

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 та час ($t_{об.мз}$) обертут транспортногo засобу. Дані показники визначаються за відомою методикою із дисципліни «Технологічні системи сільськогосподарських перевезень» [4].

За традиційною схемою збирання зернових для обслуговування групи із годинною продуктивністю 15...20 т/год необхідно 7...9 автомобілів середньої вантажопідйомності в межах 4,5...6 т. Тоді як при застосуванні бункера-перевантажувача їх кількість зменшується щo найменше на 3 автомобілі.

Застосування таких бункерів в збиральному загоні дозволяє підвищити продуктивність кожного комбайна на 22-25 % і тим самим скоротити строки збиральних робіт.

Список використаних джерел

1. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. – Харків. : 2009. – 172с.
2. <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8913-ratsionalni-sposoby-zbyrannia-ozymykh>
3. Збирання зернових та ранніх олійних культур у 2019 році у Запорізькій області: [Рекомендації виробництву] / [Шевченко І. А., Поляков О. І., Журавель В. М. та ін.] // Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, Департамент агропромислового розвитку Запорізької обласної державної адміністрації. Запоріжжя : ІОК НААН, 2019. 28 с.
4. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, №2 (10), – 2018. с. 87-93.

УДК 631.331.420

ЕТАПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ВЕНТИЛЯТОРІ ВИСІВНОГО АПАРАТУ

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

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто етапи застосування програмного комплексу ANSYS для чисельного моделювання газодинамічних процесів, що відбуваються в пневматичній сівалки блочного типу з індивідуальними відцентровими радіальними вентиляторами (ІВРВ).

Використовуючи новітні технології проектування суттєво змінюють спосіб підходу до дослідження та аналізу параметрів повітряного потоку в проточній частині індивідуального відцентрового вентилятора (ІВРВ) висівного апарату [0]. Використовуючи програмний комплекс ANSYS на етапі проектування можна оцінити роботу та конструктивні переваги ІВРВ проти

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
використання централізованого, одного відцентрового вентилятора (ВРВ) для всієї пневматичної сівалки точного висіву.

У ході дослідження були запропоновано такий підхід. Для проведення розрахунків було запропоновано спрощення повітряного потоку, тобто нехтуємо реальними та складними умовами потоку повітря всередині пневматичної системи сівалки. Крім того, не забуваємо, що метод аналітичного проектування має достатню точність лише в області номінальної робочої точки вентилятора. Зауважимо, що характеристика вентилятора при різних значеннях витрати повітря наближена. За допомогою числового методу можливо визначити та оцінити поведінку повітряного потоку вздовж проточної частини пневматичної системи у різних робочих точках. Тому досліджуваний простір повітряного потоку розбивається на кінцеві ділянки та визначаються механічні властивості повітря. До розрахунку залучаються основні математичні рівняння та далі рішення проводять за допомогою інструкції. Таким чином, чисельне рішення описується приблизно до реальних умов потоку повітря. Завдяки цьому процесу точність рішення залежить від вибраних налаштувань та дискретності області рішення. Процес чисельного розрахунку перебігу повітряного потоку всередині пневматичної системи поділено на такі етапи: формування геометрії вузлів, що приймають участь у роботі; графічне зображення вузлів; вибір моделі турбулентності; тимчасова дискретизація з визначенням розв'язуваних систем рівнянь; власне, рішення рівнянь та остаточна перевірка та інтерпретація результатів.

На результати моделювання впливає створена геометрія досліджуваного вузла, обрана модель турбулентності, просторова та тимчасова дискретизація перед реальним розв'язанням систем рівнянь.

Геометрію досліджуваного повітряного об'єму ІВРВ отримуємо з тривимірної моделі САПР. На першому етапі, обсяг повітряного потоку, що проходить через модель досліджуваного вузла пневматичної системи, витягується за допомогою логічного віднімання. Цей процес проілюстрований на рисунку 1, а з використанням робочого колеса та на рисунку 1, б з використанням спірального корпусу (равлика).



