

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. Ignacego Łukasiewicza

Wydział Budowy maszyn i Lotnictwa



Laboratorium z przedmiotu:
Podstawy niezawodności i eksploatacji maszyn.

Ćwiczenie nr 2

Temat: Wyznaczenie krzywej Stribeck

Ćwiczenie: 2

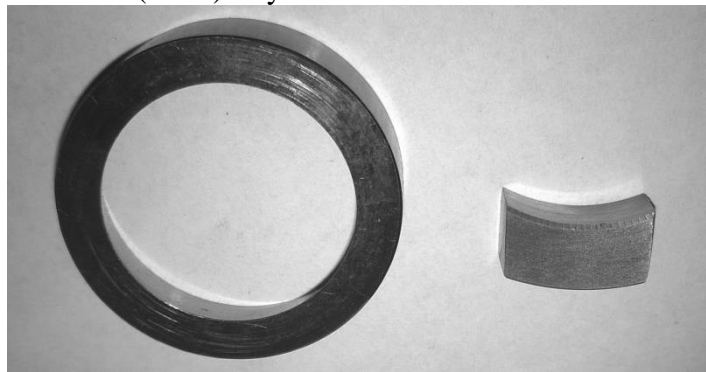
Temat: Wyznaczenie krzywej Stribeck

1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie krzywej Stribeck dla pary ciernej stal-brąz w układzie czop-panewka

2. Przebieg ćwiczenia

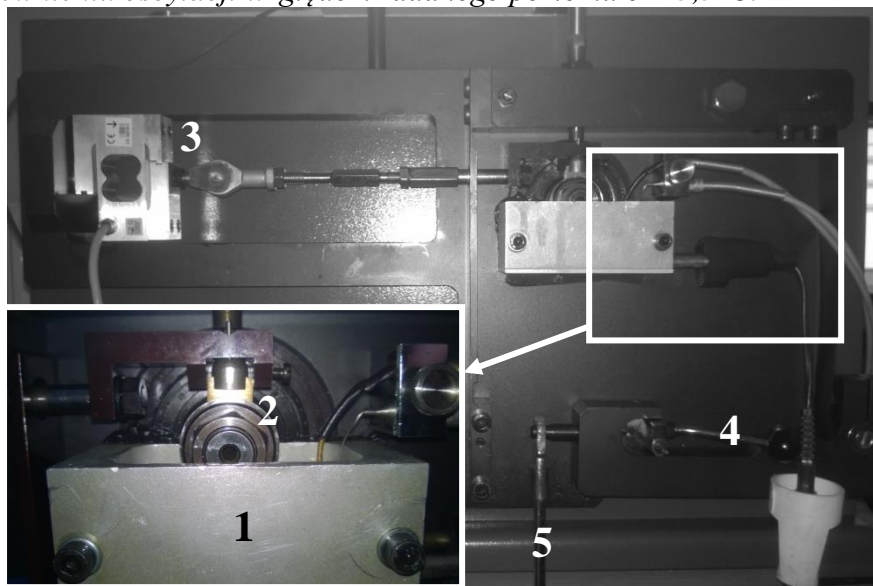
- a) Podczas ćwiczenia wykorzystane będą próbki wykonane z brązu (blok) i stali 42CrMo4 (rolka) – rys.1.



Rys. 1. Próbkki do testera T-05 rolka i blok

- b) Zbiornik oleju 1 (rys. 2) powinien być napełniony, zadana temperatura (30-50°C) powinna być ustawiona przez prowadzącego.

Nagrzewanie oleju trwa około 20 min, sterownik utrzymuje temperaturę przy zapewnieniu oscylacji względem zadanego poziomu o $\pm 3,5^\circ\text{C}$.



