

Pomiar lepkości lepkościerzem kulkowym Höpplera



Wyposażenie podstawowe:

- aparat Höpplera (FUNGILAB, SN: FBS 100357) – 1 szt.
- ultratermostat FUNGILAN EAGLE 150-B9, SN: F10005732 – 1 szt.
- przewody elastyczne – 2 szt.
- zacisk laboratoryjny pojedynczy – 1 szt.
- zacisk laboratoryjny podwójny – 1 szt.
- uchwyt laboratoryjny – 2 szt.
- cylinder miarowy – 1 szt.
- areometr bez termometru 0.8-0.9 [g/cm³] – 1 szt.
- stoper QC PASS – 1 szt¹.

Wyposażenie dodatkowe (zmagazynowane):

- kluczyk i zestaw 6 kulek do aparatu Höpplera (w pudełku) FUNGILAB, SN: FBS 100375 – 1 szt.
- termometr precyzyjny 0-26 [°C] do aparatu Höpplera – 1 szt.
- pudełko na termometr – 1 szt.
- uchwyt do kulek – 1 szt.
- szczotka do mycia rury pomiarowej lepkościerzni – 1 szt.

Procedura standardowego pomiaru lepkości:

1. Sprawdzić i jeśli zajdzie potrzeba poprawić wypoziomowanie aparatu Höpplera.
2. Zmierzyć i zanotować bieżącą temperaturę cieczy T w ultratermostacie; aby uniknąć błędów wynikających ze stosowania różnych mierników, zaleca się wykonanie pierwszego odczytu temperatury później, bezpośrednio po włączeniu sterownika ultratermostatu – temperatura cieczy termostatującej widoczna jest na panelu urządzenia.
3. Odwrócić położenie komory pomiarowej aparatu Höpplera – kulka w rurce pomiarowej zacznie opadać w dół.
4. Rozpocząć pomiar czasu t stoperem w chwili, w której najniższy punkt kulki osiągnie płaszczyznę wyznaczoną przez najwyższy położony znacznik na rurce.
5. Mierzyć czas do chwili, w której najniższy punkt kulki osiągnie płaszczyznę wyznaczoną przez najniższy położony znacznik na rurce (odległość między znacznikami wynosi 100 [mm]).
6. Pomiar powtórzyć trzykrotnie i obliczyć średni czas opadania kulki \bar{t} .
7. Odczytać i zanotować gęstość cieczy ρ_c z areometru znajdującego się w cylindrze zanurzonym w termostacie.
8. Podgrzać badaną ciecz według wskazań prowadzącego – po osiągnięciu zadanej temperatury odczekać 10 minut.
9. Powtórzyć pomiar wg punktów 2-7 dla co najmniej dwóch kolejnych temperatur, tak aby można było zauważyć

1 Stoper współdzielony jest z innymi stanowiskami do pomiaru lepkości.

tendencje zmian lepkości w funkcji temperatury.

10. Określić numer kulki i korzystając z Tabeli 1 zanotować jej parametry.
11. Dla każdej z temperatur obliczyć dynamiczny współczynnik lepkości z formuły (uwaga na jednostki):

$$\mu = K \cdot (\rho_{kulki} - \rho_{cieczy}) \cdot t \quad [\text{mPa}\cdot\text{s}],$$

gdzie:

$$K - \text{stała kulki} \left[\frac{\text{mPa}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^3}{\text{g}\cdot\text{s}} \right],$$

$$\rho_{kulki} - \text{gęstość materiału z którego wykonano kulkę} \quad [\text{g}/\text{cm}^3],$$

$$\rho_{cieczy} - \text{gęstość badanej cieczy} \quad [\text{g}/\text{cm}^3],$$




$$t - \text{zmierzony czas opadania kulki między skrajnymi znacznikami} \quad [\text{s}].$$

12. Dla każdej z temperatur obliczyć współczynnik lepkości kinematycznej ν .
13. Wylączyć ultratermostat i uporządkować elementy stanowiska.
14. Stanowisko należy pozostawić w stanie, w jakim było przed rozpoczęciem ćwiczeń.

Tabela 1: Parametry kul standardowych do aparatu Höpplera

Numer kulki	Material	Gęstość kulki [g/cm ³]	Średnica kulki [mm]	Stała K [mPa·s·cm ³ /(g·s)]	Zakres pomiarowy [mPa·s]
1	szkło borokrzemianowe	2.2	15.81	0.007	0.6 - 10
2	szkło borokrzemianowe	2.2	15.6	0.09	7 - 130
3	Ni-Fe	8.1	15.6	0.09	30 - 700
4	Ni-Fe	8.1	15.2	0.7	200 - 4800
5	stal nierdzewna	7.7 - 8.1	14.0	4.5	800 - 10000
6	stal nierdzewna	7.7 - 8.1	11.0	33	6000 - 75000

Zmiana temperatury pomiaru na ultratermostacie:

1. Włączyć ultratermostat klawiszem 0-1.
2. Przytrzymać 4 sekundy klawisz oznaczony symbolem  – na wyświetlaczu pojawi się aktualna temperatura cieczy w wannie ultratermostatu.
3. Strzałkami <> ustawić żądaną temperaturę (maksymalnie 60°C) i zatwierdzić ją klawiszem .
4. Działanie grzałki sygnalizowane jest migotaniem lampki nad wyświetlaczem.
5. Po osiągnięciu żądanej temperatury lampka się wylączy – pomiar można wykonać po 15 minutach.
6. Po zakończeniu pomiarów przytrzymać 4 sekundy klawisz oznaczony symbolem  – pojawi się napis OFF i sterownik urządzenia zostanie wylączyony.
7. Wylączyć ultratermostat klawiszem 0-1.
8. Stanowisko należy pozostawić w stanie, w jakim było przed rozpoczęciem ćwiczeń.