Рис. 1. Логічне віднімання об'єму повітряного потоку з об'єму вузла, що спостерігається для створення моделі: а – робочого колеса; б – спіральний корпус равлика.

Першим кроком, є створення закритого твердого тіла, створеного на основі геометрії робочого колеса ІВРВ. Для створення закритого твердого тіла усі вхідні

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
та вихідні отвори робочого колеса закриті, а внутрішні порожнини заповнені. Потім робиться віднімання геометрії робочого колеса з замкнутого твердого тіла. Результат цієї арифметичної операції є простір, через який проходить повітряний потік, рис. 1, а.

Другим кроком, є створення закритого твердого тіла, створеного на основі геометрії спірального корпусу. Результат цієї арифметичної операції є простір, через який проходить повітряний потік всередині спірального корпусу (равлика), рис. 1, б. Такій процедурі піддаються й інші компоненти ІВРВ. Виконується процедура таким чином, щоб домени з'єднання повітряних контурів були геометрично однаковими.

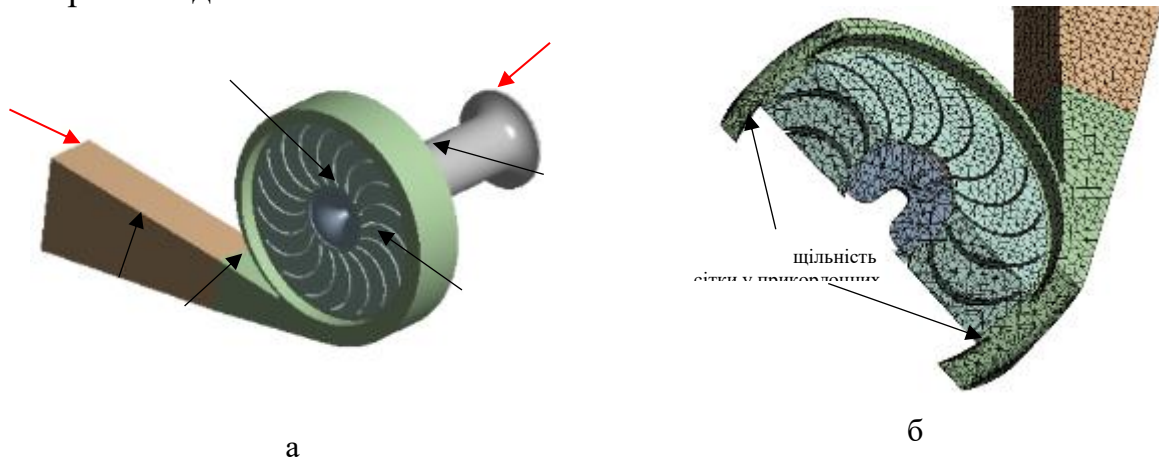


Рис. 2 . а – розрахункова область руху повітряного потоку; б – вид сітки робочої області ІВРВ. 1 – вхідний патрубок; 2 – перехідна деталь РК; 3 – РК; 4 - спіральний корпус (равлик); 5 – вихідний патрубок; INLET – вхідна, гранична поверхня; OUTLET – вихідна, гранична поверхня.

Для точного розрахунку параметрів повітряного потоку область розрахунку повинна бути розширена за рахунок спеціального проектування вхідного та вихідного патрубків (включаючи додаткові обсяги повітря), щоб мати можливість досягти необхідних граничних умов. Результируюча область руху повітряного потоку вздовж проточної частини ІВРВ показана на рисунку 2.

