



Temat ćwiczenia

# **Pomiary otworów na przykładzie tulei cylindrowej**

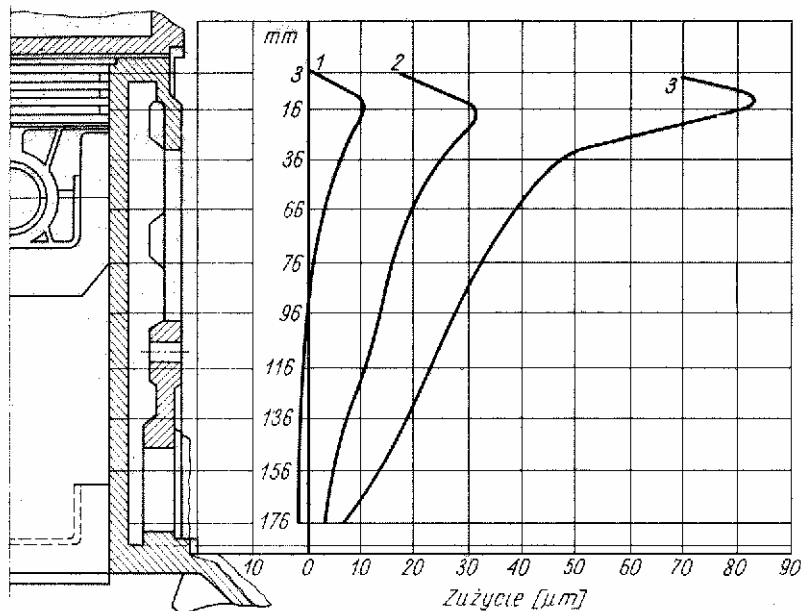
## I Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z metodami pomiaru otworów na przykładzie pomiaru zużycia gładzi tulei cylindrowej.

## II. Wprowadzenie

Warunki pracy skojarzenia tłok - pierścienie tłokowe - cylinder są ciężkie zarówno z powodu wysokiej temperatury pracy jak i utrudnionego smarowania powierzchni trących. W procesie normalnej eksploatacji gładź cylindrów silnika spalinowego zużywa się nierównomiernie tak wzdłuż tworzącej cylindra jak i po obwodzie.

Klasyczny rozkład zużycia wzdłuż tworzącej cylindra dla cylindrów wykonanych bezpośrednio w kadłubie silnika oraz w tulejach mokrych nie obciążonych przedstawia rysunek obok. Jak widać w górnej części cylindra zużycie jest znacznie większe niż w części dolnej - można stwierdzić kształt zużycia zbliżony do ściętego stożka, odwróconego podstawą do góry (rys.1).



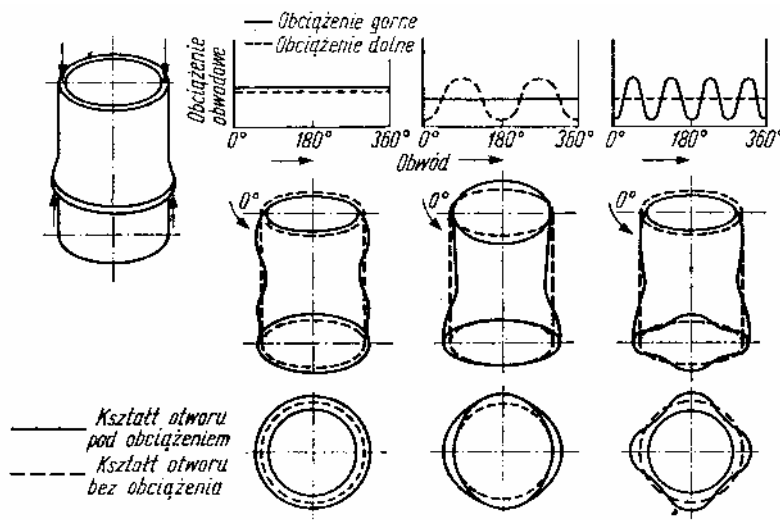
Rys.1. Typowe zużycie tulei cylindrowej nieobciążonej w przekroju pionowym.

Do przyczyn powodujących tego rodzaju zużycie gładzi cylindra należą:

- działanie wysokich temperatur - wyższe temperatury występujące w górnej części cylindra powodują gwałtowne zmniejszenie lepkości oleju,
- działanie ciśnienia gazów spalinowych - naciski jednostkowe na gładź cylindrów przy górnym położeniu tłoka są znacznie większe niż przy dolnym położeniu tłoka, a dodatkowo przedmuch gazów spalinowych pomiędzy pierścieniami tłokowymi powoduje zdmuchiwanie z gładzi cylindrów już rozrzedzonego oleju,
- zmiana kierunku ruchu tłoka - grubość filmu olejowego jest tym większa im większa jest prędkość względna powierzchni trących, a prędkość tłoka zarówno w górnym jak i w dolnym punkcie zwrotnym równa jest zero,

- działanie korozyjne kwasów i gazów - podczas spalania mieszanki palnej powstają: kwasy organiczne ( $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$ ) i nieorganiczne ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) oraz inne związki ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ), które powodują reakcje chemiczne z metalem w postaci korozji.

