

JERZY SZYMAŃSKI
Katedra Mechaniki Technicznej

STOSUNEK WZAJEMNY PRĘDKOŚCI WZGLĘDNYCH w_1/w_2
U WLOTU I WYLOTU Z WIRNIKA W POMPIE WIROWEJ ODŚRODKOWEJ

Streszczenie. Artykuł wyjaśnia zagadnienie wzajemnego stosunku prędkości względnych w_1/w_2 przy przepływie cieczy przez wirnik pompy wirowej odśrodkowej.

Literatura fachowa omawia to zagadnienie bardzo ogólnie nie podając przy jakich wartościach wyróżnika szybkoobrotowości n_{SQ} stosunek w_1/w_2 zmienia się od wartości najmniejszej do największej.

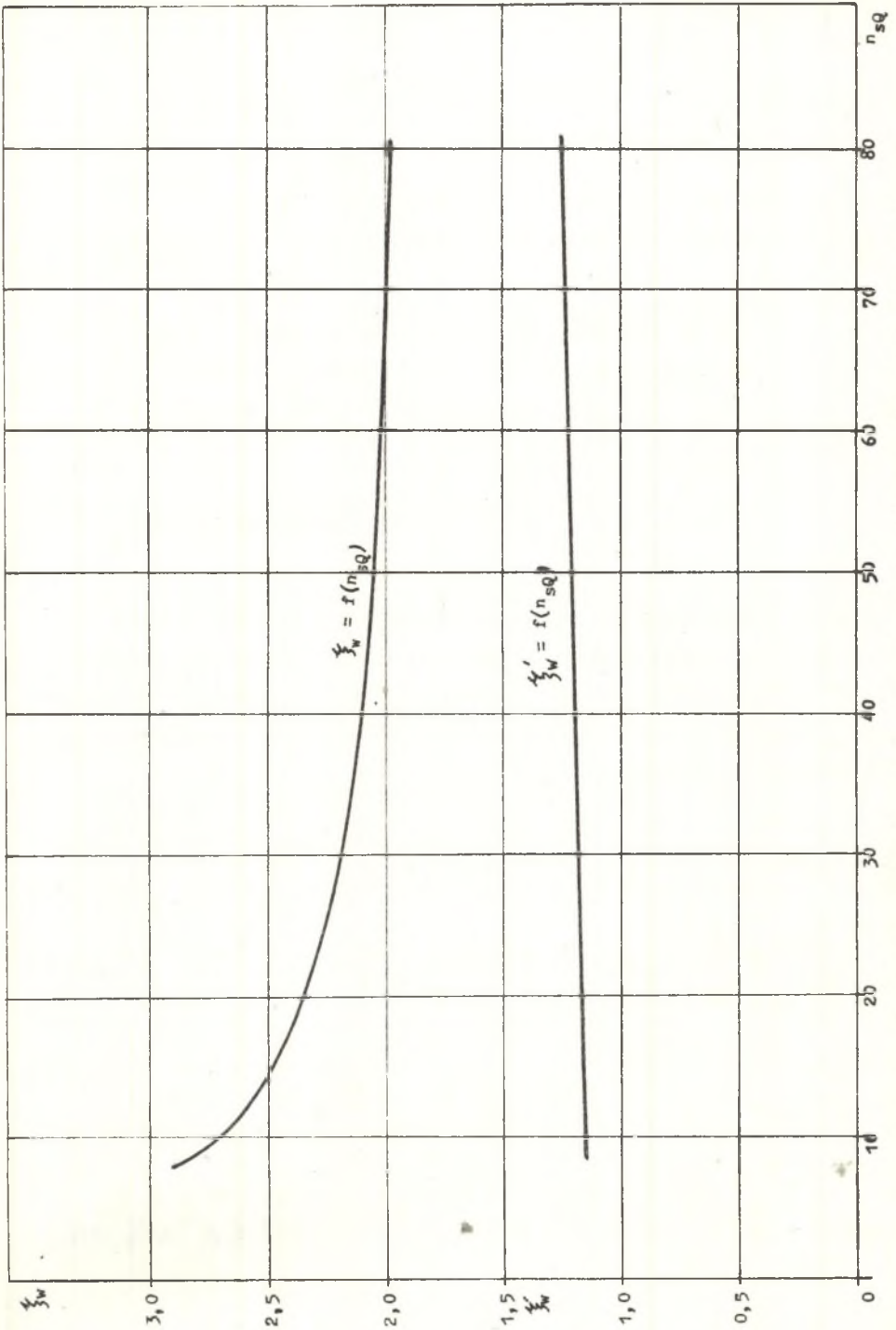
Przepływ cieczy przez kanały międzyłopatkowe wirników pomp wirowych odbywa się od wlotu o promieniu r_1 do wylotu o promieniu r_2 z prędkością zmienną od w_1 do w_2 , co można przedstawić jako $w = f(r)$.

