

PJJSS
w Pile

KATEDRA INŻYNIERII MECHANICZNEJ

LABORATORIUM TRIBOLOGII

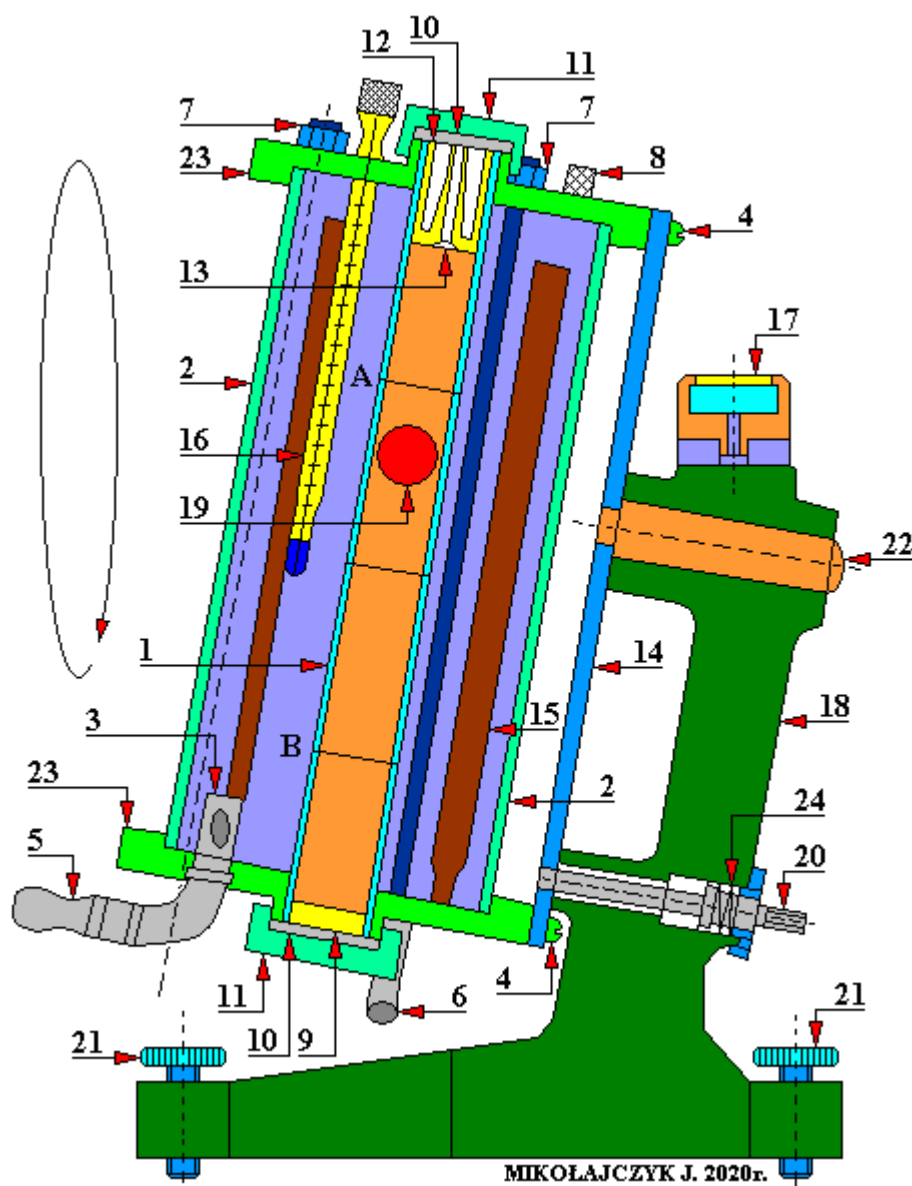
Ćwiczenie laboratoryjne nr 1

TEMAT: POMIAR LEPKOŚCI DYNAMICZNEJ CIECZY SMARNYCH W TEMPERATURACH NORMATYWNYCH. WYZNACZANIE WSKAŹNIKA LEPKOŚCI

1. Wprowadzenie

Lepkościomierz Höpplera należy do grupy lepkościomierzy przepływowych służący do pomiaru lepkości dynamicznej cieczy (rys. 1). Zbudowany jest z ze szklanej rurki pomiarowej 1 wypełnionej badana cieczą. W rurce tej umieszczona jest kulka 19, której średnica jest niewiele mniejsza od wewnętrznej średnicy szklanej rurki 1. Dzięki temu czas opadania kulki 19 jest długi i zwiększa się tym samym dokładność pomiaru. Rurka szklana 1 wraz z badanym środkiem smarnym umieszczona jest w szklanym cylindrycznym płaszczu wodnym 2 połączonym z termostatem. Umożliwia to badanie wpływu temperatury środka smarnego na wartość lepkości. Szklane naczynie termostatyczne jest nachylone do pionu pod kątem 80° w celu stabilizacji pozycji kulki 19 względem szklanej rurki pomiarowej 1. Specjalne zawieszenie szklanego naczynia termostatycznego 1 umożliwia jego obrót o 180° . Dzięki temu możliwe jest wielokrotne powtarzanie badań. Wystarczy tylko odblokować zapadkę 20 mocującą szklane naczynie termostatyczne 2 i obrócić je o 180° . Kulka 19, która była do tej pory na dole znalazła się na górze i pomiar lepkości można powtarzać. Obrót ruchomej części wiskozymetru Höpplera możliwy jest dlatego, że jego konstrukcja zamocowana jest na trzpieniu obrotowym 22, który stanowi część korpusu statywu 18.

Do badania płynów, w szczególności środków smarowych o małej lepkości stosuje się zmodyfikowaną konstrukcję wiskozymetru Höpplera z kulkami o mniejszej gęstości (np. szklanymi zamiast stalowych) i o większym nachyleniu od pionu nawet do 40° . Uzyskuje się dzięki temu dłuższy czas opadania kulki.



