

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

*XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
117-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)*

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

*22-23 лютого 2024 року
м. Київ*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

420УДК 631.331

ПОЛПШЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАПІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

О. П. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, аспірант,
Харківський державний біотехнологічний університет,
ORCID: 0000-0001-9819-9086,
E-mail: alexey2009mkh@gmail.com

Аналітичне дослідження енергетичних характеристик відцентрового радіального вентилятора (ВРВ) за допомогою програмних комплексів та пакетів CFD. Тривимірне моделювання перебігу повітряного потоку повітря в проточній частині вентилятора суттєво спрощують проектування та удосконалення пневматичної системи сівалки точного висіву. Використовуючи програмні комплекси ANSYS CFX та SOLIDWORKS було проведено численне моделювання газодинамічних процесів, які відбуваються у ВРВ, для отримання оптимальної конструкції. За допомогою цих комплексів досліджується робота ВРВ при проходженні через проточну частину ідеального, не стисливого середовища, з використанням моделі турбулентності $k - \varepsilon$, $k - \omega$, SST для тривимірної течії. За результатами аналізу досліджень були зроблені рекомендації, щодо удосконаленні конструкції пневматичної системи пневматичної системи сівалки точного висіву.

Розглядаючи пневматичну систему сівалки, важливим вузлом є вентилятор. Від того, який повний тиск він видає залежить успішність роботи всієї пневматичної системи. Метою роботи є дослідження процесу створення повного тиску P_v вентилятором у пневматичній системі сівалки, для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи пневматичної транспортної установки. Програмою дослідження передбачається розробка експериментальної дослідної установки та дослідження її роботи Рис.1. Такий стенд дозволяє знімати виміри параметрів для робочих колес (РК) ВРВ на різних режимах роботи. Вентилятором створюється тиск розрідження, що викликається передачею повітря енергії від робочого колеса (РК), яке обертається. Теоретичний повний тиск P_v , що розвивається вентилятором за

відсутності втрат, визначається за рівнянням Ейлера, що лежить в основі розрахунку всіх видів обертових лопаткових машин [0].

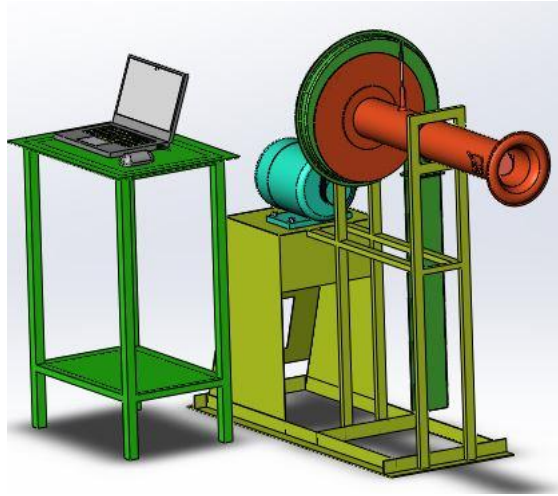


Рис.01 Стенд випробування моделі відцентрового радіального вентилятора.

Розглядаючи рівняння (1) було виявлено, що теоретичний тиск вентилятора

$$P_v = \rho(u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}) \quad (1)$$

залежить не тільки від щільності середовища (ρ – щільність повітря (газу), кг/м^3), а й від окружної швидкості (u_1 та u_2 м/с) та швидкості закручування потоку (c_{1u} та c_{2u} м/с).

Також виявилось, що збільшення величини теоретичного повного тиску P_v вентилятора, виходячи з рівняння (1), можливе в результаті, щоб другий член « $-u_1 c_{1u}$ » став позитивним та арифметичне значення c_{1u} збільшувалося [0]. Щоб цього досягти, в конструкцію потрібно вносити зміни, наприклад встановлення вхідного направляючого апарату (ВНА), який закручуватиме повітряний потік назустріч обертанню РК. Розглядаючи перший член рівняння (1), то при рівних діаметрах коліс та при однаковій окружній швидкості u_2 швидкість закручування c_{2u} у вентилятора з лопатками, загнутими вперед (РК з лопатками загнутими у бік обертання), завжди буде більше за величиною, ніж у вентилятора з лопатками, загнутими назад [0].