Rys. 2. Panel przedni testera T-05. 1- podgrzewany zbiornik z olejem; 2- zamocowane próbki rolka i blok; 3- indukcyjny przetwornik siły; 4- dźwignia blokady obciążenia (na rysunku w pozycji zablokowanej); 5- pałak do zawieszenia obciążników

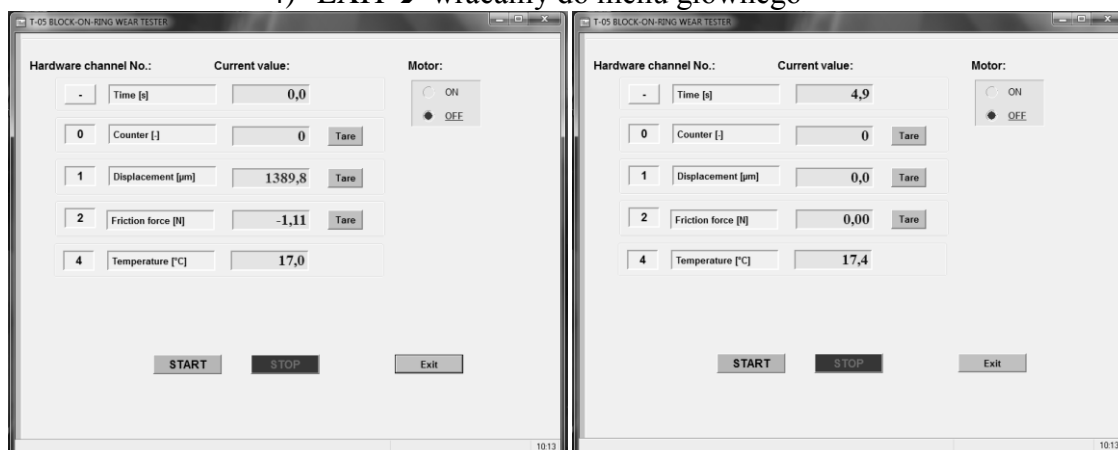
UWAGA: Przed przystąpieniem do testu należy sprawdzić czy dźwignia (4) jest w pozycji odblokowanej. Należy zachować szczególną ostrożność przy zbiorniku z olejem (1) który może się rozgrzać do wysokiej temperatury. Bezwzględnie zakazuje się dotykania elementów ruchomych oraz zbiornika z olejem i elementów grzewczych.

c) Uruchomić program T-05 do rejestracji temperatury oleju oraz siły tarcia



d) W opcji TEST (rys. 3) należy wyzerować wskazania czujników. Wykonuje się to poprzez procedurę:

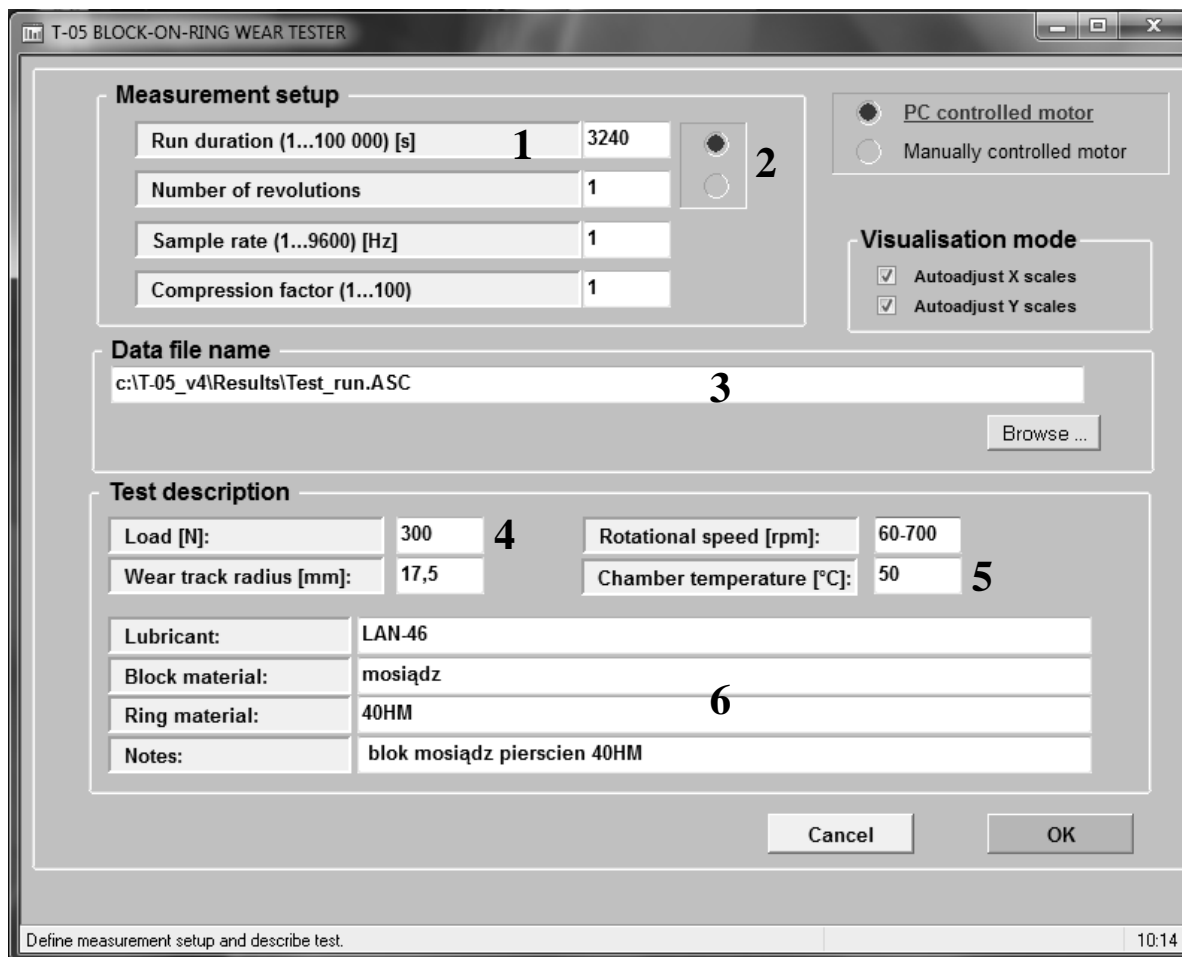
- 1) **START** → czekamy aż wskazania czujnika siły się ustabilizują
- 2) **STOP** → blokujemy wskazania czujników na wskazanym poziomie
- 3) **TARE** → zerujemy wskazania czujników
- 4) **EXIT** → wracamy do menu głównego



Rys. 3. Okienka opcji TEST przed i po procedurze zerowania.

UWAGA: Brak wykonania lub błędne wykonanie procedury zerowania spowoduje wprowadzenie stałego błędu do rejestrowanych danych.

- e) Założyć obciążenie (od 1 do 5 kg - podane przez prowadzącego)
- f) Następnie uruchomić opcję RUN (rys. 4)



Rys. 4. Okno opcji **RUN**

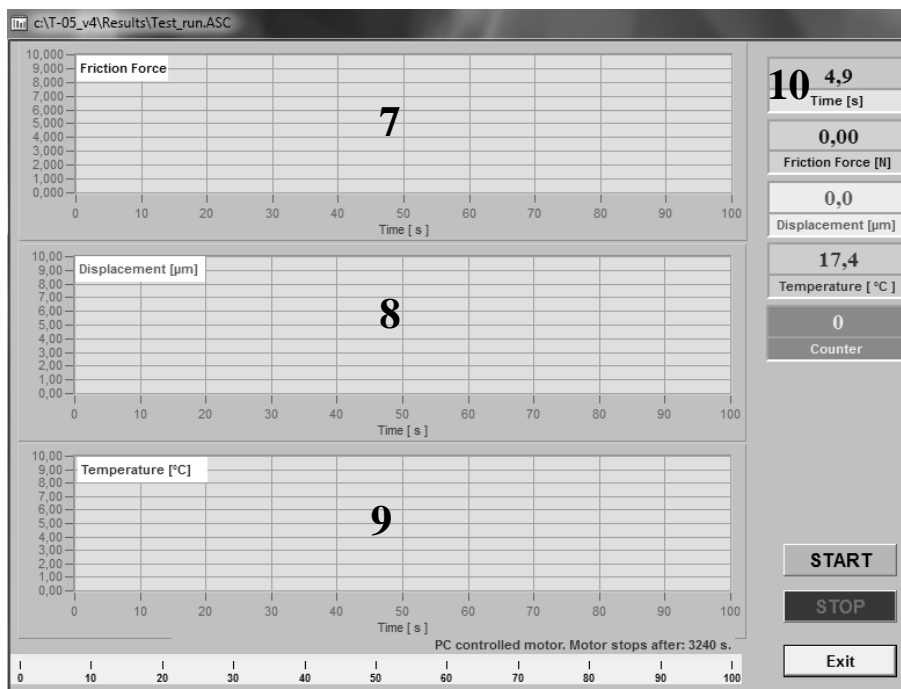
- 1) Sprawdzić ustawienie czasu trwania próby (powinno być 2640 s - rys. 4 punkt 1)
- 2) Opcja kontroli zatrzymania powinna być ustawiona w górnym położeniu (rys. 4 punkt 2)
- 3) Poprzez opcje **Browse** ustalić ścieżkę docelową plik - według wzoru:
Pulpit\PEiNM2015-16\ *Oznaczenie roku np.:MPDI2*\
\Lab numer grupy laboratoryjnej \ grupa 3