Rys. 1. Widok ogólny wiskozymetru Höpplera

1 – szklana rurka pomiarowa; 2 – szklane naczynie termostatyczne; 3 – rurka wlotowa z otworem dla cieczy termostatycznej; 4 – śruba montażowa; 5 – króciec zasilający obiegu cieczy termostatycznej; 6 – króciec powrotu obiegu cieczy termostatycznej; 7 – nakrętka; 8 – śruba odpowietrzająca; 9 – korek; 10 – uszczelka; 11 – nakrętka kołpakowa; 12 – wydrążony korek; 13 – kapilara; 14 – tylna płyta stalowa; 15 – grzałka; 16 – termometr; 17 – poziomnica; 18 – korpus statywu; 19 – kulka; 20 – zapadka mocująca szklane naczynie termostatyczne; 21 – śruba poziomująca; 22 – trzpień obrotowy; 23 – stalowa płyta montażowa; 24 – sprężyna; A-B – odcinek pomiarowy.

Pomiar lepkości za pomocą wiskozymetru Höpplera polega na wyznaczeniu czasu opadania kulki 19 wewnątrz szklanej rurki pomiarowej i wypełnionej badaną cieczą lub badanym środkiem smarowym. Przy znanym promieniu, ustalonej gęstości kulki oraz gęstości badanej cieczy, czas opadania zależy tylko od lepkości badanego środka

smarnego. Wynika to z prawa Stokes'a. Na zewnętrznej powierzchni szklanej rurki pomiarowej 1 znajdują się nacięcia, wypiąskowania w formie pierścieni (patrz odcinek AB rys. 1), między którymi mierzy się czas ruchu kulki. Z uwagi na to, że na początku i na końcu szklanej rurki pomiarowej 1 ruch kulki 19 nie jest jednostajny, dlatego nie można do badań brać czasu opadania kulki na całej długości rurki szklanej (siły działające na kulkę 19 w tych miejscach – na początku i na końcu - nie równoważą się). Obrót przyrządu wokół trzpienia obrotowego 22 umożliwi wielokrotne powtarzanie pomiaru dla tej samej lub różnych temperatur.

