

СИЛОВИЙ АНАЛІЗ ПОВІТРЯНОГО ПОТКУ В МІЖЛОПАТКОВОМУ КАНАЛІ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВЕНТИЛЯТОРА

Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський О.П. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто перебіг повітряного потоку в криволінійному міжлопатковому каналі вентилятора. Сили інерції та тиску що діють на повітряний потік в проточній частині пневматичної системи.

На сьогоднішній день гостро стоїть проблема підвищення продуктивності та ефективності роботи пневматичних сівалок точного висіва для підвищення врожайності просапних культур. Для забезпечення високої точності висіву треба досягти стійкого дозування насіння та швидкості посіву, цього можна досягти за рахунок якісної роботи відцентрового радіального вентилятора (ВРВ). Для покращення якості роботи пневматичної системи сівалки слід більш ретельно підходити до проектування ВРВ [1]. Розглянемо перебіг повітряного потоку в криволінійному каналі використовуючи дві системи координат. Декартова система координат z, r в якій вісь z спрямована вздовж осі симетрії каналу (вісь обертання РК), вісь r спрямована вздовж радіуса РК, вісь u ортогональна осям z та r (рис. 1, а). Криволінійної системи координат sn , розташованої в радіальній площині (на площині uor), де вісь n розташована у напрямку руху повітряного потоку та ортогональна до неї вісь s .

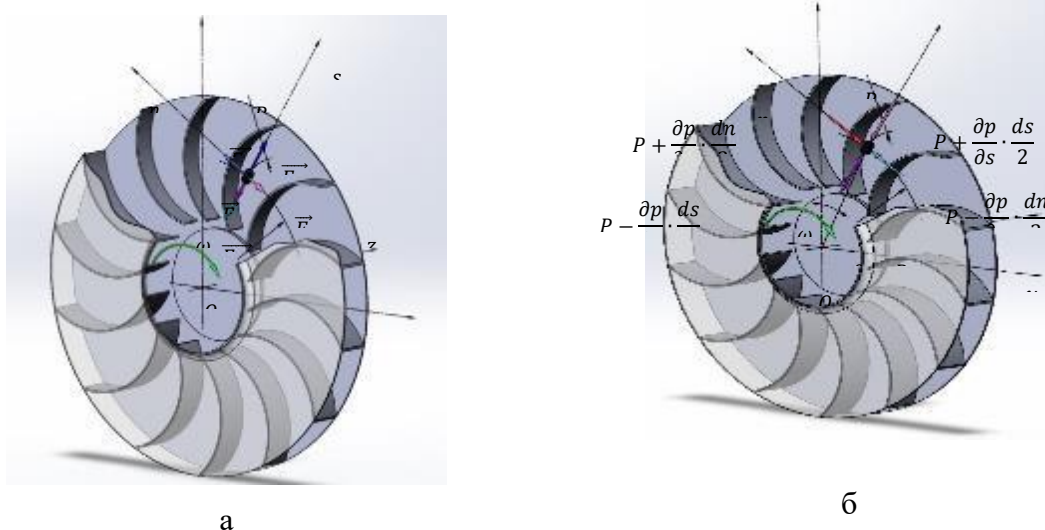


Рис. 1. а – схема впливу сил інерції на повітряний потік на виділений об'єм у міжлопатковому каналі; б – схема сил, що діють на виділений об'єм повітряного потоку виділеного об'єму в міжлопатковому каналі

Для встановлення закономірностей перебігу повітряного потоку розглянемо умову рівноваги частинки повітряного потоку при русі в круговій решітці, що обертається, схема течії повітряного потоку показана на рисунку 1, а [2]. У міжлопатковому каналі виділяємо елементарний об'єм повітряного потоку

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
масою:

$$dm = \rho dn ds db, \quad (1)$$

де ρ – щільність повітряного потоку, кг/м³;

dn – розміри частинки у напрямку осі n ;

ds – розміри частинки у напрямку осі s ;

db – розміри частинки у напрямку осі z .

