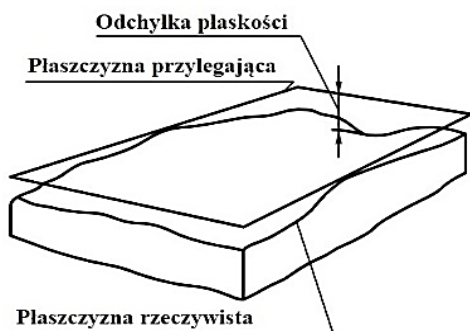
## 1.2. Przebieg pomiaru



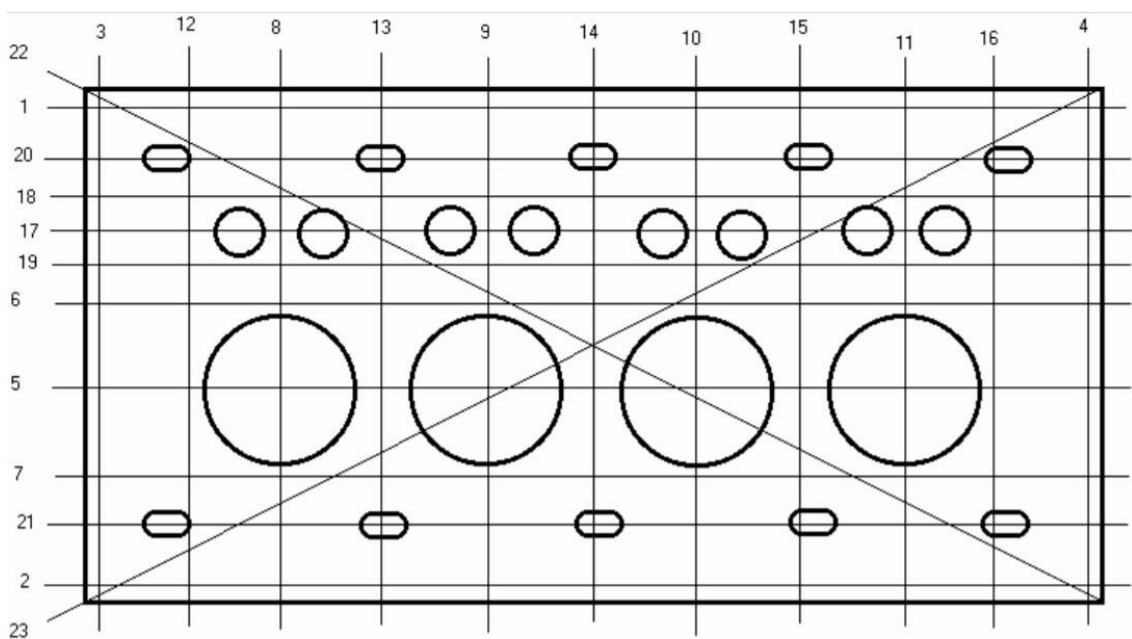
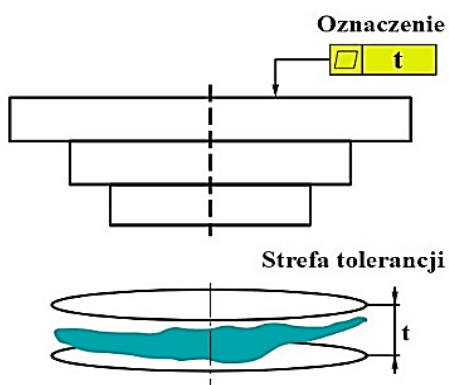
- 1) Sprawdzić stan techniczny środków pomiarowych. Linią krawędziowy nie może mieć śladów wyszczerbień lub załamania krawędzi pomiarowej. Powierzchnie płytek szczelinomierza nie mogą wykazywać śladów korozji, uderzeń, załamania, a ich krawędzie nie mogą mieć wyszczerbień.  
Przed rozpoczęciem sprawdzania należy starannie oczyścić ze smaru i tłuszczu powierzchnię przedmiotu, gdyż warstwa tłuszczu może stanowić przeszkodę przy wzrokowej ocenie szczeliny świetlnej.
- 2) Wałek ułożyć do sprawdzania na pryzmie, linią krawędziowy przyłożyć do powierzchni wałka wzdłuż tworzącej.
- 3) Ocenić wzrokowo wysokość szczeliny i wyniki zapisać w tabelce dla danej tworzącej.
- 4) Gdy szczelina utworzona między krawędzią liniu a powierzchnią sprawdzaną jest odpowiednio duża, należy w nią wsuwać płytki szczelinomierza, zaczynając od najcieńszej. Płytki szczelinomierza należy wsuwać lekko i powoli. Wymiar najgrubszej płytki szczelinomierza, która jeszcze wchodzi w szczelinę między tworzącą wałka a linią, jest miarą odchyłki prostoliniowości tworzącej wałka.
- 5) Sprawdzić prostoliniowość czterech, równomiernie rozłożonych na obwodzie, tworzących wałka.
- 6) Wykonać konserwację środków pomiarowych i uporządkować stanowisko pomiarowe

