

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ

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

Державний біотехнологічний університет. м. Харків, Україна

Анотація: розглянуто етапи режимів роботи індивідуального відцентрового вентилятора (ІВРВ) для визначення сфери оптимальної роботи системи.

Ключові слова: повітря, лопатки, канали, вентилятор, робоча ділянка.

Завдання при проектуванні вентилятора полягає в тому, щоб досягти високої ефективності за низьких виробничих витрат. Але оскільки при роботі вентилятора частина енергії витрачається на втрати, тому не вдається досягти максимальної ефективності. Ідеальна конструкція робочого колеса – це контур із просторово вигнутими лопатками. Робоче колесо виходить як складальна одиниця, де деталі отримані за допомогою фрезерування або як лита більш економічна деталь. Лопатки робочого колеса мають постійну товщину стінки, які виконані у вигляді лез з круговою дугою, або лопатка з плоскою паралельною опорою та захисним диском.

Вентилятори, що використовуються у сівалці, є частиною всієї пневматичної системи пристрою [1]. Робоча характеристика системи, що складається з ІВРВ, трубопроводів та апарата, що висіває, складається з характеристичних кривих, як показано на рисунку 1.01(а).

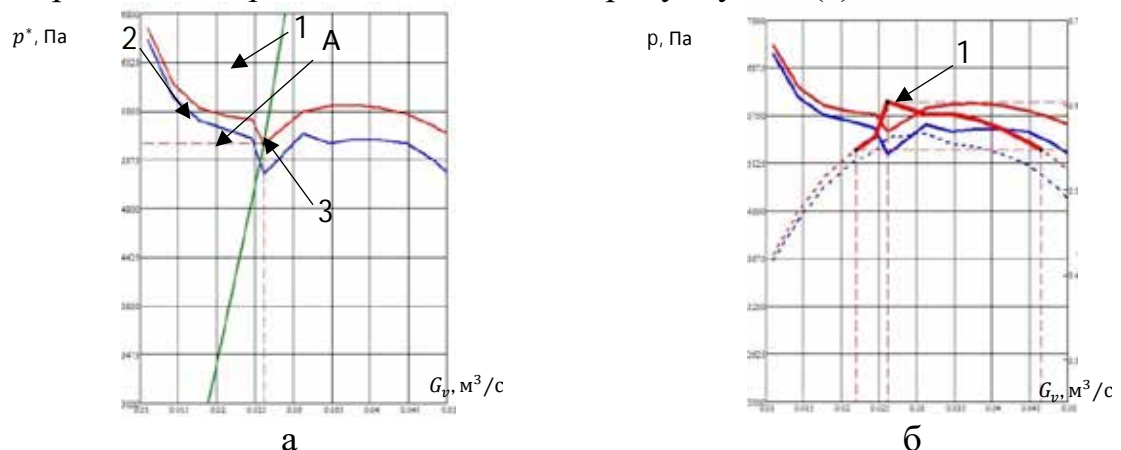


Рис. 1.01 а – характеристика мережі; б – крива характеристики вентилятора з робочою ділянкою

ІВРВ працює в системі трубопроводів та висівного апарату, які мають різну протяжність, яку називають мережею. Мережа має свою характеристику

(на рисунку 1.01 (а) має позначення – 1) - залежність сумарних повних втрат p^* тиску у всіх елементах мережі від витрати G_v повітря в мережі.

Характеристика мережі залежить від щільності повітряного потоку, швидкості перебігу та конфігурації елементів пневматичної системи. Характеристика проєктованої мережі представляє форму параболічної кривої. Режим роботи вентилятора у мережі визначає робочою точкою – точка А перетину характеристик вентилятора 2 та мережі 3. В ідеалі робоча точка знаходиться у зоні максимального ККД [2]. Цю робочу точку також називають номінальною робочою точкою. Можна помітити, що зміна положення робочої точки призводить до зміни ККД вентилятора чи пневматичної системи.

У ІВРВ, що працює з мережею, що приєднується до нього, за робочу ділянку характеристики згідно з дослідженням повинна прийматися та її частина, на якій значення повного ККД вентилятора дорівнює (1.01) []:

$$\eta_{\text{раб.участок}}^* < 0,9 \times \eta_{\text{max}}^*. \quad (1.01)$$

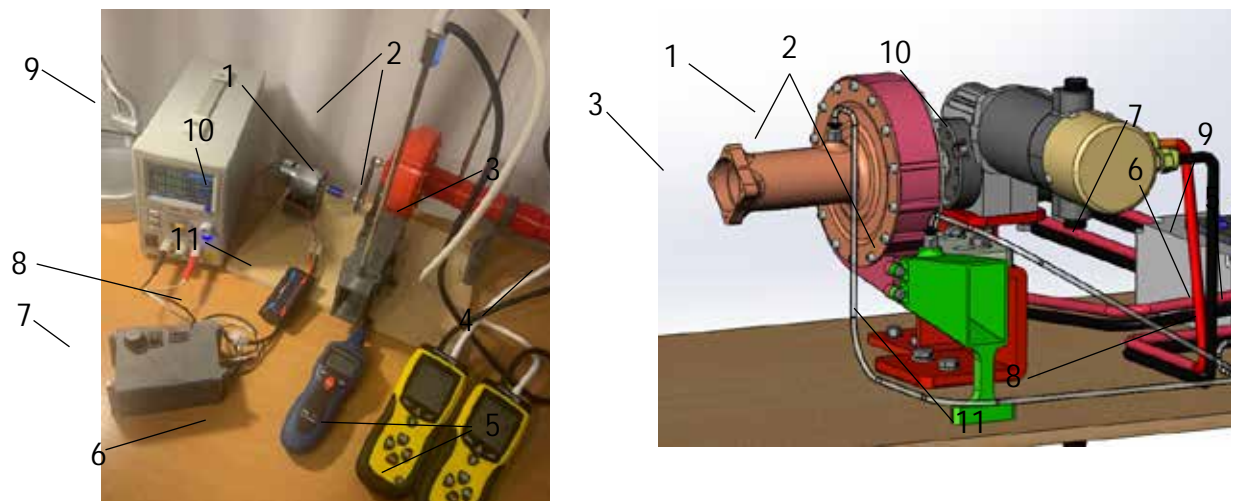
Робоча ділянка характеристики повинна також задовольняти умові забезпечення сталої роботи вентилятора, як показано на рисунку 1.01 (б). Експлуатація вентиляторів при показаннях нижче за рекомендовані не допустима, так як виникає нестійка робота, що виявляється підвищеним звуком, підвищеною вібрацією установки тощо.

Як бачимо на рисунку 1.01 (б) (крива на графіку – 1), крива, що відображає характеристику вентилятора має пік ліворуч від цієї вершини та через зменшення об'ємної витрати потоку повітря всередині робочого колеса відбуваються відриви потоків. Відшарування потоку повітря відбувається в окремих лопаткових каналах робочого колеса, а це призводить до періодичних коливань тиску всередині лопаткових каналів, які, у свою чергу, призводять до виникнення коливань системи – відбувається замикання повітряного потоку. Виникнення високого механічного навантаження на робочому колесі призводить до виникнення явища нестационарного потоку пневматичної системи вентилятора. З цієї причини експлуатацію мережі слід проводити на виділеній на графіку ділянці оптимальної роботи вентилятора. При максимальних значеннях витрати повітря всередині робочого колеса виникає замикання каналу виходу, вентилятор перестає виконувати своє завдання.

При виборі числа лопаток РК перевагу надають простим числам (7, 11, 13, 17, 19, 23 і так далі), що зменшує небезпеку акустичного резонансу через нестационарність потоку, пов'язану з кінцевим числом лопаток.

Ефективність ІВРВ, підключеного до пневматичної системи сівалки, знижується зі збільшенням витрати повітря. Відповідно, статичний тиск системи також знижується [3]. Крім того, конструктивні переваги ІВРВ у порівнянні з одним більшим пристроєм – ВРВ для всієї сівалки очевидні. При використанні ІВРВ блочного типу ми переходимо до контролю роботи вентилятора в області робочої точки тільки для одного апарата, що висіває. Таким чином, ми домагаємося більш стійкої роботи ІВРВ у робочій області. Для створення необхідного тиску в каналах пневматичної системи при зменшенні розмірів РК кутова швидкість обертання зростає. Для зменшення шуму кількість лопаток РК необхідно встановити непарне. При проєктуванні

та експлуатації важливо забезпечити, щоб ІВРВ працював при високих тисках, а корпуси та ущільнення відповідно сприяли цьому [2]. Це, у свою чергу, створює високі статичні та динамічні навантаження на всі компоненти системи. Своєрідна робота апарату, що висіває, може викликати кавітацію, пульсації тиску та призвести до нестійкої роботи системи. Для уникнення цього пропонується зміна конструкції корпусу висівного апарату та встановлення перепускного клапана. Потрібно дистанційно контролювати роботу пристрою, наприклад, за кількома параметрами. Отримана інформація обробляється оператором та приймається рішення щодо якості роботи вузла. ІВРВ не повинен працювати за межами номінального значення робочої точки. Для розуміння областей роботи вентилятора провадиться розрахунок результуючої характеристичної кривої з використанням пакетів прикладних програм програмного комплексу ANSYS та лабораторними дослідженнями. Було запропоновано конструкцію лабораторного стенду для досліджень характеристик різних РК ІВРВ рисунок 1.02.



1 – ІВРВ (робоче колесо та ралик); 2 – трубка Піто; 3 – вхідний трубопровід; 4 – вхідний апарат (Вентурі); 5 – дифманометр; 6 – прилад для вимірювання кількості обертів (тахометр); 7 – регулятор обертів привідного двигуна; 8 – ватметр; 9 – лабораторне джерело живлення; 10 – привідний двигун; 11 – вихідний трубопровід.

Рис. 1.02 – Лабораторний стенд–установка для випробувань ІВРВ

Отже, використовуючи лінійку робочих колес з різними кутами установки лопаток та кількістю, проведено випробування на різних режимах роботи нашого агрегату, що дало можливість встановити оптимальну ділянку роботи вентилятора.

Список використаних джерел

1. 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.

2. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // La Recherche Aérospatiale. 1994. N 1. P. 5–21.
3. Schlichting, H., & Gersten, K. (2017). Boundary-Layer theory (9th ed.). Berlin: Springer-Verlag, 805 p.