

### 3.7. RUCH WIROWY

#### 3.7.1. POJĘCIA WSTĘPNE

Ruch wirowy podobnie, jak i ruch potencjalny, jest szczególnym przypadkiem najogólniejszej formy ruchu określonego równaniami (3.10) Cauchy'ego-Helmholtza. Ruch wirowy charakteryzuje się tym, że składowe prędkości kątowej chwilowego obrotu elementu są różne od zera. A więc zgodnie z równaniem (3.9) możemy napisać

$$\omega_x = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) \neq 0,$$

$$\omega_y = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) \neq 0,$$

$$\omega_z = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) \neq 0,$$

zaś

$$\bar{\omega} = \bar{i} \omega_x + \bar{j} \omega_y + \bar{k} \omega_z;$$

$$\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2}.$$

Ruch wirowy określony jest polem wektorowym prędkości kątowej chwilowego obrotu  $\bar{\omega}$ , zwanym polem wirowym.

W polu wirowym rozróżnia się linie wirowe i rurki wirowe.

Linia wirowa (rys.3.21) charakteryzuje się tym, że w każdym swym punkcie jest ona styczna do prędkości kątowej chwilowego obrotu  $\bar{\omega}$  elementu płynu.

Rurka wirowa (rys.3.22) jest to powierzchnia składająca się z linii wirowych, przechodzących przez każdy punkt obwodu C, nie będącego linią wirową.

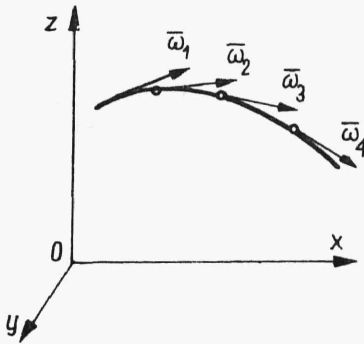
Elementarną strugę (rys.3.23) wirową tworzy objętość płynu zawarta w rurce wirowej o małym obwodzie C.

Równanie linii wirowej ma postać analogiczną do równania linii prądu, a mianowicie

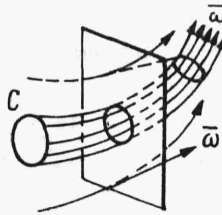
$$\frac{dx}{\omega_x} = \frac{dy}{\omega_y} = \frac{dz}{\omega_z} \quad (3.29)$$

lub w postaci dwóch równań linii wirowej:

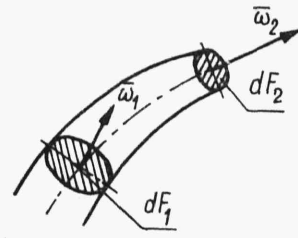
$$\omega_x dy = \omega_y dx; \quad \omega_y dz = \omega_z dy.$$



Rys. 3.21



Rys. 3.22



Rys. 3.23

### 3.7.2. ROTACJA WEKTORA PRĘDKOŚCI

Rotacją wektora prędkości  $\bar{v}$  nazywa się następującą zależność

$$\text{rot } \bar{v} = \left( \frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) \bar{i} + \left( \frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) \bar{j} + \left( \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) \bar{k}. \quad (3.30)$$

Zależność między składowymi rotacji a składowymi prędkości kątowej chwilowego obrotu  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  jest następująca:

$$\text{rot}_x \bar{v} = \frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} = 2\omega_x,$$

$$\text{rot}_y \bar{v} = \frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} = 2\omega_y,$$

$$\text{rot}_z \bar{v} = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} = 2\omega_z.$$