

Mechanika płynów  
Laboratorium 01  
Badanie lepkości powietrza

Marcin Fabrykowski  
Kamil Płonka  
Kamil Górczyński  
Jakub Siewierski

6 listopada 2012

# 1 Wstęp teoretyczny

Lepkość jest to opór wewnętrzny płynu, wynikający z powstawania wirów wewnątrz płynu na skutek przekazywania pędu pomiędzy warstwami o różnych prędkościach przepływu.

Aby wyznaczyć teoretyczny współczynnik lepkości, stosujemy wzór na natężenie przepływu:

$$Q = S * v$$

Będziemy badać przepływ przez rurociąg o przekroju kołowym, dlatego pole przekroju przyjmujemy:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Natomiast prędkość maksymalna cieczy w rurociągu wyznaczamy ze wzoru:

$$v = \frac{\Delta p D^2}{4 * 8 * \mu * l}$$

gdzie:

$Q$  - Natężenie przepływu

$S$  - przekrój rurociągu

$v$  - prędkość cieczy

$\Delta p$  - spadek ciśnienia

$D$  - średnica rurociągu

$\mu$  - lepkość płynu

$l$  - długość rurociągu

Podstawiając powyższe równania do wzoru, otrzymujemy:

$$Q = \frac{\pi \Delta p D^4}{128 \mu l}$$

Wyznaczając z powyższego interesującą nas lepkość, otrzymamy:

$$\mu = \frac{\pi \Delta p D^4}{128 Q l}$$

Zauważając, że natężenie przepływu jest równe:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Możemy wykorzystać tę zależność i wstawić wartości, które jesteśmy w stanie zmierzyć prostymi przyrządami. Ostateczny wzór na wyznaczenie lepkości płynu wygląda następująco:

$$\mu = \frac{\pi \Delta p D^4 t}{128 V l}$$

Aby powyższy był prawdziwy, przepływ w rurociągu musi być laminarny. Aby sprawdzić charakter przepływu, należy wyznaczyć *liczbę Reynoldsa*. Liczba ta wyraża się wzorem:

$$Re = \frac{v_{sr} D}{\mu}$$

gdzie:

$Re$  - liczba Reynoldsa

$v_{sr}$  - prędkość średnia cieczy, wyrażona stosunkiem  $0.8v_{max}$

Możemy przyjąć, że dla wartości  $Re < 2300$  przepływ miał charakter laminarny, natomiast w przeciwnym wypadku charakter burzliwy.

## 2 Wykonanie ćwiczenia

Ćwiczenie wykonujemy przepuszczając przez rurociąg pewną objętość płynu, mierząc jednocześnie czas w jakim to nastąpiło oraz spadek ciśnienia w rurociągu na badanym odcinku.

Następnie, wykorzystując wyprowadzone wcześniej wzory, dokonujemy obliczeń lepkości oraz liczby Reynoldsa.

Poniższa tabela przedstawia zmierzone wartości oraz otrzymane wyniki:

L.p	t[s]	$\Delta p$ [Pa]	V[mm <sup>3</sup> ]	$\mu$ [Pa*s]	$v_{sr}$ [m/s]	Re
1	8.1	385	390	$18.1 * 10^{-6}$	6,38	1092,19
2	7.93	373	361	$18.5 * 10^{-6}$	6.03	1007.76
3	8.01	345	343	$18.2 * 10^{-6}$	5.67	964,06
4	8.18	349	348	$18.5 * 10^{-6}$	5.63	940.65
5	8.03	334	330	$18.4 * 10^{-6}$	5.21	917.18
6	8.26	321	325	$18.4 * 10^{-6}$	5.21	874.79
7	7.99	309	306	$18.2 * 10^{-6}$	5.07	860.98
8	8.17	297	301	$18.2 * 10^{-6}$	4.88	828.96
9	7.93	283	280	$18.1 * 10^{-6}$	4.69	801.09
10	8.16	272	275	$18.2 * 10^{-6}$	4.46	757.39
			średnia:	$18.28 * 10^{-6}$		

Przy danych stanowiska pomiarowego:

D=3.1mm

L=1m

Obliczając odchylenie standardowe równe  $0.15 * 10^{-6}$ ,

możemy obliczyć, że ufność obliczonej wartości na poziomie 95% wynosi  $0.096 * 10^{-6}$ ,

co daje nam przedział ufności równy:  $< 18.18 * 10^{-6}, 18.38 * 10^{-6} >$ .

### 3 Wnioski

Otrzymany wynik średni, wynoszący  $18.3 * 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$ , jest większy niż tablicowy, który wynosi  $17.08 * 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$ .

Przypuszczam, że różnica ta wynika z niedokładności pomiarowych spowodowanych niedoskonałym czynnikiem ludzkim odmierzającym czas i/lub mierzącym objętości wody.

Wynik różniący się o 7% możemy uznać za zadowalający

Jako, iż dla każdego pomiaru, liczba Reynoldsa jest mniejsza niż graniczna, tj. 2300, stwierdzamy, że przepływ w każdym przypadku był laminarny, co daje nam podstawy uważać otrzymaną wartość lepkości za prawdziwą.