

*К.І. Капітанчук, к.т.н., М.П. Андрійшин, к.т.н., С.А. Якимчук, аспірант
(Державний університет «Київський авіаційний інститут», Україна)*

CFD-аналіз чисельного моделювання аеродинамічних процесів відцентрового вентилятора

Представлено дослідження характеристик відцентрового вентилятора із загнутими лопатками. Проведено чисельне моделювання в програмі Ansys 2025 Student

Відцентрові вентилятори є незамінним елементом у технологічних процесах, де необхідна стабільна подача стисненого повітря у великому об'ємі з певним рівнем тиску. Завдяки безперервному режиму роботи та можливості адаптації до різних умов експлуатації ці пристрої широко застосовуються в різних галузях промисловості. Надійність, ефективність і оптимізована конструкція роблять їх ключовим компонентом вентиляційних, енергетичних і технологічних систем по всьому світу. [1-2]

Метою роботи є чисельне моделювання аеродинамічних характеристик відцентрового вентилятора методом CFD, визначення ключових параметрів, таких як тиск та швидкість потоку, а також виявлення можливостей для покращення його конструкції.

Розрахунок виконувався на основі класичних емпіричних співвідношень теорії відцентрових машин. Форма лопаток була оптимізована для мінімізації втрат енергії та турбулентності. Лопатки мають назад загнуту форму для підвищення загального ККД вентилятора. Проектування профілю виконувалося в середовищі Ansys BladeGen. Дизайн відцентрового вентилятора наведено на рис. 1. [3-5]



Рис 1. Дизайн відцентрового вентилятора

Для аналізу характеристик потоку використовувалося чисельне моделювання в Ansys CFX. Побудовано обчислювальну сітку для входної труби, яка наведена на рис. 2, та робочого колеса відцентрового вентилятора (див. рис. 3).

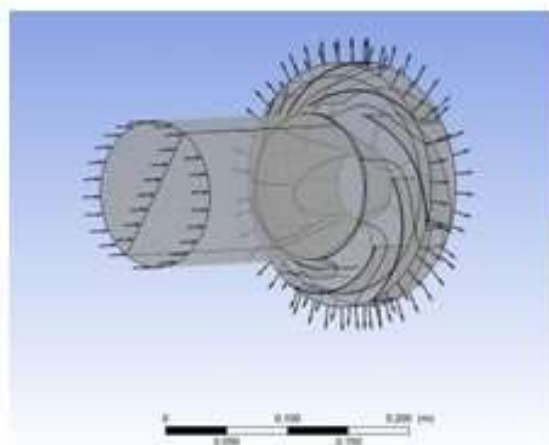


Рис. 4. Візуалізація налаштування граничних умов для чисельного моделювання потоку в Ansys CFX

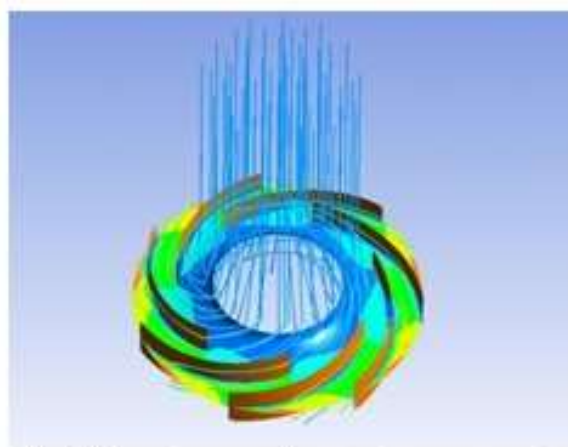


Рис. 5. Розподіл швидкостей та векторів потоку в каналі відцентрового вентилятора

Результати розрахунків представлені у вигляді графічних зображень полів тиску рис. 6 і швидкості рис. 7, що дає змогу оцінити ключові характеристики роботи вентилятора. Перед крильчаткою формується зона зниженого тиску, що забезпечує всмоктування повітряного потоку. Усередині вентилятора відбувається поступове збільшення тиску завдяки відцентрових сил в робочому колесі. На виході з вентилятора тиск досягає максимальних

значень, що відповідає проектним параметрам даного типу вентилятора.