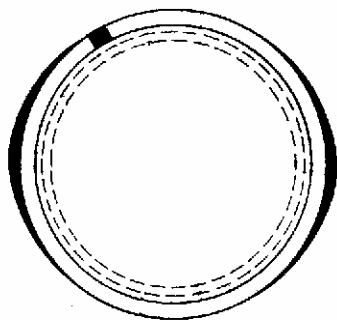
Nieco odmienny charakter zużycia wykazują tuleje cylindrowe, które w czasie pracy ulegają deformacji na skutek: obciążenia mechanicznego wywołanego napięciem śrub mocujących głowicę, działania ciśnienia wytwarzanego wewnątrz cylindra oraz obciążenia cieplnego w czasie pracy silnika (rys.2). Ponieważ tuleje mają oparcie w dolnej części, w ich ściankach powstają naprężenia powodujące deformację w czasie pracy, a co za tym idzie nierównomierne zużycie, które kształtem wyraźnie przypomina baryłkę.



Rys.2. Typowe zużycie tulei cylindrowej obciążonej w przekroju pionowym

Zużycie tulei cylindrowej na obwodzie tworzy najczęściej zarys przekroju zbliżony do owalu (rys.3). Do przyczyn powodujących tego rodzaju zużycie w silnikach, w których tuleje cylindrowe zostały wykonane w kadłubie można zaliczyć:

- działanie sił normalnych na gładź cylindra - powstają w rezultacie rozłożenia na sworzniu tłokowym sił wypadkowych działających na tłok, przy czym największa siła normalna powstaje podczas suwu pracy i działa na ściankę cylindra w płaszczyźnie prostopadłej do osi wału korbowego,
- rozszerzalność cieplną kadłuba - po rozgrzaniu kadłuba do temperatury pracy silnika następuje rozszerzenie cieplne, na skutek czego cylindry ulegają deformacji i przybierają zowalizowane kształty (dłuższa oś owalu skierowana jest wzdłuż osi wału korbowego).



Rys.3. zużycie tulei cylindrowej w przekroju poprzecznym

### III. Przebieg ćwiczenia

1. Dokonać pomiaru średnicy wewnętrznej tulei cylindrowej w pięciu różnych płaszczyznach. Wyniki pomiarów uśrednić. Wartość średnią przyjąć za wymiar zerowy.

2. Ustawić średnicówkę zegarową na wymiar zerowy za pomocą mikrometru (rys.4).

3. Dokonać pomiaru średnicy wewnętrznej tulei cylindrowej za pomocą wyzerowanej średnicówki zegarowej w przekrojach od 5mm od górnej krawędzi tulei cylindrowej co 10mm w czterech płaszczyznach:

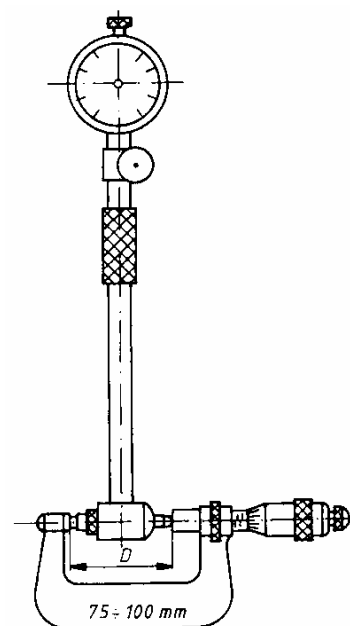
I – równoległej do osi wału korbowego,

II – prostopadłej do osi wału korbowego,

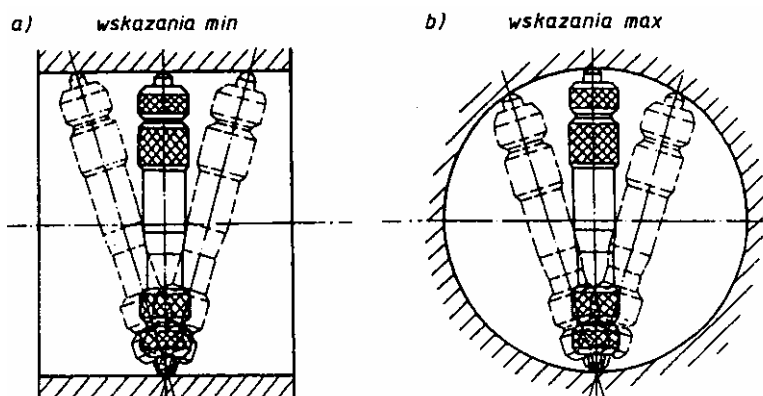
III oraz IV – płaszczyzny pośrednie

W czasie wykonywania pomiarów zwrócić szczególną uwagę na ustawienie średnicówki (rys.5).

4. Pomiary z punktów 1, 2 i 3 powtórzyć dla każdej tulei otrzymanej od prowadzącego.



Rys.4. Sposób zerowania średnicówki zegarowej za pomocą mikrometru.



Rys.5. Sposób ustawienia średnicówki w czasie wykonywania pomiarów: a) w przekroju osiowym, b) w przekroju normalnym.

## **IV. Sprawozdanie**

- 1.** Wstęp teoretyczny
- 2.** Karta pomiarowa,
- 3.** Dla każdej tulei sporządzić czytelne wykresy zużycia w poszczególnych płaszczyznach (jak na rys.1). Oznaczenie osi:  
oś X – zużycie,  
oś Y – głębokość pomiaru.
- 4.** Wnioski – na podstawie otrzymanych wyników pomiarów określić stopień oraz typ zużycia badanych tulei cylindrowych.