

2.2.8. Ruch medium roboczego

W maszynach przepływowych, których funkcja polega na zmianie energii czynnika roboczego (np. sprężarki, pompy, dmuchawy wentylatorów), bądź wykorzystaniu energii czynnika (np. turbiny, układy pneuma hydrauliczne a nawet silniki spalinowe) ogólna zasada pracy polega na tworzeniu lub wykorzystywaniu niejednorodnego rozkładu prędkości i ciśnienia czynnika.

Ten proces ukierunkowanego tworzenia niejednorodności odbywa się w przestrzeniach roboczych maszyn w stałej interakcji trzech podstawowych elementów maszyn przepływowych: 1) korpusu, czyli obudowy przestrzeni roboczej maszyny, 2) czynnika roboczego (ciecz, gaz), 3) części ruchomej w postaci wirnika lub tłoka. Każda więc zmiana energii czynnika, w szczególności jego ciśnienia i/lub prędkości jest w taki sam sposób odbierana przez korpus i organ ruchomy maszyny. Z mechaniki płynów wiadomo, że jeśli w strudze czynnika porusza się ciało ze względną prędkością $V(t)$ to ciśnienie na nie działające wyniesie:

$$p(t) = p_{st} + \rho \frac{V^2(t)}{2} = p_{st} + \rho \frac{[V_0 + \bar{V}(t)]^2}{2} \quad (2.5)$$

gdzie: p_{st} = ciśnienie statyczne w strudze, $V(t) = V_0 + \bar{V}(t)$ = chwilowa wartość prędkości rozpatrywanego elementu strugi ze składowe pulsacyjne $V(t)$, ρ = gęstość czynnika roboczego.

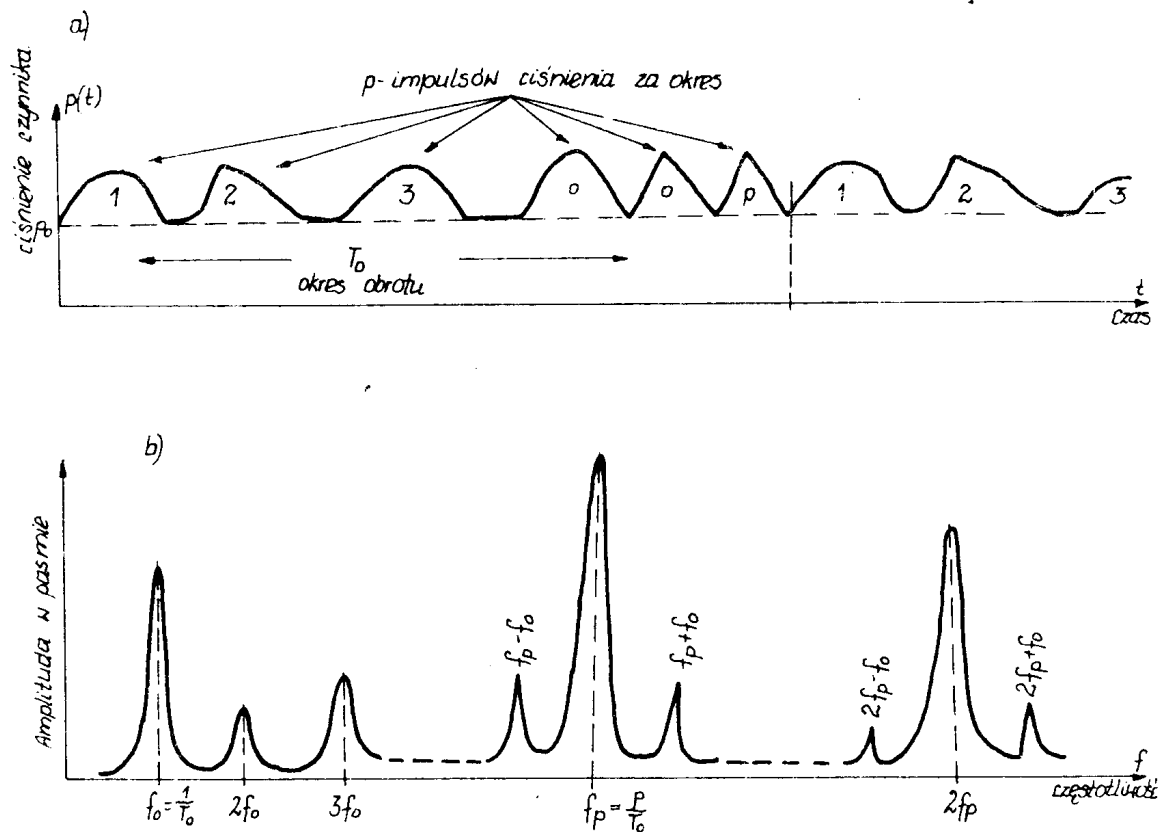
Składowa pulsacyjna $V(t)$ powstaje w maszynach przepływowych jako efekt: ruchu palisady łopatek, ruchu tłoka, otwierania i zamykania przestrzeni roboczych itp. W zależności od sposobu działania maszyny może ona być jedyne składową prędkością czynnika. Jak np. w maszynach tłokowych, bądź może modulować składowe jednostajnego ruchu czynnika V_0 . W każdym jednak przypadku konstrukcyjnego sposobu działania maszyny istnieje licząca się składowa pulsacyjna, która pobudza do drgań elementy ruchome i nieruchome maszyny przepływowej. Stąd też również każde odchylenie od projektowanego przebiegu pulsacji $\Delta V(t)$, wynikające z odchyłek produkcyjno-montażowych (np. nierównomierny skok łopatek wirnika), czy też z powodów eksploatacyjnych (np. wyłamanie zmęczeniowe, erozja łopatki, zużycie zaworu itp.), zmieni przebieg wymuszenia i drgań elementów stałych i ruchomych maszyny. Struktura widmowa wymuszenia i drgań w maszynach przepływowych jest bardzo złożona i najlepiej wymuszenie to rozpatrywać jako okresowy ciąg impulsów wynikający z liczby p łopatek (cylindrów), itp. powtarzany z okresem obrotu wirnika bądź wału korbowego

(rys.2.10a). Sąsiednie impulsy w ramach okresu $T = \frac{2\pi}{\omega}$ są tutaj podobne lecz nieidentyczne.

Stąd częstotliwością podstawowe jest $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{T_0}$ kolejnymi harmonicznymi, aż do

częstotliwości łopatkowej $f_p = pf_0$ i jej kolejnych harmonicznymi $f = lpf_0$ $l = 1, 3, \dots$,

tak jak na rysunku 2.10b. Generalnie można powiedzieć, że im bardziej impulsy $1 \dots p$ są do siebie podobne w okresie T_0 , tym bardziej w widmie dominują wyższe harmoniczne częstotliwości f_p . Jeśli Jeszcze ciąg podobnych impulsów zbliża się do przebiegu typu $\sin p \omega_0 t$ lub $\cos p \omega_0 t$, to wyższe harmoniczne f_p zanikają i pozostaje jedynie częstotliwość związana z liczbą łopatek lub cylindrów.



Rys.2.10. Ciąg impulsów okresowych pulsacji medium w maszynach przepływowych (a) i jego charakterystyka widmowa (b)

Jest oczywiste, że tak uogólniona charakterystykę wibroakustyczną można zastosować również do maszyn tłokowych i silników spalinowych. W silnikach dwusuwowych i pompach okres podstawowy będzie odpowiadał jednemu obrotowi wału. natomiast dwom obrotom w silnikach czterosuwowych.