Dla obliczonych parametrów wirnika pompy powinna zachodzić pewna stała wartość stosunku w_1/w_2 jaki wynik współzależności między tymi prędkościami.

Według danych z literatury najkorzystniejszy kształt łopatek wirnika w przypadku zagięcia łoh do tyłu jest wtedy, gdy kąt pokrycia sąsiednich łopatek $\delta = 30 \div 45^\circ$, przy kącie rozchylenia kanału nie przekraczającym $\sim 14^\circ$. Dla tych warunków stosunek prędkości w_1/w_2 powinien wynosić $1,15 \div 1,25$ względnie $1,2 \div 1,25$.

Przeprowadzone obliczenia pomp wirowych odśrodkowych z wirnikami o jednostronnym wlocie typu N jak i bliźniaczymi typu ND tak dla grupy o 2900 obr/min jak i dla grupy o 1450 obr/min, skonstruowanych przez Dział Pomp CBKM w Bytomiu, nie potwierdziły tego założenia. Okazało się, że stosunki prędkości $\xi_w = w_1/w_2$ dla badanych wirników zmieniają się od 2,8 do 2 w granicach od najmniejszej wartości $n_{SQ} = 8,2$ do wartości $n_{SQ} = 82$ największej dla pomp odśrodkowych.

Natomiast stosunki prędkości $\xi_w = w_1/w_2$ odpowiadające zmianom prędkości w_2 na w_2' na skutek odejścia strugi od łopatek wirnika zmieniają się od 1,16 do 1,25 dla tych samych grup wirników.



Rys. 1. Stosunki prędkości $\xi_w = w_1/w_2$ i $\xi'_w = w_1/w_2$ jako funkcja n_{sq}

W związku z powyższym podane w literaturze granice stosunków prędkości względnych $\xi_w = 1,15 \div 1,25$ mogą odnosić się do pomp wirowych odśrodkowych po uwzględnieniu zmiany wartości prędkości względnej u wylotu z wirnika z w_2 na w_2' . Stosunek prędkości $\xi_w = 1,2$ do $1,25$ zachodzi tylko przy małych kątach u wylotu z łopatek wirnika $\beta_2 = 20^\circ \div 22^\circ$ i przy stosunkowo wysokich wartościach wyróżnika szybkobieżności $n_{sq} > 360$.

Wykres na rys. 1 przedstawia przebieg zmian stosunków prędkości względnych $\xi_w = w_1/w_2$ i $\xi_w' = w_1/w_2'$ w odniesieniu do n_{sq} dla pomp odśrodkowych.

Potwierdzenie niniejszego rozważania można otrzymać przez obliczenie wartości ξ_w i ξ_w' przy pomocy metody współzależności wymiarowej parametrów wirnika pompy oraz warunku ciągłości przepływu masy ciekłej przez łopatki wirnika, a mianowicie:

$$2\pi r_1 b_1 \varphi_1 w_1 \sin \beta_1 = 2\pi r_2 b_2 \varphi_2 w_2 \sin \beta_2 \quad (1)$$

gdzie:

b_1 i b_2 - szerokości wlotu i wylotu z wirnika,

φ_1 i φ_2 - przesłonięcia wlotu i wylotu z wirnika,

β_1 i β_2 - kąty wlotu na łopatki i wylotu z łopatek wirnika.