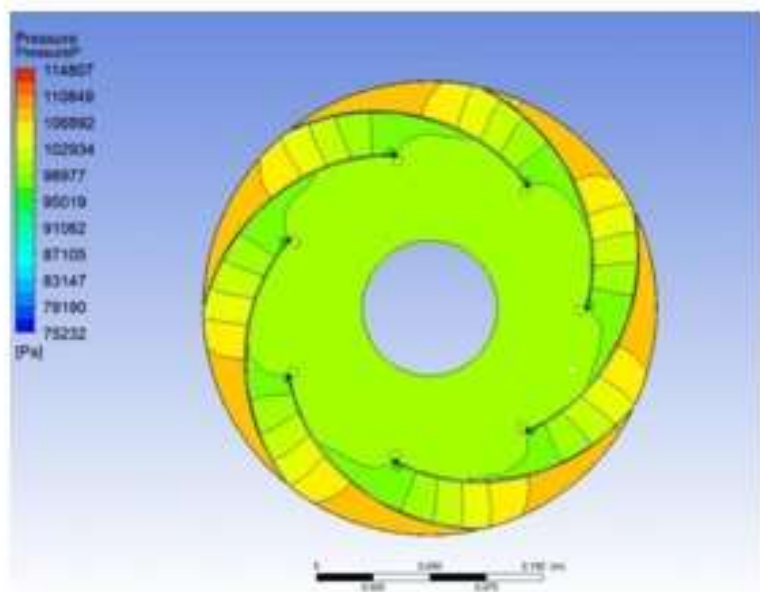


Рис. 6. Графічне зображення полів тиску

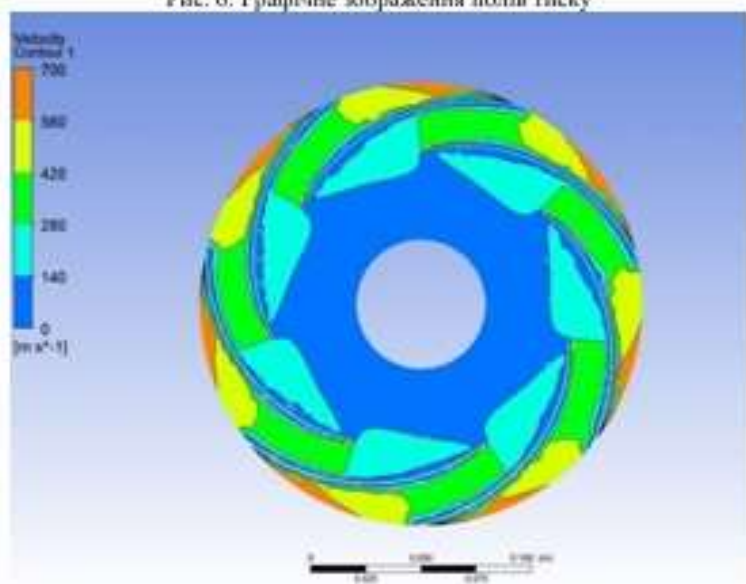


Рис. 7. Графічне зображення полів швидкості

Висновок

Чисельне моделювання аеродинамічних характеристик відцентрового вентилятора методом CFD дозволило отримати детальну картину розподілу тиску та швидкості у робочому об'ємі.

Аналіз показав, що вентиляційній пристрій забезпечує ефективний приріст тиску і швидкості, однак спостерігаються нерівномірності у розподілі параметрів, що може виклимати на можливості оптимізації геометрії робочого колеса та напрямних лопаток. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на покращення ефективності вентилятора за рахунок вдосконалення конструкції

Список літератури

1. Нагнітачі природного газу: підручник / М.С. Кулик, К.І. Капітанчук, М.П. Андрійшин. – К.: НАУ, 2022. – 228 с.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/55906>
2. Підвищення ефективності вентиляційних установок ежекторного типу / П.І. Греков, К.І. Капітанчук, Л.Г. Волинська, В.С. Алпатов // Промислова гідраліка і пневматика. – 2005. – №4(10). – С. 45-49.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39938>
3. Construction of a compressor stage blade row according to the Gas-dynamic calculation / М.Ю. Богданов, П.І. Греков, К.І. Капітанчук, І.О. Ластівка // Наукові технології. – 2012. – №1(13). – С. 5-8.
DOI: [10.18372/2310-5461.13.5009](https://doi.org/10.18372/2310-5461.13.5009)
4. Методика розрахунку поєдраної течії реального газу з використанням газодинамічних функцій / К.І. Капітанчук // Енергетичні установки: матеріали XIII Міжнар. наук.-тех. конф. «ABIA-2017», 19–21 квітня 2017 року, м. Київ: НАУ. – 2017 р. – С. 20.62–20.65.
URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39835>
5. Identification of unsteady effects in the flow through a centrifugal fan using CFD/CAA methods / Pritz, B., Probst, M., Wisniewski, P., Dykas, S., Majkut, M., & Smolka, K. // Archives of Thermodynamics, 2021.
URL: <https://journals.nau.pl/dlibra/publication/139657/edition/122212/content>
6. Design and experimental research of a centrifugal fan with backward-curved blades / Капітанчук, К. І., Андрійшин, М. Р., Якумчук, С. А. // XI Всесвітній конгрес «Авіація в XXI столітті – Бетмена в авіації та космічні технології», 25-27 вересня 2024 року, м. Київ - 2024.
URL: <https://rml.nau.edu.ua/index.php/congress/article/view/19139>
7. Вимірювальний стенд для визначення аеродинамічних характеристик вентиляторів відповідно до стандарту ANSI/AMCA 210-07 / М.П. Андрійшин, К.І. Капітанчук, С.А. Якумчук // XXIV Міжнар. наук.-тех. конф. АС ППІ "Промислова гідраліка і пневматика", 19-20 грудня 2024 року, м. Київ.: матеріали конференції. – 2025. URL: <https://km.kpi.ua/nauka/konferentsiya/>
URL: <http://congress.nau.edu.ua/2024/materialy-kongresu/>
8. Menter, P. SST k-omega Model - CFD Online. Computational Fluid Dynamics Resource, 2021.
URL: https://www.cfd-online.com/Wiki/SST_k-omega_model