

Liczba Strouhala -  $Sh$  oznacza stosunek czasu ruchu elementu płynu do całkowitego czasu potrzebnego na przebycie określonej drogi.

Liczba Reynoldsa -  $Re$  wyraża stosunek sił bezwładności do sił lepkości.

Liczba Frouda -  $Fr$  jest miarą stosunku sił ciężkości do sił bezwładności.

Liczba Eulera -  $Eu$  przedstawia stosunek spadku ciśnienia statycznego w strumieniu płynu do ciśnienia dynamicznego.

Liczba Grashofa -  $Gr$  stanowi miarę stosunku sił wyporu do sił lepkości.

Liczba Prandtla jest stosunkiem współczynnika lepkości kinematycznej do współczynnika wyrównania temperatur  $\alpha$ . Można więc liczbę Prandtla traktować jako miarę stosunku przenoszenia ilości ruchu w płynie lepkiem do ilości ciepła w płynie.

Liczba Macha -  $M$  jest miarą stosunku prędkości ruchu elementu płynu do prędkości dźwięku w tym płynie.

## 11.6. ANALIZA WYMIAROWA

### TWIERDZENIE $\pi$

Analiza wymiarowa polega na znajdowaniu bezwymiarowych liczb podobieństwa przez analizę wymiarów opisujących pewne zjawisko. Nadaje się ona szczególnie do stosowania w tych przypadkach, w których nie znane są równania różniczkowe charakterystyczne dla badanego zjawiska.

Zanim przystąpimy do omówienia samej metody analizy wymiarowej określimy najpierw pewne pojęcia przydatne do dalszych rozważań.

#### 11.6.1. POJĘCIE NIEZALEŻNOŚCI WYMIAROWEJ

Niech  $A_i$  będzie wielkością wymiarową,  $a_i$  liczbą rzeczywistą i niech  $b$  będzie dowolną liczbą dodatnią.

Wielkości  $A_1, A_2, \dots, A_k$  nazywamy wymiarowo niezależnymi, jeżeli z równości

$$A_1^{a_1} A_2^{a_2} \dots A_k^{a_k} = b$$

wynika, że

$$a_1 = a_2 = \dots = a_k = 0 \quad \text{oraz} \quad b = f.$$

Zilustrujemy to przykładem. Sprawdzimy, czy długość  $l$  [m], masa  $m$  [kg] i siła  $P$  [N] tworzą układ wielkości wymiarowo - niezależnych

$$[m]^{a_1} \cdot [kg]^{a_2} \cdot [kg \cdot m \cdot s^{-2}]^{a_3} = b.$$

Wykładniki potęg przy [m], [kg], [s] po lewej i prawej stronie ostatniej równości muszą być sobie równe

$$[m]^{a_1+a_3} \cdot [kg]^{a_2+a_3} \cdot [s]^{-2a_3} = [m^0 \cdot kg^0 \cdot s^0],$$

skąd

$$a_1 + a_3 = 0, \quad a_2 + a_3 = 0, \quad -2a_3 = 0,$$

czyli

$$a_1 = a_2 = a_3 = 0$$

oraz

$$b = 1.$$

Każdy układ  $n$  wielkości wymiarowo niezależnych  $A_1, A_2 \dots A_k$  nazywamy układem jednostek podstawowych.

#### 11.6.2. UKŁAD JEDNOSTEK

Jeśli wśród rozpatrywanych wielkości wymiarowych istnieje dokładnie  $k$  wielkości niezależnych, to mówimy, że istnieje  $k$  jednostek. Na przykład w układzie międzynarodowym (SI) jednostek miar przyjęto układ pięciu jednostek podstawowych.

Jeżeli istnieje układ jednostek podstawowych  $X_1, X_2 \dots X_k$ , to każdą wielkość wymiarową można przedstawić w postaci

$$A = b X_1^{a_1} X_2^{a_2} \dots X_k^{a_k}, \quad (11.40)$$

gdzie:  $b$  - jest wielkością bezwymiarową,  
 $a$  - liczbą rzeczywistą.