

Przepływ cieczy przez wirnik pompy odśrodkowej

11

11.1. Geometria przepływu, trójkąty prędkości przy nieskończonej liczbie łopatek

11.1.1. Wprowadzenie

Rozpatrzmy szczegółowo przepływ cieczy przez wirnik, w którym cząsteczki cieczy poruszają się odśrodkowo w płaszczyznach prostopadłych do osi obrotu wirnika, wzajemnie do siebie przystających. Założymy ponadto, iż przy nieskończonej liczbie łopatek wszystkie cząsteczki poruszają się po torach bezwzględnych (w stosunku do kadłuba) oraz po torach względnych (w stosunku do wirnika) do siebie przystających, w konsekwencji czego będziemy rozpatrywać ruch tylko jednej cząsteczki cieczy. Zatem wprowadziliśmy jednowymiarowy przepływ przy całkowitej symetrii osiowej ruchu (patrz rozdz. 9).

Musimy jednak pamiętać o tym, że całkowita symetria przepływu — zakładająca równomierny rozkład ciśnień międzyłopatkowych — przeczy, przy skończonej liczbie łopatek, zjawisku oddziaływania momentu obrotowego na ciecz.

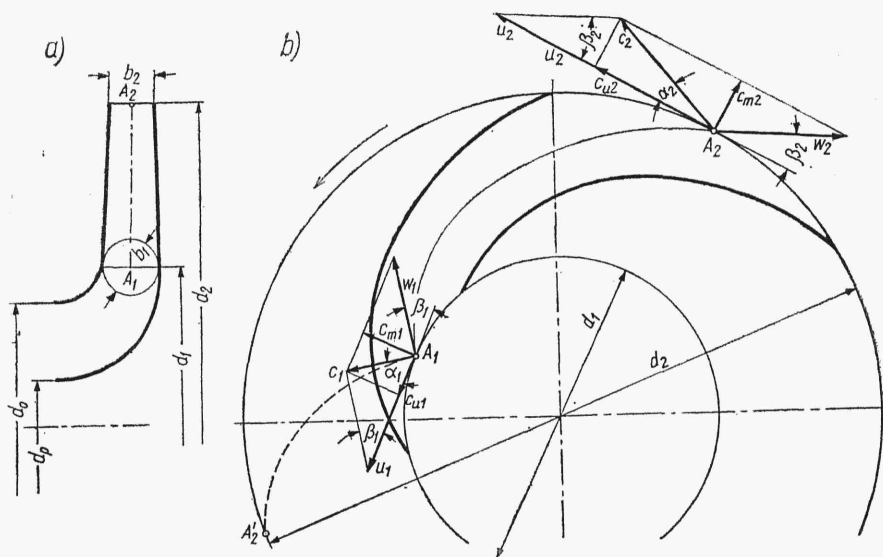
Przepływ rzeczywisty przez wirnik, przy skończonej liczbie łopatek, jest więc ruchem okresowo-symetrycznym względem osi, zaś łopatki stanowią powierzchnie nieciągłości ciśnienia i prędkości.

11.1.2. Wieloboki prędkości przy nieskończonej liczbie łopatek

Weźmy pod uwagę wirnik pompy odśrodkowej przedstawiony na rys. 11.1, obracający się ze stałą prędkością kątową ω . Odróżnimy tu ruch cieczy bezwzględny z prędkością c , w odniesieniu do nieruchomego układu, np. kadłuba pompy i ruch względny z prędkością w , w odniesieniu do ruchomego układu wirnika. Torem bezwzględnym ruchu jest linia $A_1 A'_2$, zaś torem względnym ruchu cząsteczki linia $A_1 A_2$. Podstawowe wymiary wirnika oznaczono na rys. 11.1.

Prędkości bezwzględne na wlocie c_1 i na wylocie c_2 są wypadkowymi prędkościami unoszenia (obwodowe) $u_1 = r_1 \omega$ i $u_2 = r_2 \omega$ oraz prędkości względnych w_1 i w_2 .

Te same prędkości bezwzględne możemy rozłożyć na składowe południkowe c_{m1} i c_{m2} oraz obwodowe c_{u1} i c_{u2} . Kąty α_1 i α_2 określają nachylenie wektorów prędkości

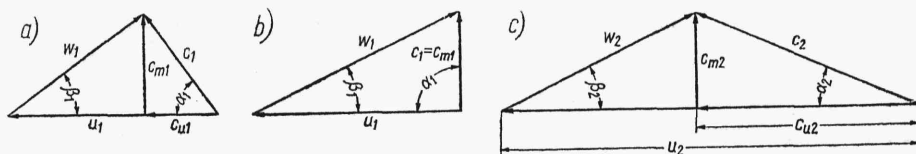


Rys. 11.1. Przepływ cieczy przez wirnik pompy odśrodkowej: a) przekrój południkowy (merydionalny), b) przekrój osiowy; A_1A_2 — tor względny, A_1A_2' — tor bezwzględny cząsteczki cieczy

kości bezwzględnych \vec{c}_1 i \vec{c}_2 do prędkości unoszenia \vec{u}_1 i \vec{u}_2 , zaś kąty β_1 i β_2 nachylenie wektorów prędkości względnych \vec{w}_1 i \vec{w}_2 do kierunku unoszenia. β_1 i β_2 są jednocześnie kątami nachylenia łopatek na wlocie i wylocie wirnika.

W większości przypadków $\alpha_1 = 90^\circ$, tzn. że ciecz dopływa do wirnika bez zawrota. Wtedy $c_{u1} = 0$ i c_1 pokrywa się z c_{m1} .

Zwykle stan ruchu na wlocie i wylocie wirnika ilustruje się za pomocą trójkątów prędkości (rys. 11.2).



Rys. 11.2. Trójkąty prędkości: a) na wlocie przy $\alpha_1 < 90^\circ$, b) przy $\alpha_1 = 90^\circ$, c) na wylocie z wirnika

11.2. Teoretyczna wysokość podnoszenia przy nieskończenie wielkiej liczbie łopatek

Wzory określające wysokość podnoszenia zostały wyprowadzone w p. 9. Znajdują one zastosowanie do pomp odśrodkowych w niezmienionej postaci, a mianowicie

$$H_{th\infty} = \frac{1}{g} (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}) \quad (11.1)$$

oraz w przypadku $\alpha_1 = 90^\circ$; $c_{u1} = 0$, wtedy

$$H_{th\infty} = \frac{1}{g} u_2 c_{u2} \quad (11.2)$$