

## Теорія і робочі процеси двигунів та енергоустановок

УДК 621.452.3

### МОДЕРНІЗАЦІЯ СТУПІНЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАГНІТАЧА З БЕЗЛОПАТКОВИМ ДИФУЗОРОМ

*К. В. Рябчук, Н. В. Піжанкова*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”*

За допомогою комплексу програм, розробленого на кафедрі Теорії авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету “ХАІ”, спроектовано ступінь відцентрового нагнітача, оснащеною безлопатковим дифузоровим.

На “розрахунковому” режимі ступінь має об’ємну витрату на вході  $Q = 200 \text{ м}^3/\text{хв}$  при частоті обертання  $n = 4800 \text{ об/хв}$  та забезпечує степінь підвищення тиску  $\pi = 1,18$ .

При зміні режиму роботи нагнітача виникає необхідність розробки змінної проточної частини, яка дозволить підвищити напір та об’ємну продуктивність.

Тому метою даної роботи є дослідження можливості модернізації розробленого вихідного ступеню. Одним з шляхів є коригування геометричного кута виходу лопатки робочого колеса  $\beta_{2r}$ .

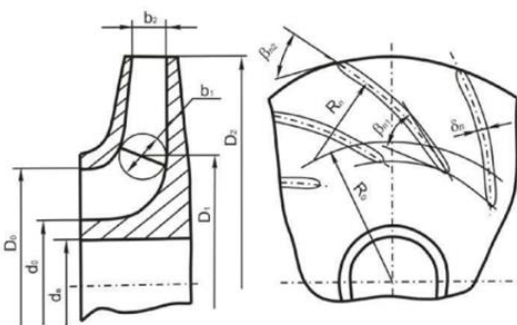


Рис. 1

На рис. 1 наведено геометричні параметри колеса. Лопатки колеса загнуті у напрямку протилежному напрямку обертання. Це забезпечує досить високі значення ККД та запасів стійкості. У вихідному варіанті ступеню кут  $\beta_{1r} = 33^\circ$ , а кут  $\beta_{2r} = 41^\circ$ .

Якщо не враховувати відхилення кутів виходу течії у колесі від геометричних кутів, вважатимемо  $\beta_2 = \beta_{2r}$ .

Тоді збільшення кута  $\beta_{2r}$  призведе до збільшення роботи, яка може бути надана течії за допомогою колеса. В процесі модернізації частота обертання ротора повинна залишатися незмінною.

Згідно рівняння Ейлера для турбомашин:

$$L = C_{2u} U_2 - C_{1u} U_1. \quad (1)$$

Збільшення кута  $\beta_2$  визначає збільшення колової складової швидкості  $C_{2u}$  і, відповідно, при незмінному значенні  $C_{1u}$ , зростання наданої течії роботи  $L$ . Це відповідає збільшенню степені підвищення тиску.



Комплекс програм OCG, розроблений також на кафедрі Теорії авіаційних двигунів, дозволяє виконувати перевірочні розрахунки відцентрових ступенів та отримувати на підставі заданих геометричних параметрів газодинамічні параметри течії на заданому режимі, враховуючи хімічний склад робочого тіла, рівняння стану реального газу та його  $S$  діаграму. У нашому випадку це природній газ з одного з українських родовищ.

За допомогою чисельного експерименту досліджено газодинамічні характеристики 4-х варіантів ступеню: вихідного та ще трьох, геометричні кути  $\beta_{2r}$  яких відрізняються на  $15^\circ$  один від одного у напрямку збільшення.

Ці значення та умовні позначення варіантів надано в таблиці.

Таблиця 1 – Геометричні параметри варіантів ступеня

Величина	Вих. вар. $M_0$	Вар. $M_1$	Вар. $M_2$	Вар. $M_3$
$\beta_{2r}$	$\beta_2 = 41^\circ$	$\beta_{2r} = 56^\circ$	$\beta_{2r} = 71^\circ$	$\beta_{2r} = 86^\circ$

Результати розрахунку характеристик означених варіантів ступеню наведено на рис. 2 і 3 у вигляді залежностей ступені підвищення тиску  $\pi$  та політропічного ККД  $\eta_{\pi}$  від безрозмірного коефіцієнта об'ємної витрати за параметрами течії на вході.

$$\Phi_0 = \frac{4Q}{\pi \cdot D_2^2 \cdot U_2} \quad (2)$$

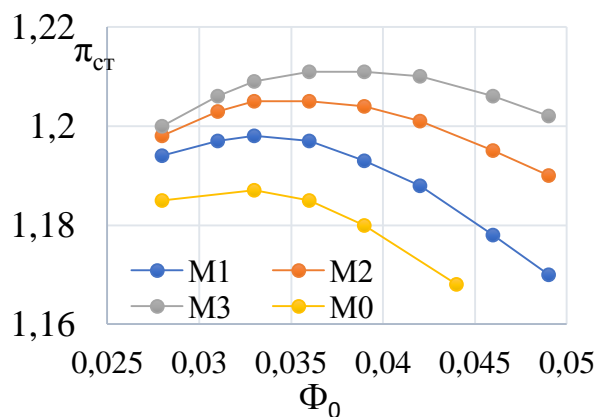


Рис. 2 – Залежність ступені підвищення тиску від коефіцієнту витрати за умовами на вході

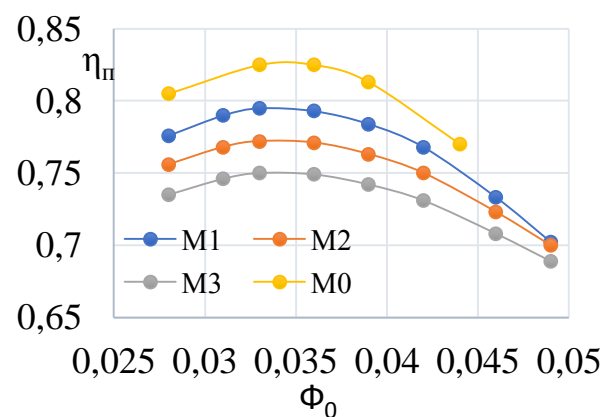


Рис. 3 – Залежність політропічного ККД від коефіцієнту витрати за умовами на вході

З рисунків видно, що збільшення геометричного кута виходу лопатки РК призводить до збільшення ступені підвищення тиску та об'ємної витрати. Однак така зміна  $\beta_{2r}$  веде до зниження значення політропічного ККД за рахунок виникнення додаткових втрат енергії.

Таким чином, чисельний експеримент, що виконано, показує весь спектр значень параметрів ступеню, які можна отримати при перепрофілюванні робочого колеса шляхом зміни кута виходу лопаток та надає проектувальнику можливість обрати значення геометричних параметрів відповідно до зміни режиму роботи нагнітача.