III.2. Ciśnienie i opór ośrodka materialnego.

Ośrodek materialny może być scharakteryzowany przez chaotyczny ruch cząstek tworzących ten właśnie ośrodek, zwany dalej w skrócie **M-space**. Można przyjąć, że średnia wartość prędkości cząstek w ruchu chaotycznym wynosi **w**. Jest to prędkość wzajemna. Natomiast $\lambda = \boldsymbol{invariant}$ jest średnią odległością między cząstkami.

Jeżeli obiekt materialny **O** jest nieruchomy w tak zdefiniowanej przestrzeni, to ze wszystkich stron działają na niego jednakowe siły **D** wynikające z uderzeń cząstek o masach **m**, z pewną charakterystyczną dla danego ośrodka częstotliwością ν.
Według dynamiki Janusza B. Kępki i z zależności **(II.5.1.)**, znajdujemy:

$$\mathbf{D} = \mathbf{i} \cdot \mathbf{w}^2 = \mathbf{i} \cdot \lambda^2 \cdot \nu^2 \qquad (\mathbf{w} = \lambda \cdot \nu)$$

A z powyższego:

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{D}}{\lambda^2} = \mathbf{i} \cdot \nu^2 \qquad \textbf{(III.2.1.)}$$

co definiuje ciśnienie **p** proporcjonalne do kwadratu częstotliwości ν.
Jest to ciśnienie jakie ze wszystkich stron wywiera ośrodek na ciało nieruchome w tym ośrodku.

Jeżeli jednak obiekt **O** porusza się w **M-**space ze stałą prędkością $\mathbf{v} =$ **constant,** to względem tego obiektu zmieniają się prędkości cząstek oraz częstotliwości ich uderzeń.
Tym samym, zmienia się ciśnienie:

$$\mathbf{p_r} = \frac{\mathbf{D_r}}{\lambda^2} = \mathbf{i} \cdot \mathbf{f}^2 \qquad \textbf{(III.2.2.)}$$

Z powyższych zależności wprost wynika, że wartość ciśnień **p** oraz $\mathbf{p_r}$ jest proporcjonalna do masy **m** cząsteczek danego ośrodka materialnego.

Pomijając bardziej szczegółową dyskusję, należy zwrócić uwagę, że „widziana" odległość λ miedzy kolejnymi cząstkami uderzającymi w dane ciało, jest niezmiennicza: $\lambda = \boldsymbol{invariant}$, czyli nie zależy od ruchu tego ciała, co jest oczywiste. Natomiast zmienia się prędkość oraz częstotliwość uderzeń tych cząsteczek.
Podobnie jest w przypadku znanego efektu Dopplera dla poruszającego się obserwatora.
Zwróćmy też uwagę, że powierzchnia λ^2 nie jest dowolnie ustaloną powierzchnią.
A to może prowadzić do trochę innej definicji ciśnienia, a podawanej w podręcznikach.
W nowej wersji definicji ciśnienia należy uwzględniać gęstość danego ośrodka materialnego, czyli uwzględniać średnią wzajemną odległość λ między cząsteczkami danego ośrodka.
Ciśnienie ma charakter dynamiczny, zgodnie z zależnościami **(III.2.1.)** oraz **(III.2.2.)**.
Z zależności tych, znajdujemy:

$$\mathbf{p_r} = \mathbf{p}\frac{\mathbf{f}^2}{\nu^2} = \mathbf{p} \cdot \mathbf{K_r^2} \qquad \textbf{(III.2.3.)}$$

oraz

$$\Delta\mathbf{p} = (\mathbf{p_r} - \mathbf{p}) = \mathbf{p}(\mathbf{K_r^2} - 1) \qquad \textbf{(III.2.4.)}$$

W powyższych dwu zależnościach (porównaj z transformacją **(IX.1.1.)**):

$$\mathbf{K_r} = \frac{\mathbf{f}}{\nu} = \beta_r \cos\delta + \sqrt{1 - \beta_r^2 \sin^2\delta} \qquad \textbf{(III.2.5.)}$$

gdzie: $\boldsymbol{\beta}_\mathbf{r} = \dfrac{\mathbf{v}}{\mathbf{w}}$;

v – prędkość ciała w danym ośrodku materialnym;
w – średnia prędkość cząstek ośrodka w ruchu chaotycznym tych cząstek;
$\boldsymbol{\delta}$ – „widziany" kierunek ruchu cząstek danego ośrodka względem osi ruchu **v** ciała poruszającego się w tym ośrodku.

Należy mieć na uwadze, że prędkość **v** obiektu w danym ośrodku materialnym odnosi się do średniej prędkości **w** cząstek danego ośrodka w ich ruchu chaotycznym: $\boldsymbol{\beta}_\mathbf{r} = \mathbf{v} / \mathbf{w}$.

Rozkład kątowy ciśnień $\mathbf{p}_\mathbf{r}$ oporu ośrodka w funkcji kąta obserwacji $\boldsymbol{\delta}$ w układzie obserwatora (ciała poruszającego się w tym ośrodku), został przedstawiony na poniższych rysunkach.

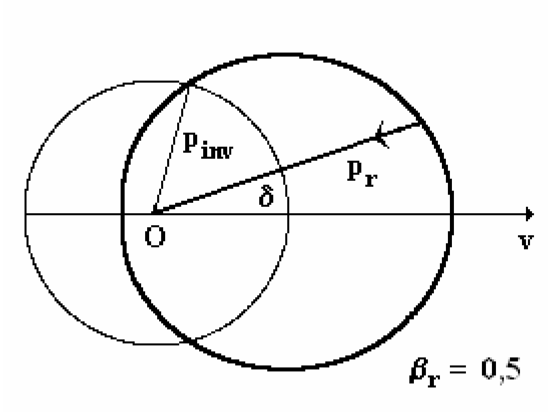

Fig. III.2.1. Rozkład kątowy ciśnień $\mathbf{p}_\mathbf{r}$ według zależności **(III.2.3.).**

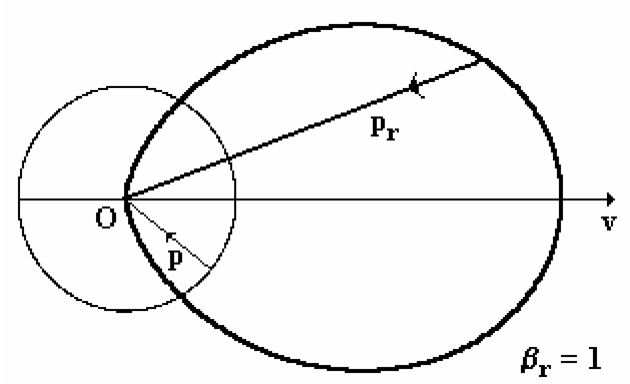

Fig. III.2.2. Rozkład kątowy ciśnień $\mathbf{p}_\mathbf{r}$ dla prędkości krytycznej $\boldsymbol{\beta}_\mathbf{r}$ **= 1.**