Przykład:

Pulpit\PEiNM2015-16\MPDI2\Lab3\grupa 4

- 4) W punkcie 4 wpisać obciążenie jakiemu jest poddawany węzeł cierny [N]. Należy przeliczyć obciążenie, jak jest to podane w *Tabeli przeliczania obciążenia*.
- 5) Wpisać tu zadaną przez prowadzącego temperaturę
- 6) Opis stosowanych próbek i materiałów

g) Następnie po zatwierdzeniu wszystkich zmian należy przejść do opcji rejestracji testu - rysunek 5



Rys. 5. Ekran rejestracji wskazań czujników w czasie rzeczywistym, 7- wykres sił tarcia; 8 - wykres przemieszczenia, 9- wykres temperatury oleju w czasie rzeczywistym; 10- czas próby.



Rys. 6. Sterownik BT-05. 11- pokrętko regulacji prędkości obrotowej wrzeciona; 12- ekran odczytu prędkości obrotowej

- h) Następnie należy uruchomić test klikając **start**. Podczas testu jedna osoba z grupy powinna zmieniać prędkość obrotową wrzeciona zgodnie z *Tabelą prędkości* przez obracanie pokrętkiem sterownika (11) – rys. 6.

Tabela prędkości

| Przedział czasu [s] | | Prędkość obrotowa |
|---------------------|------|-------------------|
| 0 | 120 | 60 |
| 120 | 240 | 80 |
| 240 | 360 | 100 |
| 360 | 480 | 120 |
| 480 | 600 | 140 |
| 600 | 720 | 160 |
| 720 | 840 | 180 |
| 840 | 960 | 200 |
| 960 | 1080 | 220 |
| 1080 | 1200 | 240 |
| 1200 | 1320 | 260 |
| 1320 | 1440 | 280 |
| 1440 | 1560 | 300 |
| 1560 | 1680 | 320 |
| 1680 | 1800 | 340 |
| 1800 | 1920 | 360 |
| 1920 | 2040 | 380 |
| 2040 | 2160 | 400 |
| 2160 | 2280 | 420 |
| 2280 | 2400 | 440 |
| 2400 | 2520 | 460 |
| 2520 | 2640 | 480 |

- i) Na podstawie zapisanego pliku wynikowego wykonać obliczenia.
(do obliczeń należy przyjąć średnią z ostatniej minuty przedziału o zmienionej prędkości - przedział ma 2 minuty)
- j) Obliczyć wartość parametru dla każdego przedziału

$$\lambda = \frac{\eta^* v}{p} [m]$$

η -lepkość dynamiczna oleju [Ns/m^2] wyznaczana na podstawie średniej temperatury z każdego przedziału i wykresu lepkości dynamicznej oleju (aproksymacja liniowa).
 v -prędkość poślizgu w [m/s]
 p - nacisk jednostkowy

- k) Obliczyć współczynnik tarcia i narysować krzywą Stribeck (zależność współczynnika tarcia od prędkości obrotowej)
- l) Przedstawić na wykresie zależność współczynnika tarcia od liczby Heseya (λ).
 Uwaga - podczas obliczania liczby Herseya należy wziąć pod uwagę zmiany lepkości oleju wynikające z wahań temperatury (dla każdego przedziału prędkości należy na podstawie wykresu temperatur określić lepkość oleju).

