

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Державного біотехнологічного університету
доктору технічних наук, професору
Антощенкову Роману Вікторовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора кафедри агроінженерії, Державного біотехнологічного університету **Козаченка Олексія Васильовича** на дисертаційну роботу **Зеленського Олексія Петровича** на тему **«Удосконалення та обґрунтування параметрів пневмосистеми просапної сівалки»**, яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Актуальність теми дисертаційної роботи. В умовах сучасного землеробства вимоги до якості виконання всіх технологічних операцій постійно зростають. Посів це одна із основних операцій. Якщо виконати посів із недостатньою якістю то в подальшому такі недоліки надолужити не вдасться ніяким чином. Для посіву просапних культур найчастіше використовують пневматичні сівалки. Вимоги до пневматичних сівалок також зростають. Існуючі моделі перестали закривати весь спектр вимог, що висуваються новими технологіями рослинництва. З підвищенням вимог до сівалок, якості висіву, існуючі пневматичні системи показують не завжди відмінний результат, виникають пропуски, двійники, це пов'язано з нестачею вакууму. Дана дослідницька робота підіймає питання, щодо розширення діапазону стабільної роботи пневматичної системи сівалок за рахунок проведення модернізації як відцентрового радіального вентилятора так і системи в цілому, та спрямована на пошук рішень для розмежування меж між існуючими концепціями та новими конструкторськими рішеннями.

Отже, автор дисертації зосередився на пошуку рішень по удосконаленню пневматичної системи, вивченні поведінки повітряного потоку, приділив увагу розробці та обґрунтуванню параметрів нових моделей робочих коліс відцентрового радіального вентилятора, та рішень по оптимізації пневматичних магістралей, що є актуальним завданням в теперішньому часі розвитку сільськогосподарських машин.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, проведені в рамках дисертаційної роботи, виконувались у Державному біотехнологічному університеті в рамках науково-дослідних робіт кафедри оптимізації технологічних систем: «Розробка та автоматизація механізованих і технологічних систем рослинництва», 0118U003319, 2018-2022 рр.; «Наукове обґрунтування, проектування, оптимізація технічних і технологічних систем та процесів агропромислового виробництва», 0113U008229, 2023-2027 рр.

Оцінка змісту, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Дисертація має обсяг 232 сторінки машинописного тексту на українській мові з використанням науково-технічної термінології, включаючи 80 рисунків, 29 таблиць, а також анотацію викладену двома мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, змісту, додатків та списку використаних джерел, що налічує 168 найменувань, що відповідає вимогам.

У вступі в стислій формі викладено актуальність та обґрунтування теми дослідження, загальну характеристику роботи, зв'язок з науковими програмами кафедри оптимізації технологічних систем Державного біотехнологічного університету, сформульовано мету та завдання дослідження, методи, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів і особистий внесок здобувача, а також апробацію результатів дисертації, у публікаціях в наукових статтях фахових та закордонних виданнях, та вході дискусій на науково-практичних конференціях.

У першому розділі розглянуто фізико-механічні властивості основних просапних культур та проаналізовано вплив повітряного потоку на посівний матеріал та розглянуто перехід розташування насіння з безладного до упорядкованого сипучого тіла з укладанням частинок шарами, кут має середнє значення, укладене в межах $0^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$, оптимальне значення кута $\beta = 30^\circ$. Автором розглядається швидкість витання насіння $v_{\text{вит}}$, бо вона має значення для вибору оптимальних параметрів пневматичної системи. Розглянуто принцип роботи висівного апарату та геометричні розміри висівного матеріалу для того, щоб визначити оптимальний діаметр отворів на висівному диску (для кукурудзи $d_{\text{отв}} = 6$ мм, а перепад тиску пневмосистеми $\Delta P_{sv_{\text{пневмосист.}}} = 4200$ Па, $v_{\text{вит}} = 58,94$ м/с). Проаналізовано поведінку елементарного об'єму повітря, та визначено, які сили діють на нього та швидкості. Розглянуто теоретичне обґрунтування поведінки повітряного потоку, його залежність при поворотах в трубопроводах, відрив та вихроутворення за рахунок дій відцентрових сил в міжлопатковому просторі РК. Як результат, зібрано підготовчі теоретичні та практичні дані, визначені слабкі місця ВРВ та пневмосистеми для подальшого поглибленого аналізу.

У другому розділі автор зосереджується на вивченні методів двофазних середовищ, та їх використання при описі поведінки насіння в повітряному потоці. При математичному моделюванні, висівний матеріал – виділяють дисперсну фазу (насіння) та дисперсійну фазу (повітря, що переносить зерно) та розглядають їх поведінку на основі методів суцільного середовища. Наступним, проаналізовано поведінку повітряного потоку та вплив на течію турбулентності. Автор показує вміння використовувати математичні методи для опису поведінки повітряного потоку та показує переваги використання різних моделей турбулентності. На основі програмного комплексу, запропоновано методологію моделювання тривимірного в'язкого повітряного потоку та представлено аналіз зміни характеристик вздовж проточної частини ВРВ. Напірна характеристика представлена кривою у вигляді

параболи. Визначено, що оптимальний режим роботи вентилятора відбувається за максимального значення ККД $\eta_v = 0,67 \dots 0,70$ тобто у діапазоні масової витрати повітря $G_m = 0,30 \dots 0,37$ кг/с. В ході дослідження встановлено, що вентилятор нової конструкції надає повітряному потоку більше енергії на 11% у середньому та створює статичний тиск P_{sv} приблизно в середньому на 16% більше, ніж класичний.