Ze względu na konstrukcję stanowiska badawczego, oprócz siły wynikającej z prawa Stokes'a występuje jeszcze oddziaływanie ścianek szklanej rurki pomiarowej 1 na powierzchnie kulki 19. W związku z powyższym ruch kulki 19 jest złożoną kombinacją zarówno poślizgu i toczenia po ściance cylindra pomiarowego – szklanej rurki 1. Uwzględnienie oddziaływania ścianek na ruch kulki 19 prowadzi do skomplikowanego wyrażenia, którego znajomość nie jest wymagająca do wyznaczania lepkości. Korzystamy w tym miejscu z faktu, że lepkość jest proporcjonalna do czasu opadania kulki 19 i do różnicy pomiędzy gęstością materiału z którego wykonana jest kulka 19, a gęstością badanego środka smarowego.

Określenie lepkości dynamicznej cieczy można określić z następującego wzoru:

$$\eta = A \cdot (\rho_k - \rho_c) \cdot t$$

gdzie: ρ_k – gęstość materiału kulki;

ρ_c – gęstość badanej cieczy;

t – wyznaczony czas opadania kulki;

A – stała aparaturowa zależna od parametrów danego wiskozymetru, tj. m. in. od średnicy rurki, kąta nachylenia szklanej rurki pomiarowej, promienia kulki. Stała ta jest zazwyczaj podawana przez producenta danego sprzętu. Można ją wyznaczyć również samodzielnie poprzez kalibrację wiskozymetru używając do pomiaru cieczy o znanej lepkości.

2. Cel ćwiczenia

Celem niniejszego ćwiczenia jest praktyczne wyznaczenie lepkości dynamicznej środków smarowych dla temperatur normatywnych.

3. Opis ćwiczenia

W ramach niniejszego ćwiczenia należy wykonać następujące czynności:

- zmierzyć średnicę kulki 19;
- wyznaczyć gęstość kulki 19;
- zmierzyć średnicę szklanej rurki pomiarowej 1;
- wyznaczyć gęstość badanej cieczy (badanego środka smarowego);
- zapoznać się z normą DIN 53015 oraz ISO 12058;
- napęłnić szklaną rurkę pomiarową 1 badanym środkiem smarowym;
- zmontować urządzenie, podłączyć termostat, postępować zgodnie z w/w normami;
- dokonać pomiaru czasu opadania kulki 19 dla 10 powtórzeń dla jednej temperatury i dla wyznaczonego przez prowadzącego środka smarowego;
- dokonać analizy statystycznej otrzymanych wyników pomiarów;
- porównać otrzymane wyniki z danymi producenta danego środka smarowego;
- wyciągnąć konstruktywne wnioski;

Uwaga: Po zakończeniu badań należy pozostawić urządzenie w czystości, w szczególności szklaną rurkę pomiarową 1.

4. Opracowanie wyników

- uzyskane wyniki pomiarów należy porównać z danymi tabelarycznymi producenta/producentów danych środków smarowych;
- wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

5. Pytania sprawdzające

- Jaka jest różnica pomiędzy lepkością kinematyczną, a dynamiczną?
- O czym mówi wskaźnik lepkości?

6. Literatura

- Hebda M., Wachal A.: Trybologia. WNT, Warszawa 1987.
- Lewiński J.: Wymiana ciepła. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2012.
- Mikołajczyk J.: Wpływ dodatków smarowych na transformację warstwy wierzchniej. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2017.
- Mikołajczyk J.: Maszyny tarciove. Budowa, przeznaczenie. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2018.
- Mikołajczyk J.: Tribotestery. Budowa, przeznaczenie. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2019.
- Różański S.A.: Fizyka. Repetytorium dla studentów I roku studiów inżynierskich. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2011.
- Różański S.A.: Przez fizykę na skróty. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2013.
- Różański S.A.: Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki wspomagane komputerem. Wydawnictwo PWSZ w Pile, Piła 2014.
- Skorka M.: Fizyka. Podręcznik dla studentów wyższych technicznych studiów zawodowych dla pracujących. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1973.
- Staniszewski B.: Termodynamika. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978.