Dzieląc obie strony równania (1) przez $2\pi r_1 b_1 \varphi_1 \sin \varphi_1$ oraz przez w_2 , otrzymuje się:

$$\frac{r_2}{r_1} \frac{b_2}{b_1} \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} = \frac{w_1}{w_2} = \xi_w$$

Wprowadzając stosunki bezwymiarowe: $\xi_u = \frac{r_1}{r_2}$; $\xi_b = \frac{b_1}{b_2}$ oraz

$k_\varphi = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}$ otrzyma się

$$\xi_w = \frac{w_1}{w_2} = \frac{1}{\xi_u} \frac{1}{\xi_b} k_\varphi \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} \quad (2)$$

dla normalnego punktu pracy wirnika.

Uwzględniając zjawisko odchylenia strugi przy przepływie przez kanały międzyłopatkowe wirnika i związane z tym zmiany

kąta β_2 na β_2' oraz zmiany prędkości względnej w_2 na w_2' , można równanie ciągłości ruchu napisać w postaci

$$2\pi r_1 b_1 \varphi_1 w_1 \sin\beta_1 = 2\pi r_2 b_2 \varphi_2 w_2' \sin\beta_2' \quad (3)$$

Dzieląc analogicznie jak i poprzednio obie strony równania (3) przez $2\pi r_1 b_1 \varphi_1 \sin\beta_1$ oraz przez w_2' otrzyma się po uproszczeniu

$$\xi_w' = \frac{w_1}{w_2'} = \frac{1}{\xi_u} \frac{1}{\xi_b} k_\varphi \frac{\sin\beta_2'}{\sin\beta_1} \quad (4)$$

W ten sposób otrzymana została współzależność tych samych podstawowych wymiarów wirnika i prędkości względnych przy przepływie przez wirnik o skończonej liczbie łopatek.

Analizując wartości ξ_w ze wzoru (2) oraz ξ_w' ze wzoru (4) można powiedzieć, że $\xi_w > \xi_w'$, gdyż wraz ze zmniejszeniem się kąta β_2 do β_2' wzrasta wartość prędkości względnej w_2 do w_2' przy pozostawieniu nieziennej wartości prędkości względnej w_1 .

Przeprowadzone obliczenia potwierdziły całkowicie omówione powyżej różnice między ξ_w i ξ_w' w odniesieniu do pomp odśrodkowych oraz wskazują na prawidłowość prowadzonego rozumowania.

Bezpośrednią korzyścią jaką może dać konstruktorowi pomp omówione zagadnienie jest uzyskanie sprawdzianu prawidłowego obliczenia stosunku prędkości względnych w_1/w_2 oraz w_1/w_2' przy ustalonej wartości wyróżnika szybkoobrotowości n_{SQ} , co ma wpływ na poprawienie warunków pracy pompy.

LITERATURA

- [1] Breh K., Marcinkowski M.: Bezwymiarowe wyróżniki maszyn przepływowych. Brennstoff-Wärme-Kraft Nr 3 1960 r.
- [2] Lazarkiewicz S., Troskoleński A.T.: Pompy wirowe. PWT Warszawa 1959 r.
- [3] Stepanow A.J.: Centrifugal and axial flow pumps. Wydanie 1, New York 1948 r.

ВЗАИМОТНОШЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ w_1/w_2 У ВХОДА И ВЫХОДА ИЗ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Резюме

В статье выяснен вопрос взаимоотношения скоростей w_1/w_2 при передвижении жидкости через рабочее колесо центробежного насоса. Специалистическая литература разрабатывает этот вопрос в общем, не приводя, при каких величинах коэффициента быстрогоходности n_{SQ} относительность w_1/w_2 меняется от наименьшей до наибольшей.

MUTUAL RELATION OF RELATIVE VELOCITIES w_1/w_2 AT INLET AND OUTLET FROM ROTOR OF ROTODYNAMIC PUMP

Summary

This paper explains the problem of mutual relation of relative velocities when the fluid flows through the rotor of rotodynamic pump. The professional literature treats this problem in a general way, not publishing the values of characteristic speed n_{SQ} when ratio w_1/w_2 changes from minimum to maximum.