На виділений обсяг повітряного потоку діє чотири види сил інерції:

– сила інерції, пропорційна прискоренню чи уповільненню потоку у напрямку руху \vec{F}_{lf} ;

– відцентрова сила, пропорційна доцентровому прискоренню при русі в каналі по криволінійній траєкторії \vec{F}_{kk} ;

– відцентрова сила, пропорційна доцентровому прискоренню при обертанні з окружною швидкістю $\vec{F}_c = dm \frac{U^2}{r}$;

– сила інерції, пропорційна коріолісовому прискоренню $\vec{F}_k = dm 2\omega W$.

На виділений об'єм повітряного потоку діють сили тиску – \vec{P}_{in} и \vec{P}_{out} , а також бічні сили вздовж осі s див. рис. 1, б [3]. Сума сил інерції, що діє на виділений об'єм, врівноважується сумарною силою тиску на її поверхнях з умови рівноваги частинок повітряного потоку під дією сил інерції та градієнтів тиску:

$$d\vec{P}_\partial = d\vec{F}_{kk} + d\vec{F}_k + d\vec{F}_c, \quad (2)$$

Швидкість перебігу повітряного потоку в міжлопатковому каналі, швидкість транзитного потоку, визначали при позитивному напрямку осі s від передньої до задньої поверхні лопаток, за умови рівноваги в цьому напрямку:

$$\frac{\partial P}{\partial s} ds dn db = \rho ds dn db \left[\frac{W^2}{R} + \frac{U^2}{r} \cos \beta - 2\omega W \right]. \quad (3)$$

де $\frac{\partial P}{\partial s} ds$ – різницю тиску на поверхні $dn db$.

Перетворюючи рівняння (1.03) градієнт тиску по осі s :

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial s} = \frac{W^2}{R} + \frac{U^2}{r} \cos \beta - 2\omega W, \quad (4)$$

Рівняння рівноваги у напрямку руху, у напрямку осі n :

$$\frac{\partial P}{\partial n} ds dn db = \rho ds dn db \left[\omega^2 r \sin \beta - W \frac{dW}{dn} \right]. \quad (5)$$

де $\frac{\partial P}{\partial n} dn$ – різницю тиску на поверхні $ds db$.

Рівняння руху виділеного об'єму повітряного потоку вздовж каналу РК, переписали з погляду руху від внутрішнього діаметра до зовнішнього вздовж осі n :

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial n} = \omega^2 r \sin \beta - W \frac{dW}{dn}, \quad (6)$$

де $\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial n} = dh_p$ – питома робота стиснення повітряного потоку при переміщенні її до периферії на відстань dr ;

$\omega^2 r = dh_u$ – динамічний натиск від обертання РК;

$W \frac{\partial W}{\partial n} = dh_d$ – динамічний натиск у відносному русі [2].

Вирішуючи рівняння (3) та (4) визначили рівняння для відносної швидкості вздовж осі s :

$$\frac{\partial W}{\partial s} = 2\omega - \frac{W}{R}, \quad (7)$$

Аналізуючи отримані рівняння (4) і (5) можна зробити висновки про поведінку повітряного потоку під час руху вздовж проточної частини каналу.

Рівняння Бернуллі для відносного руху в інтегральному вигляді набуває вигляду:

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho_{cp}} = \frac{W_1^2 - W_2^2}{2} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2} + h_\gamma, \quad (8)$$

Повний тиск у відносному русі:

$$P_v = P_{sv} + \rho_{cp} \frac{W^2}{2}. \quad (9)$$

Отже, для якісного проектування ВРВ та пневматичної системи сівалки важливе значення займає розуміння процесів, що відбуваються в міжлопатковому каналі вентилятора, як впливають сили інерції, відцентрові сили та сили тиску.

Список використаних джерел

1. Anderson, J. D. Jr. (1995). Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. New York: McGraw-Hill.
2. Kornev N. Mathematical Modeling of Turbulent Flows. Rostock, 2013, 121 p.
3. S. L. Dixon, C. A. Hall, Fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK: Sixth edition, 2010.

УДК 631.362.3

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СУМІШЕЙ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Мельник В.І. д.т.н., проф., Ільїн О.А. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Наведено методи аналізу якості сумішей матеріалів з їх характеристикою та запропоновано спосіб для аналізу

Відбувається поділ на дві групи методів, за допомогою яких проводиться кількісний аналіз зразків суміші сипучих матеріалів, склад яких визначають пропорції ключового інгредієнта.

Першу групу методів складають гравіметричні методи, вони створені для