

ВПЛИВ ВИХРОВОГО ШУМУ НА ВТРАТИ В РОБОЧОМУ КОЛЕСІ ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Мельник В.І.¹, д.т.н., проф.,

Зеленський А.П.¹, д-р філософії (механічна інженерія),

Зеленський О.П.¹, д-р філософії (механічна інженерія),

Зеленська М.А.², здобувач СВО магістр

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,

²Університет Марії Кюрі-Склодовської, м. Люблін, Польща

Постановка проблеми. Розглядаючи стрімкий розвиток механізації посівних процесів у агропромисловому комплексі, постає завдання, по підвищенню ефективності роботи посівних машин, в умовах різноманіття агротехнологічних вимог сучасного землеробства. Таке завдання спонукає до постійного розвитку конструкцій висівної техніки та вдосконалення її агрегатів. Аналіз сівалок, обладнаних пневматичними висівними системами надлишкового тиску, засвідчують, що використання вакуумних висівних апаратів дають можливість досягти високого рівня автоматизації та стабільність процесу висіву насіння, а також гарантувати надійну роботу сівалки на підвищених швидкостях. Розглядаючи роботу пневматичних сівалок, виділяють недоліки пневматичних магістралей, висівних апаратів та генератору вакууму (вентилятора). В рамках дослідження приділено увагу вивченню поведінки повітряного потоку в агрегатах та його каналах за різних граничних умов, більш ретельно проведено аналіз роботи відцентрового радіального вентилятора (ВРВ).

Основні матеріали дослідження. Шум, що виникає в конструкції ВРВ суттєво впливає на його роботу, збільшуються втрати, знижується ефективність, збільшується вібрація та зношення його елементів. Наслідком є нестабільна робота пневматичної системи сівалки та зниження якості висіву сільськогосподарських культур. В рамках проведених досліджень нової конструкції сівалки, побудованої за принципом модульності, з використанням пневматичної системи блочного типу (ПССБТ) з індивідуальним відцентровим радіальним вентилятором (ІВРВ), приділено увагу зміні геометричних параметрів конструкції для зниження втрат та підвищення якості роботи пневматичної системи. Для досягнення стабільної роботи ІВРВ, пневматичних трубопроводів та висівного апарату запропоновано внести конструктивні зміни: додатково встановити спрямляючий апарат, змінити кути входу в робоче колесо (РК) та поставити кокіль.

Метою дослідження є аналіз впливу конструктивних змін ІВРВ на рівень вихрового шуму та втрат в системі. Об'єктом дослідження є шум, що виникає в ІВРВ. Предметом є зміни в конструкції, що

впливають на рівень шуму і як наслідок на втрати пневматичної системи. Використано методи порівняння та аналізу зміни кута входу в робоче колесо на рівень шуму, використовуючи теоретичні та практичні дослідження.

В рамках інженерно-технологічних досліджень по розробці нової конструкції сівалки та модернізації існуючих конструкцій розглянуто особливості роботи ІВРВ, та вплив деяких параметрів на величину вихрових втрат [1, 2]. Розглядаючи конструкцію РК ІВРВ, дослідження концентрувалось на встановлення впливу вхідного кута лопатки РК – $\beta_{1л}$.

Формула за якою визначається вхідний кут лопатки $\beta_{1л}$:

$$\beta_{1л} = \beta_1 + \Delta\beta, \quad (1)$$

де β_1 – кут натікання повітряного потоку на лопатку РК.

Розмір вхідного кута лопатки РК $\beta_{1л}$ впливає на дифузорність міжлопаткового каналу. Згідно з проведенням регресійним аналізом прийнято кут рівний 64° . Величина вхідного кута лопатки РК $\beta_{1л}$ значною мірою впливає на значення швидкості w_1 .

Вибрана величина, вхідного кута лопатки РК $\beta_{1л}$, пов'язана з низкою конструктивних та газодинамічних параметрів ІВРВ. Вона приймається з урахуванням цих величин.

Зменшення вихрових втрат в ІВРВ безпосередньо пов'язане з умовами входу повітряного потоку до решітки РК. Тому обтікання решітки лопаток РК, повітряним потоком, намагаються забезпечити плавним, з оптимальним кутом атаки, умовою є «безударний» вхід. Для досягнення цієї мети виникає потреба встановлення СА та кокіля на РК. Установка СА дозволяє вирівняти повітряний потік і підвищити швидкість в районі отворів диска, що висіває, з величини 37,61 до 56,77 м/с. Але не слід забувати, що установка СА призведе до появи шуму (тонального шуму), що виникає внаслідок взаємодії двох решіток.

Вплив вихідного кута лопатки РК – $\beta_{2л}$ [3, 4]. Формула за якою визначається вихідний кут лопатки $\beta_{2л}$:

$$\beta_{2л} = \beta_2 + \Delta\beta, \quad (2)$$

де β_2 – кут виходу повітряного потоку з лопатки РК.