У третьому розділі автор зосередився на теоретичному обґрунтуванні обчислювального експерименту. Визначено рівні впливових факторів на досліджувану модель. За результатами експериментального планування отримано емпіричне рівняння регресії, що описує зміну статичного тиску P_{sv} в класичному вентиляторі (лінійне рівняння регресії) в залежності від параметрів системи: n – частоти обертання РК; β_1 і β_2 – кутів установки лопатки на вході до РК і виході із РК; Z_{PK} – кількості лопаток РК; G_m – масової витрати повітря ВРВ та і для нової моделі, з покращеннями (рівняння регресії у вигляді поліному другого ступеня). На основі поверхонь відгуків встановлено, що значення P_{sv} знаходиться в межах від 10802,6 до 9243,5 Па в залежності від значення витрати повітря G_m , що знаходиться в межах від 0,20 до 0,366 кг/с, а при масовій витраті повітря $G_m = 0,20$ кг/с абсолютна похибка P_{sv} становить 31%, а коли масова витрата повітря $G_m = 0,366$ кг/с абсолютна похибка P_{sv} буде 8%, на користь конструкції вентилятора у новому виконанні. За результатами проведеного математичного моделювання, можна сказати, що такий підхід дає можливість проводити вивчення процесів у пневматичній системі та робити висновки, щодо подальшого удосконалення конструкції.

У четвертому розділі автор зосередився на дослідженні перебігу повітряного потоку в проточній частині. Розглянута методика лабораторних випробувань, сформульовано завдання досліджень – проведення лабораторних експериментів для оптимізації параметрів та режимів роботи ВРВ. Запропонований лабораторний стенд, докладно описано принцип його

роботи, регулювання та вимірювання таких параметрів: P_{sv} , C , n , t . Вимірювані величини реєстрували в діапазоні об'ємних витрат повітря, які перекривають робочу область вентилятора. На основі оброблених даних отримано залежність P_{sv} від G_{m_p} для моделі ВРВ (А-01) та ВРВ (А-02), що дало можливість провести аналіз теоретично отриманих даних та експериментальних. Встановлено, що різниця, між статичним тиском P_{sv} , який створюється моделлю ВРВ (А-02), нової конструкції, при теоретичному дослідженні та натурному випробуванні лежить в межах 5 - 15% в залежності від витрати повітря G_m . Для моделі ВРВ (А-01) вентилятора встановлено, що різниця P_{sv} при теоретичному дослідженні та натурному випробуванні лежить в межах 3 - 8% в залежності від G_m . Запропоновано провести стабілізацію повітряного потоку в системі встановивши клапан перепуску та додатково поставити спрямляючі лопатки та поверхню конусної форми при вході до РК. Розглянути зміну кута вигину трубопроводів та трійника. Такі зміни конструкції приведуть до покращення роботи пневматичної системи.

У п'ятому розділі автор сконцентрував увагу на оцінці ефективності роботи пневматичної системи сівалки з класичним ВРВ моделі (А-01) та нової конструкції ВРВ моделі (А-02) шляхом проведення експериментально-виробничих випробувань на полях господарства ТОВ «Дельта» м. Харків. В 2023 році в процесі експериментів використовували модель ВРВ (А-01), а в 2024 р. — модернізовану модель ВРВ (А-02). Випробування проводили за допомогою модернізованою сівалкою VEGA 8 PROFI, на полях господарства проводили сумісну сівбу кукурудзи та сої на силосну масу. Автор детально описує методику польових випробувань. В ході аналізу висіву просапних культур за 2 роки, була зібрана статистична база оцінки якості сівби. Оцінку якості сівби провели по σ_a (СКВ) та ϑ_a - коефіцієнту варіації поздовжнього інтервалу між рослинами, чим менші величини СКВ σ_a та коефіцієнта варіації ϑ_a , тим краще працює пневматична система сівалки. Для моделі ВРВ (А-01) $\sigma_a = 84,69$ мм, $\vartheta_a = 39,95\%$, а для моделі ВРВ (А-02) $\sigma_a = 76,95$ мм,

$\vartheta_a = 36,67\%$ для кукурудзи, що показує різниця середніх значень σ_a складає 7,74 мм на користь модернізованого варіанту моделі ВРВ (А-02) та для різниця $\vartheta_a = 3,28\%$. Розглядаючи сою показники будуть моделі ВРВ (А-01) $\sigma_a = 23,48$ мм, $\vartheta_a = 34,65\%$, а для моделі ВРВ (А-02) $\sigma_a = 21,35$ мм, $\vartheta_a = 32,42\%$, що показує різниця середніх значень σ_a складає 2,13 мм на користь модернізованого варіанту моделі ВРВ (А-02) та для різниця $\vartheta_a = 2,23\%$. Результат змішаних посівів за економічними оцінками показав, що використання модернізованого ВРВ дає приріст в масовому еквіваленті кукурудзяно-соевого силосу 10,4%, а в грошовому еквіваленті це становить близько 11,8%.