## 2. Odchyłka płaskości

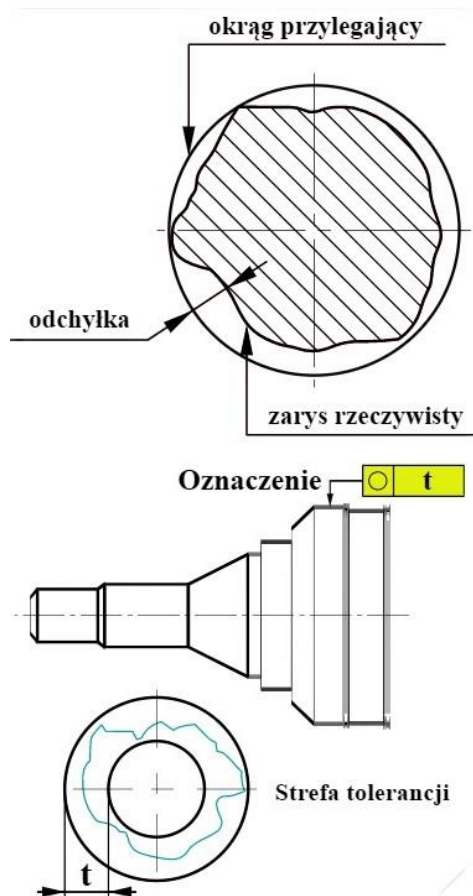
Mierząc prostoliniowość płaszczyzn w co najmniej trzech kierunkach, można określić jej płaskość.



Odchyłka płaskości jest to największa odległość między **płaszczyzną rzeczywistą** a **płaszczyzną przylegającą**.



### 3. Odchyłka okrągłości



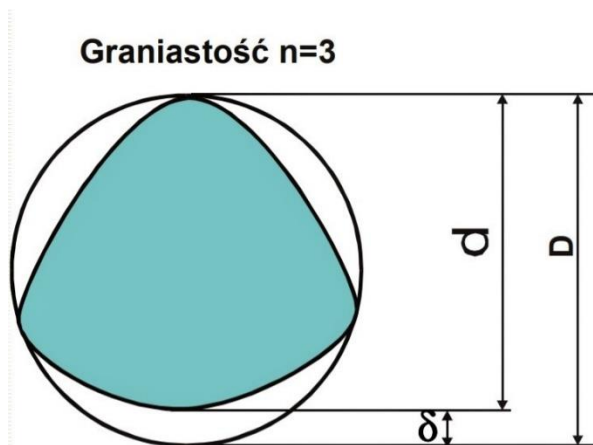
Jest miarą niezgodności rzeczywistego zarysu przedmiotu z kształtem geometrycznym okręgu.

Odchyłka okrągłości jest to największa odległość między **okręgiem rzeczywistym** a **okręgiem przylegającym**.

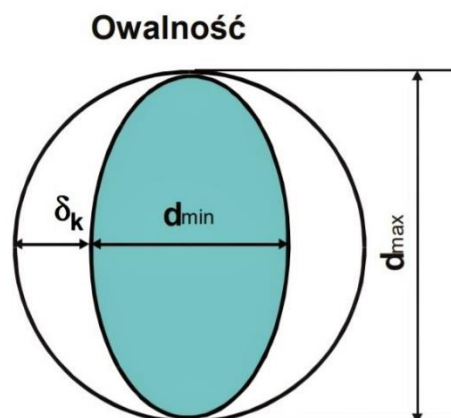
Okrąg przylegający jest to okrąg o najmniejszej średnicy opisanej na zarysie wałka lub okrąg o największej średnicy wpisanej w zarys otworu.

