|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| POLITECHNIKA LUBELSKA  Wydział Elektrotechniki i Informatyki  Informatyka (IIST) | **Labolatorium fizyki**  **Prowadzący: mgr inż. Jakub Grotel** | | |
| Nazwisko i Imię | Semestr  II | Rok akademicki  2022/2023 | Grupa:  IIST 2.5  GL 9 |
| 1. |
| Data wykonania ćwiczenia: | Nr dośw.: |
| Temat ćwiczenia: | | Data oddania sprawozdania: | OCENA: |

1. **Cel i zakres ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynnika lepkości dynamicznej cieczy poprzez zbadanie spadku kul w danej cieczy, podczas ćwiczenia niezbędna jest znajomość prawa Stokesa i definicji lepkości cieczy.

1. **Opis badanego zjawiska fizycznego**

Metoda Stokes'a służy do wyznaczania współczynnika lepkości dynamicznej cieczy. Polega ona na obserwacji ruchu kuli w płynie z określoną prędkością. Jeśli ciało kuliste o promieniu r porusza się przez płyn o lepkości dynamicznej η z prędkością v, to siła oporu, którą płyn wywiera na ciało, jest proporcjonalna do prędkości ruchu i promienia kulki, a odwrotnie proporcjonalna do lepkości cieczy. Wzór:

Wyznaczenie współczynnika lepkości dynamicznej cieczy powyższą metodą polega na pomiarze prędkości spadku kuli w cieczy. Im większa jest lepkość cieczy, tym wolniej spada kula, a siła oporu będzie większa. Metoda jest dokładna dla małych prędkości kul dla laminarnego przepływu cieczy.

Bezpośrednio podczas obliczeń zostaną wykorzystane następujące wzory:  
Wzór na gęstość materiału kulek ρk: gdzie: m – masa N kulek, r – średni promień kulki

Wzór na współczynnik lepkości dynamicznej ηi:

r - promień kulki, ρk, ρc - gęstość materiału kulek i gęstość cieczy, t - czas ruchu jednostajnego,   
s - droga w ruchu jednostajnym, R - promień wewnętrzny cylindra (średni),   
g - przyspieszenie ziemskie.

1. **Stanowisko pomiarowe**

W skład stanowiska pomiarowego wchodzi:

- suwmiarka (0,02 mm)

- mikrometr (0,01 mm)

- waga elektroniczna (0,01 g)

- stoper (0,01 s)

- miarka (1mm)

Oraz cylinder szklany wypełniony olejem w którym opada kulka.

1. **Wyniki ćwiczenia**

Tabela Pomiary danych niezbędnych do obliczenia współczynnika lepkości dynamicznej

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L.p. | s[m] | D[m] | R[m] | d[m] | r[m] | t[s] | ρk [kg/m3] | ρc [kg/m3] | ηi [Pa·s] |
| 1 | 0,355 | 0,0582 | 0,058014 | 0,0058 | 0,0029 | 6,34 | 1249,157447 | 881,2 | 0,1075 |
| 2 | 0,058 | 0,00594 | 0,00297 | 5,15 | 0,0914 |
| 3 | 0,0581 | 0,00598 | 0,00299 | 7 | 0,1258 |
| 4 | 0,058 | 0,00592 | 0,00296 | 5,91 | 0,1042 |
| 5 | 0,0583 | 0,00553 | 0,002765 | 6,87 | 0,1065 |
| 6 | 0,05766 | 0,00597 | 0,002985 | 6,82 | 0,1222 |
| 7 | 0,05812 | 0,00587 | 0,002935 | 6,66 | 0,1156 |
| 8 | 0,0581 | 0,00589 | 0,002945 | 7,56 | 0,132 |
| 9 | 0,05764 | 0,00598 | 0,00299 | 6,81 | 0,1224 |
| 10 | 0,05802 | 0,00594 | 0,00297 | 5,38 | 0,0955 |
| średnia: |  |  |  |  | 0,002941 |  |  |  | 0,1123 |

Tabela Dane wykorzystane do obliczeń w Tabeli 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | masa N kulek [g] | masa N kulek[kg] | ρk | średnie r | π | g[] |
| 100 | 13,31 | 0,01331 | 1249,157 | 0,002941 | 3,1415 | 9,80665 |

Przykładowe obliczenia:

1. **Wyznaczanie niepewności pomiaru**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L.p. | ηi [Pa·s] |  |  |  |  | Δη | η[%] |
| 1 | 0,1075 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 0,0914 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 0,1258 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 0,1042 |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 0,1065 |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 0,1222 |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 0,1156 |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 0,132 |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 0,1224 |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 0,0955 |  |  |  |  |  |  |

Przykładowe obliczenia:

Δη =

η[%] =

1. **Wnioski**

Pomiar lepkości dynamicznej metodą Stokes’a jest nieskomplikowanym technicznie zadaniem. Dużo trudniejsze jest stojąca za nim wiedza teoretyczna oraz obliczenia wraz z wyprowadzanie wzorów. Ćwiczenie wykazało że średnia lepkość dynamiczna oleju wynosi 0,1123 [Pa·s].