Отже, вентилятори з лопатками, загнутими вперед, будуть створювати більший тиск, ніж вентилятори з лопатками, загнутими назад. Для зменшення втрат при вході в РК необхідно згладити повітряний потік, а це досягається завдяки установці кокіля (пристрою, що забезпечує плавний, ненаголошений перехід повітряного потоку у вхідну частину РК). Значить створивши відцентровий радіальний вентилятор з лопатками загнутими вперед, вхідним направляючим апаратом та кокілем на вході дасть більший повний тиск P_v , а відповідно і статичний тиск P_{sv} . Що було доведено в ході математичного моделювання. Проведено регресійний аналіз ВРВ, в результаті чого, було

виведено рівняння регресії, що математично описують всі процеси, які відбуваються в середині вентилятора (4 факторні та 5 факторні експерименти).

$$\hat{Y} = 11370,97 + 1780,91x_1 + 227,78x_2 + 430,28x_3 + 490,34x_1x_2 - 399,66x_1x_3 + 163,47x_1x_4, \quad (2)$$

де \hat{Y} – математичне очікування показника параметра оптимізації (тобто повний тиск P_v); x_1, x_2, x_3 , та x_4 – фактори процесу, що вивчається.

Фактори x_2 та x_3 виражають значення кута входу β_1 та кута виходу β_2 повітряного потоку, а відповідно впливають на значення c_{1u} і c_{2u} . Розглядаючи рівняння регресії, ми бачимо, що для збільшення \hat{Y} необхідно збільшити $x_2 \rightarrow \beta_1$ та $x_3 \rightarrow \beta_2$. Т.е. рівняння (2) підтверджується рівнянням Ейлера (1) [0].

Такий підхід дав можливість на заданих значень факторів, передбачити значення відгуку та отримали можливість спроектувати колесо відцентрового радіального вентилятора. На основі отриманих даних було проведено вдосконалення моделі ВРВ із внесенням конструктивних змін (кут входу потоку, напрямок лопатки, опрацювання проточної частини, зменшення втрат). Як наслідок на основі представленої методики розрахунку газодинамічних параметрів з'являється можливість; оцінити характер перебігу повітря у проточній частині ВРВ; зробити висновки щодо форми та розмірів трубопроводів; оцінити якість проектування самого відцентрового колеса, тобто, кутів установки, розмірів, товщини та кількості лопаток, а також шуму та факторів безпеки [0]. Що в свою чергу дало можливість перейти до виготовлення експериментальної дослідної установки, яка дозволяє проводити знімання параметрів роботи ВРВ, для подальшого удосконалення пневматичної системи сівалки точного висіву. Отже, використовуючи програмні комплекси ANSYS CFX та SOLIDWORKS спрощує моделювання газодинамічних процесів, які відбуваються у ВРВ та на основі отриманих даних за результатами чисельного дослідження, з'являється розуміння, як поводить себе вентилятор у різних виконаннях при різних значеннях витрати повітря G_m . Такий підхід дає можливість наочно представити картину поведінки параметрів, що цікавлять нас, в проточній частині та вплив їх на різні вузли вентилятора та суттєво скоротити витрати на натурних експериментах.

Список використаних джерел

1. Anderson, J. D. Jr. (1995). Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. New York: McGraw-Hill.
2. Schlichting H., Gersten K. Boundary-Layer Theory. Ninth Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017-805 p.
3. Ing. Dr. techn. Back O. Ventilatoren entwurf und berechnung. Halle (Saale) 1955-362 p.
4. Fletcher, A. J. (1988). Computational techniques for Fluid Dynamics. New York: Springer-Verlag: Berlin.