У висновках автором представлені основні результати дослідницької роботи, структура та повнота викладення відповідає поставленим задачам. В додатках представлено акти впровадження закінченої науково-дослідницької роботи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. Створено регресійну математичну модель, яка характеризує функціональні залежності між параметрами ВРВ та параметрами повітряного потоку висівних апаратів пневматичної сівалки.

2. Створено регресійну модель, що описує взаємозв'язок параметрів роботи пневматичної системи з урахуванням мінімального вакууму, який потрібен для забезпечення стабільної роботи висівних апаратів із високою щільністю висіву.

3. Запропоновано удосконалення регресійної модель, яка відображає взаємозв'язок параметрів пристроїв для розподілу повітряних потоків відповідно до топології пневматичної системи сівалки.

4. Обґрунтовано параметри ВРВ з урахуванням впровадження нової конструкції кокелю, встановленого на вході до вентилятора з метою випрямлення повітряного потоку;

Вважаю, що наукові результати автора є суттєвим внеском у розвиток теоретичного обґрунтуванні та експериментального дослідження нової архітектури ПССБТ.

Достовірність отриманих результатів і висновків. Достовірність та аргументованість висновків підтверджується використанням апробованих чисельних та аналітичних методів для вирішення поставлених задач. Перевірка адекватності результатів математичного моделювання проводилась на основі співставлення отриманих експериментальними вимірюваннями даних поведінки досліджуваного елементу та на основі отриманого досвіду при практичному застосуванні.

Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання. Отримані результати мають значну прикладну цінність і підтверджують обґрунтованість зроблених удосконалень конструкції пневмосистеми сівалки. Проведена модернізація забезпечує підвищення ефективності роботи відцентрового радіального вентилятора, що позитивно впливає на якість висіву основних просапних культур. Це підтверджено теоретичними, експериментальними дослідженнями та польовими випробуваннями.

Дотримання академічної доброчесності. При аналізі дисертації та зроблених публікацій автора спостерігається унікальність викладеного матеріалу за результатами досліджень та не дає підстав фіксувати порушень академічної доброчесності, академічного плагіату, само плагіату, фабрикації та фальсифікації.

Дисертація Зеленського О.П. базується на достатній кількості публікацій – 23 наукових працях: в 4 наукових статтях фахових видань; у 3 – закордонних виданнях, що включені до міжнародної бази даних Scopus; у 16 тезах доповідей. Результати та матеріали оприлюднені у наукових публікаціях не мають порушень принципів академічної доброчесності та плагіату.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В назвах графічних матеріалів не варто дублювати слово «рисунок» (стор. 43, 44, 45).
2. Висновок №3 не містить ні важливої інформації, ні сутності задачі для подальших досліджень.
3. Незрозуміла назва «Характеристика створювана» рисунку 2.8. Характеристика чого? Вентилятора? Трубопроводу?
4. Перший пункт висновків до другого розділу виглядає як перелік зроблених досліджень і не містить важливих даних стосовно досліджуваних процесів.
5. Експериментальні дослідження сівалки рознесені на два роки, що ускладнює безпосереднє порівняння результатів випробувань.
6. Експериментально підтверджене покращення показників висіву насіння просапних культур є досить незначним. Не зрозуміло, чи варто займатись запропонованою модернізацією.
7. Текст дисертації має граматичні помилки, опечатки та помарки оформлення математичних виразів.

Всі наведені недоліки аж ніяк не впливають на позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Загальні висновки. Дисертація Зеленського Олексія Петровича на тему: «Удосконалення та обґрунтування параметрів пневмосистеми просапної сівалки» є цілісною, завершеною, самостійно виконаною науковою роботою та має вагому наукову новизну, що заслуговує на науковий та практичний інтерес. Зважаючи на актуальність вирішених у дисертації поставлених завдань, отриманих наукових результатів, висновків, теоретично та науково обґрунтованих та підтверджених практичною значимістю, а також послідовністю викладу матеріалу показує високий рівень проведених досліджень. Враховуючи викладене вище, можна вважати, що дисертація відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України

№44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», та повністю відповідає спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» з галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Виходячи з цього, вважаю, що Зеленський Олексій Петрович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» з галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Рецензент

професор кафедри агроінженерії

Державного біотехнологічного університету,

доктор технічних наук,

професор

Олексій КОЗАЧЕНКО