Витрата повітряного потоку вентилятора, що поступає в систему через поверхні - INLET і OUTLET однаковий, згідно закону збереження маси. Після створення досліджуваної області руху повітряного потоку створюється сітка створених об'ємів рис. 2, б. Топологія сітки поділяється на структуровану та неструктуровану. Переваги неструктурованої сітки в тому, що вона найпростіша. Задаються необхідні граничні умови, щоб було розрахувати систему рівнянь Нав'є – Стокса. Щільність сітки в прикордонних шарах збільшена, щоб мати можливість точніше визначати змінні повітряного потоку в цій області. Для вирішення рівнянь Нав'є – Стокса необхідно задати граничні умови. З цією метою на краях розрахункової області – на поверхнях INLET та OUTLET задаємо змінні повітряного потоку. Загалом необхідно уважно стежити за тим, щоб було зроблено правильний вибір збіжності процедури рішення та вказано правильну кількість граничних умов. Неправильно задані граничні умови або призводять до переривання розрахунку, або до фізично непридатних результатів. При

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

проектуванні стикаємося з «умовою прилипання» – в областях повітряного потоку, що безпосередньо межують з геометрією. Це означає, що повітряний потік знаходиться в безпосередній близькості від стіни та рухається зі швидкістю стінки. За наявності суцільної стінки швидкість перебігу повітряного потоку на стінці падає до нуля. Усе це призводить до турбулентності. У рівняння Нав'є – Стокса тиск P використовується лише як похідна. Тому необхідно визначити переважний тиск в одній точці ділянки потоку. Найбільш поширеними моделями турбулентності є модель $k - \varepsilon$, модель $k - \omega$ та модель $k - \omega SST$ (Shear Stress Transport) [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Ці моделі містять емпіричні константи, які можемо вибрати при розрахунку. Модель $k - \varepsilon$ підходить для опису турбулентності, розташованої далеко від стін. Опис турбулентності біля стін – модель $k - \omega$, вона дає найкращі результати. Для чисельного розрахунку вентиляторів $k - \varepsilon$ -модель придатна лише для досліджень в області номінальної робочої точки. Моделювання ІВРВ проводилося використанням виключно моделі турбулентності повітряного потоку $k - \omega - SST$. Модель турбулентності $SST - k - \omega$ поєднує в собі моделі $k - \varepsilon$ і $k - \omega$ і використовує модель $k - \omega$ в шарах, близьких до стіни, і модель $k - \varepsilon$ в шарах, віддалених від стінки [3]. Використовуючи програмний комплекс ANSYS CFX, поставивши граничні умови проводимо розрахунки для отримання характеристик поведінки повітряного потоку в пневматичній системі. Результати аналізу та розрахунку показали, що головним недоліком вентилятора є зниження ККД при нерозрахункових режимах. При зменшенні витрати повітряного потоку в проточній частині вентилятора РК обтікається з позитивним кутом атаки, а при збільшенні витрати з негативним кутом атаки. В результаті при збільшеному витраті, статичний тиск зменшується швидше за природне зниження тиску у зв'язку з нахилом характеристики вентилятора. При зменшеній витраті повітряного потоку статичний тиск спочатку зростає не так швидко, як зростає теоретичний натиск, а потім починає зменшуватися, що викликає неприпустиме, відбувається замикання потоку повітря. Отже, важливим завдання є розширення зони економічної та сталої роботи ВРВ. При зміні стану мережі, що вимагає більшої чи меншої витрати повітряного потоку, характеристика вентилятора змінювалася б таким чином, щоб на новому режимі економічність вентилятора була якомога більшою, а межа замикання потоку повітря та межа максимальної витрати віддалялися якнайдалі від розрахункового режиму.

Список використаних джерел

1. Пугачов П.В. Розрахунок та проектування лопатевих гідромашин. Розрахунок в'язкої течії в лопатевих гідромашинах з використанням пакета ANSYS CFX: навч. посібник/П.В. Пугачов, Д.Г. Свобода, А.А. Жарківський. – СПб.: Вид-во Політехн. ун-ту, 2016. -120 с.
2. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // La Recherche Aerospatiale. – 1994. – N 1. – P. 5–21.
3. ANSYS CFX-Solver Theory Guide. Release 15.0 November 2013 Published in the U.S.A. 2013-372 p.