Zależność lepkości dynamicznej oleju L-AN 46 od jego temperatury

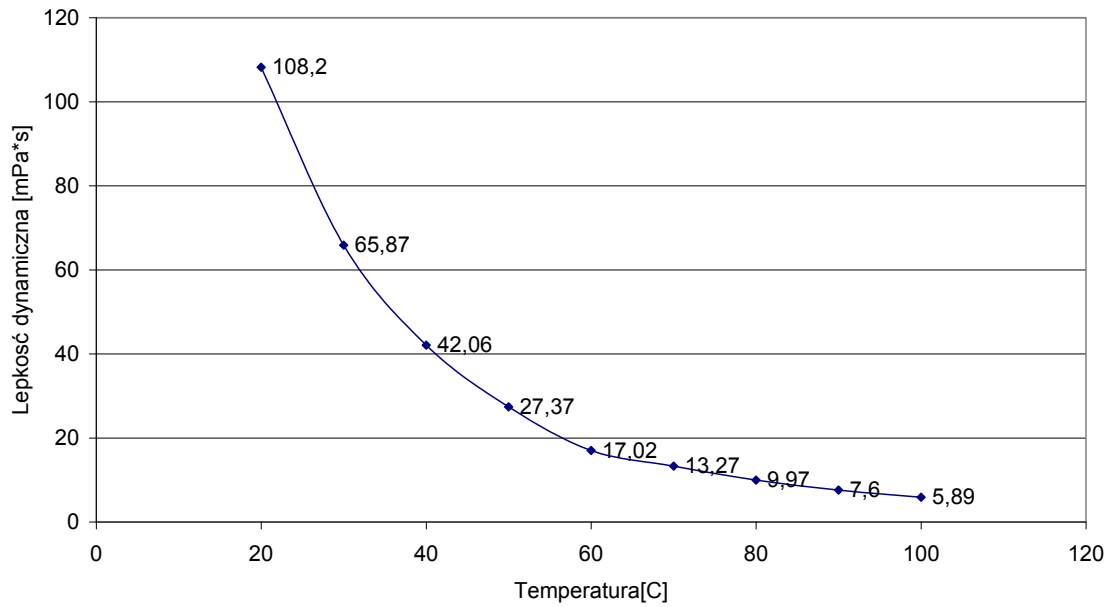


Tabela przeliczenia obciążenia.

| Obciążniki [kg] | Obciążenie właściwe [kg] | Siła docisku [N] | Naciski jednostkowe [Mpa] |
|-----------------|--------------------------|------------------|---------------------------|
| 1 | 30 | 300 | 2 |
| 2 | 60 | 600 | 6 |
| 3 | 90 | 900 | 9 |
| 4 | 120 | 1200 | 12 |
| 5 | 150 | 1500 | 15 |
| 6 | 180 | 1800 | 18 |
| 7 | 210 | 2100 | 21 |
| 8 | 240 | 2400 | 24 |
| 9 | 270 | 2700 | 27 |
| 10 | 300 | 3000 | 30 |