Згідно з проведенням регресійним аналізом приймаємо значення вихідного кута лопатки РК – $\beta_{2л}$ рівне 125° . Величина вихідного кута лопатки РК $\beta_{2л}$ значною мірою впливає на дифузорність міжлопаткового каналу.

Основні геометричні параметри моделей РК ІВРВ, обраних для виконання експериментальних досліджень, щодо впливу геометричних параметрів на вихрові втрати, надані в таблиці 1.

Як видно, з таблиці 1, геометричні розміри представлених РК однакові, але відрізняються тільки величинами вхідного кута $\beta_{1л}$ та вихідного кута $\beta_{2л}$ лопаток. Вхіді експериментальних досліджень, на

стенді розробленого в рамках аналізу роботи ІВРВ, виконані виміри вихрового шуму за допомогою детектору шуму ДТ 855, при різних частотах обертання РК. При цьому повітряний потік підводився в осьовому напрямку до РК. Результати вимірів шуму занесені до таблиці 2.

Досліджування роботи ІВРВ проводили для РК різного виконання, з різними величинами вхідного $\beta_{1л}$ та вихідного кута $\beta_{2л}$ лопаток. Для наочності отриманих результатів було побудовано графік залежності рівня інтенсивності шуму від частоти обертання РК рис. 1.

Таблиця 1

Основні геометричні параметри моделей РК ІВРВ

№ колеса	D_0 , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	b_1	b_2	$\beta_{1л}$	$\beta_{2л}$	$z_{РК}$
1	33	38,5	110	13,2	13,2	64	125	18
2	33	38,5	110	13,2	13,2	110	70	18

Таблиця 2

Результати вимірювань шуму РК ІВРВ

№ п/п	Частота обертання РК n , рад/с	Рівень інтенсивності шуму L_1 , дБ	Рівень інтенсивності шуму L_2 , дБ
1	1068	81	86
2	1131	82	87
3	1257	85	88
4	1350	86	91
5	1413	88	93
6	1476	88,3	95
7	1572	88,5	97

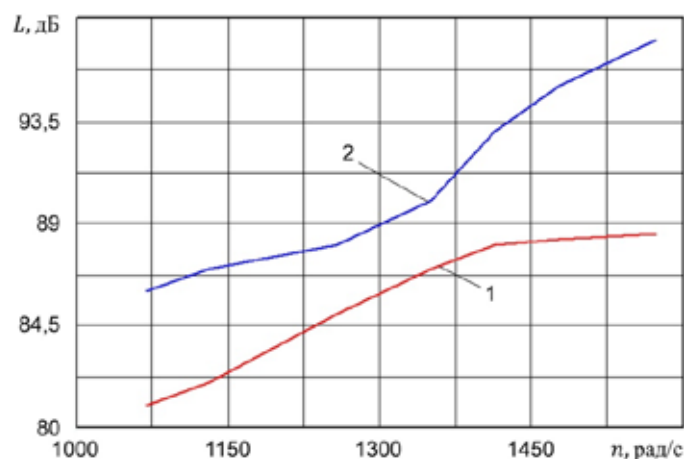


Рис. 1. Вплив вхідного $\beta_{1л}$ та вихідного кута $\beta_{2л}$ лопаток РК на рівень шуму: 1 – крива шуму РК №2, 2 – крива шуму РК №1

З рис. 1 видно, що при збільшенні частоти обертання РК величина шуму зростає. Зниження загального рівня шуму ІВРВ з запропонованої моделі РК №1 – L_1 , при частоті обертання 1350 рад/с склало на 5 дБ відносно моделі РК №2 – L_2 , що становить близько 5,5%. Стає зрозуміло, що впливаючи на величину вхідного $\beta_{1л}$ та вихідного кута $\beta_{2л}$ лопаток РК, здійснюється зміна рівня шуму в вентиляторі.

Висновки. У процесі дослідження, приділено увагу куту розкриття вихідного патрубку. Встановлено, що зменшення кута розкриття каналу призводить до зниження інтенсивності вихроутворення в міжлопаткових каналах і шуму. Експериментально встановлено, що зростання втрат у корпусі призводить до збільшення шуму. Виникає припущення про наявність оптимальних геометричних співвідношень з акустичної точки зору, які можна використовувати при проектуванні ІВРВ.

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. 459 p.
2. ДСТУ 3251-95 Вентилятори радіальні та осьові. Методи випробувань в умовах експлуатації. [Чинний від 01.07.1997] Вид.офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 1997. 126 с.
3. Зеленський А.П. Експериментальний стенд для дослідження параметрів повітряного потоку в проточній частині індивідуального відцентрового радіального вентилятора. // XXV Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки», 17–19 жовтня 2024 року, м. Харків / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. с. 175–177.
4. Frank, M. (2016). White fluid mechanics (8th ed.). New York: McGraw-Hill Education. 1023 p.