Granice strefy tolerancji tworzą dwa okręgi współśrodkowe w odległości **t**.

Szczególnymi przypadkami odchyłki okrągłości są: **owalność** i **graniastość**.



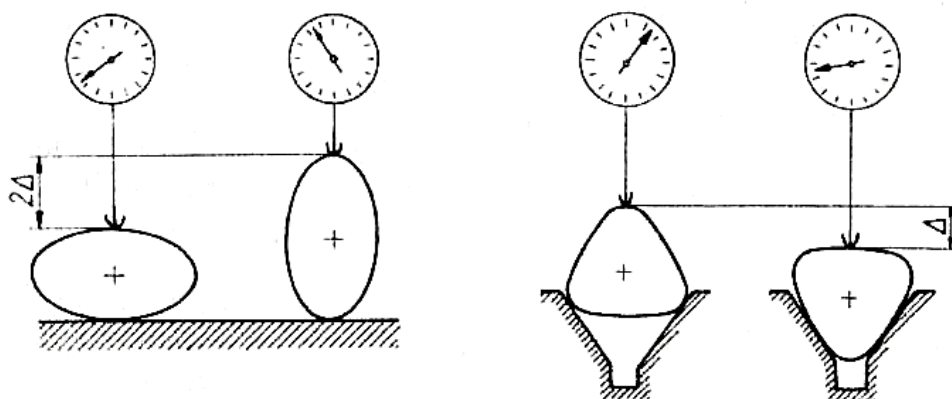
$$\delta = D - d$$



$$\delta_k = d_{\max} - d_{\min} = 2\delta_k$$

$$\delta_k = \frac{1}{2} (d_{\max} - d_{\min})$$





### 3.1. Uproszczony przebieg pomiaru owalności

Najprostszym i najmniej dokładnym sposobem pomiaru owalności jest pomiar dwu dowolnych, lecz wzajemnie prostopadłych średnic wałka, wykonany jednym z uniwersalnych przyrządów pomiarowych (suwmiarka, mikrometr).

Dokładność oceny zwiększa się, gdy pomiar zostanie wykonany w kilku miejscach na obwodzie, po kolejnych obróceniach przedmiotu o odpowiedni kąt (np. zmierzenie czterech średnic, z których każda jest obrócona w stosunku do poprzedniej o kąt  $45^\circ$ ).

### 3.2. Przebieg pomiaru owalności z użyciem czujnika zegarowego

Najdokładniejsze wyniki daje pomiar za pomocą przyrządów czujnikowych przy wykonaniu pełnego obrotu wałka dookoła jego osi. W ten sposób znajduje się średnice najmniejszą i największą. Różnica średnic jest wartością odchyłki okrągłości.

- 1) Sprawdzić stan techniczny środków pomiarowych.
- 2) Zamocować wałek. Czujnik zamocować w podstawie do czujnika.
- 3) Trzpień pomiarowy czujnika zetknąć prostopadle z powierzchnią wałka, pamiętając o nadaniu mu wstępnego nacisku pomiarowego (duża wskazówka powinna wykonać  $1 \div 2$  obrotów).
- 4) Obracając wałek dookoła osi znaleźć najmniejszą średnicę. W tym położeniu, pokręcając tarczą czujnika, ustawić go w położeniu zerowym.
- 5) Obracając wałek co  $90^\circ$  odczytywać wskazania czujnika odpowiadające obrotom wałka o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  względem położenia początkowego.
- 6) Na podstawie otrzymanych wskazań czujnika obliczyć odchyłkę okrągłości (owalność) wg wzoru:



$$\delta = a_{90} + a_{180} - a_{270}$$

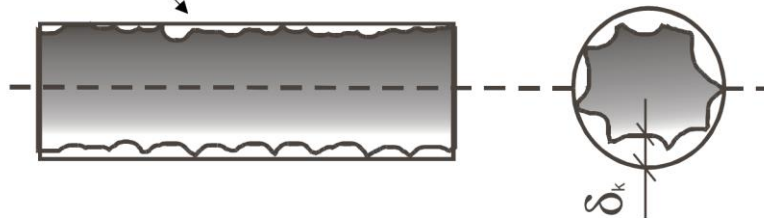
- 7) Wykonać konserwację środków pomiarowych i uporządkować stanowisko pomiarowe

#### 4. Odchyłka walcowości

Odchyłka walcowości  $\delta_w$  – jest to największa odległość między walcem rzeczywistym a walcem przylegającym.