Aby wykonać wykresy należy zaimportować dane wynikowe znajdujące się w pliku *****.ASC do arkusza kalkulacyjnego za pomocą opcji *Pobierz dane zewnętrzne*. Plik zawiera informacje systemowe oraz dane z testu w 5 kolumnach.

```

14:14
CHANNELS: 7
SEPARATOR: 9
MAXLINES: 3363

Time CH=1 Friction force CH=2 Displacement CH=3 Temperature CH=4 Counter CH=5 Settings CH=6 Settings CH=7
S N μm °C counts 2014-10-13-14:14 2014-10-13-14:14 2014-10-13-14:14 2014-10-13-14:14 2014-10-13-14:14 2014-10-13-14:14
TO =14-10-13 13:18:33 TO =14-10-13 13:18:33 TO =14-10-13 13:18:33 TO =14-10-13 13:18:33 TO =14-10-13 13:18:33 TO =99-12-30 00:00:00 TO =99-12-30 00:00:00
dt =1000 ms dt =1000 ms dt =1000 ms dt =1000 ms dt =0 ms
CH 0 CH 2 - 1 CH 1 - 1 CH 4 - 1 CH 0 - 1 CH 8 - 1 CH 8 - 1
Serial No. (Electronics / CP)Not available Serial No. (Electronics / CP)Not available Serial No. (Electronics / CP)Not available Serial No. (Electronics / CP)Not available
Not available SR 55 Carrier frequency + counter SR 55 Carrier frequency + counter SR 01 DC Amplifier SR 55 Carrier frequency + counter
Not available Not available Not available Not available Not available Not available Not available Digital I/O (16 Bit) Digital I/O (16 Bit)
Not available full bridge half bridge Thermocouple Type K counter: edges only x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0
x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0 x1=0 y1=0;x2=0 y2=0
(Electr.) mv/v (Electr.) mv/v (Electr.) v (Electr.) DIG (Electr.) DIG (Electr.) DIG (Electr.)
(Engin.) (Engin.) (Engin.) (Engin.) (Engin.) (Engin.) (Engin.) (Engin.)
0 Nominal value 0 Nominal value 0 Nominal value 0 Nominal value 0 Nominal value 0 Nominal value 0 Nominal value
Not available Not available Not available Not available Not available Not available Not available
Scaling = Engineering units Scaling = Electrical units Scaling = Electrical units Scaling = Electrical units Scaling = Electrical units
Not available unknown unknown unknown unknown unknown unknown
Filter = Not available Filter = Bessel lowpass Filter = Bessel lowpass Filter = Bessel lowpass Filter = Bessel lowpass Filter = Bessel lowpass
fg = Not available fg = 0.1 Hz fg = 0.1 Hz fg = 0.1 Hz fg = 0.1 Hz fg = 0.1 Hz
0 Zero 0,03612 Zero 101,67 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0 Zero 0
0 Tare 0,03612 Tare 101,67 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0 Tare 0
0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero 0 Software-zero
Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0 Gage factor = 0
Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0 Bridge factor = 0
Software scaling: None Software scaling: Linearization table x(1) = 0 y(1) = 0 x(2) = 2 y(2) = 500 Software scaling: Linearization table x(1) = -40 y(1) = 1000 x(
Sensor: None sensor: None sensor: None sensor: None sensor: None sensor: None sensor: None sensor: None
Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None Sensor T-ID: None
Cable length correction Not available Cable length correction Not available Cable length correction Not available Cable length correction Not available
0,000 13,560 258,250 37,803 1,000 LAN=46 300,000
1,000 18,720 257,250 37,902 2,000 40HM 0,000
2,000 22,200 256,750 38,000 3,000 40HM 1,000
3,000 23,760 256,625 38,000 4,000 blok mosiadz pierścien 40HM 17,500
4,000 24,390 256,500 37,803 5,000 2014-10-13 (14:14:39) 40,000
5,000 24,750 256,500 37,508 6,000 ****
6,000 24,870 256,500 37,311 6,000 ****
7,000 24,870 256,500 37,606 7,000 ****
8,000 24,870 256,375 37,902 8,000 ****
9,000 24,840 256,500 38,197 9,000 ****
10,000 24,870 256,500 38,296 10,000 ****

```

Rys. 6. Przykładowy plik wynikowy.

Od lewej, w dolnym rogu, w kolumnach mamy: czas próby [s]; siłę tarcia[N]; przemieszczenie [μm]; temperaturę oleju [°C]; numer obrotu wrzeciona w chwili wykonywania pomiaru.