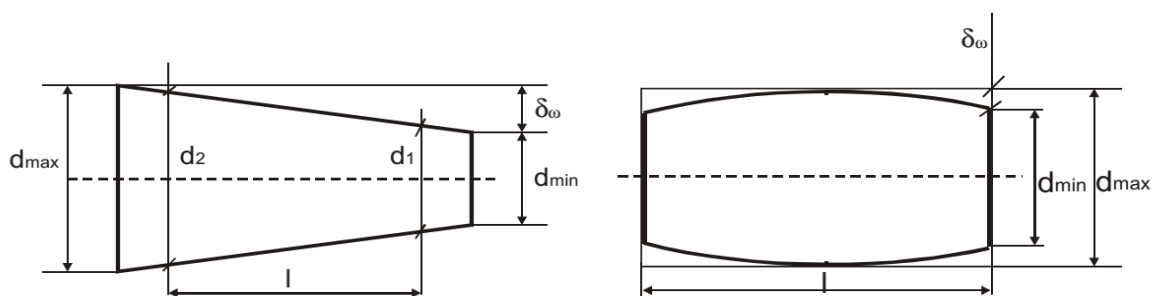
Walec przylegający

- walec o najmniejszej średnicy, opisany na rzeczywistym przedmiocie.



Szczególnymi przypadkami odchyłki walcowości są: **baryłkowatość, siodłowość, wygięcie i stożkowość.**

### STOŻKOWOŚĆ I BARYŁKOWOŚĆ

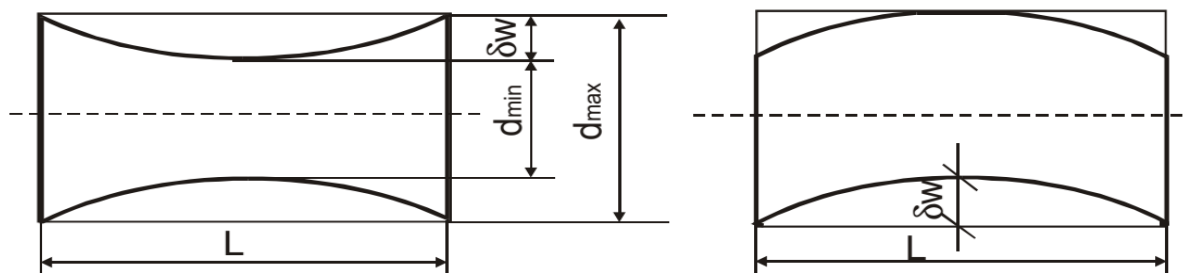


$$\delta_z = d_{\max} - d_{\min} = 2\delta_w$$

$$\delta_z = \frac{d_2 - d_1}{l}$$

$$\delta_b = d_{\max} - d_{\min} = 2\delta_w$$

# SIODŁOWOŚĆ I WYGIĘCIE



$$\delta_s = d_{\max} - d_{\min} = 2\delta_w$$

Baryłkowość lub siodłowość można wykryć w najprostszy sposób za pomocą liniału krawędziowego i ocenić szacunkowo za pomocą szczelinomierza.

Przed rozpoczęciem pomiaru stożkowości należy sprawdzić prostoliniowość tworzących oraz okrągłość przekrojów poprzecznych.

## 4.1. Przebieg pomiaru

- 1) Sprawdzić stan techniczny środków pomiarowych.
  - Baryłkowość lub siodłowość można wykryć w najprostszy sposób za pomocą liniału krawędziowego i ocenić szacunkowo za pomocą szczelinomierza.
  - Przed rozpoczęciem pomiaru stożkowości należy sprawdzić prostoliniowość tworzących oraz okrągłość przekrojów poprzecznych.
- 2) Wykonać pomiary średnic wałków uniwersalnymi przyrządami pomiarowymi (suwmiarki, mikrometry, czujniki) o różnych dokładnościach pomiarowych.
- 3) Na podstawie pomiarów obliczyć szczególne przypadki walcowości.
- 4) Wykonać konserwację środków pomiarowych i uporządkować stanowisko pomiarowe.