

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого дослідника
АЛІЄВА Ельчина Бахтияра огли
на дисертацію **ВОВНЯНКА Богдана Геннадійовича** на тему
«Обґрунтування раціональних параметрів сошника для сівби зернових культур», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(галузь знань 13 «Механічна інженерія»)

Дисертація містить вступ, п'ять розділів, висновки, перелік використаних джерел і додатки. Загальний обсяг складає 220 сторінок, в тому числі 12 додатків, які займають 34 сторінки. Основний текст дисертації становить 186 сторінок і включає 60 рисунків та 12 таблиць. Список використаних джерел містить 132 найменування і займає 16 сторінках.

Актуальність обраної теми. Актуальність дисертації зумовлена сучасними тенденціями розвитку сільськогосподарського виробництва, в яких суттєво підвищуються вимоги до якості виконання технологічних процесів ґрунтообробними та посівними машинами. Від ефективності їх роботи безпосередньо залежить рівень схожості висіяного зерна, трудомісткість догляду за посівами та, в кінцевому підсумку, обсяги отриманої продукції. Різноманіття сільськогосподарських культур обумовлює використання широкого спектра посівних машин і, відповідно, різних типів сошників, які відрізняються конструкційними особливостями та умовами роботи. При цьому ключовими функціями сошників є формування борозен, ущільнення їх дна та забезпечення подачі насіння на задану глибину, що має відповідати агротехнічним вимогам, зокрема щодо рівномірності загортання насіння. Незважаючи на значний науковий доробок вітчизняних і зарубіжних учених у напрямі вдосконалення конструкцій посівних машин, можливості традиційних сошників щодо підвищення якості сівби значною мірою вичерпані. Це обумовлює необхідність переходу до більш складних конструктивних рішень із використанням додаткових елементів, здатних забезпечити стабільний розподіл насіння за глибиною. Водночас впровадження таких рішень стримується недостатнім рівнем теоретичного та експериментального обґрунтування їх параметрів і технологічних процесів. У зв'язку з цим розробка нових конструкцій сошників, удосконалення їх робочих органів та наукове обґрунтування

раціональних конструктивно-технологічних параметрів, що забезпечують підвищення якості сівби зернових культур, є своєчасним і актуальним науково-прикладним завданням.

Дисертація виконана у відповідності з планом науково-дослідної роботи ЦНТУ РК 0112U006901 «Обґрунтування параметрів загортаючих робочих органів для прямої сівби зернових культур», відповідає Цілям сталого розвитку України до 2030 року, положенню Державної стратегії регіонального розвитку України на 2021–2027 роки, Стратегії розвитку Кіровоградської області на 2021–2027 роки.

Ступінь обґрунтованості наукових положень. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, наведених у дисертації, є достатньо високим і забезпечується комплексним використанням сучасних теоретичних, чисельних та експериментальних методів дослідження. Наукові положення базуються на фундаментальних законах математики та теоретичної механіки, що покладені в основу розробленої математичної моделі процесу переміщення посівного матеріалу після виходу з насіннепроводу до його стабілізації на дні борозенки. Для розв'язання складних диференціальних рівнянь, що описують рух насіння, застосовано чисельне моделювання із використанням сучасних САЕ-систем, що дозволило врахувати вплив широкого спектра технологічних та експлуатаційних факторів і підвищити точність отриманих результатів.

Достовірність і обґрунтованість отриманих теоретичних результатів підтверджується їх узгодженістю з даними лабораторних і польових експериментальних досліджень, виконаних за допомогою як стандартних, так і спеціально розроблених методик та технічних засобів. Використання методів математичної статистики, регресійного аналізу та теорії планування експерименту забезпечило належну обробку експериментальних даних і дозволило встановити кількісні залежності між конструктивно-технологічними параметрами сошника та показниками якості сівби.

Обґрунтованість наукових положень також підтверджується результатами порівняльних випробувань різних типів сошників у виробничих умовах, які засвідчили переваги запропонованої конструкції посівної секції з утримуючою п'яткою за показниками рівномірності загортання насіння та стабільності глибини його залягання. Узгодженість аналітичних, чисельних і експериментальних результатів свідчить про коректність прийнятих

припущень і адекватність розроблених моделей реальним умовам функціонування посівних машин.

Крім того, обґрунтованість результатів підтверджується їх апробацією на науково-практичних конференціях різного рівня, публікацією у фахових наукових виданнях та впровадженням розроблених технічних рішень у виробництво. Сукупність зазначених факторів свідчить про достатній рівень наукової обґрунтованості отриманих у дисертації результатів, їх достовірність, практичну значущість і можливість використання у подальших наукових дослідженнях та інженерній практиці.

Достовірність отриманих результатів забезпечується системним поєднанням теоретичних, чисельних і експериментальних досліджень, виконаних із дотриманням сучасних наукових підходів і вимог. Теоретичні положення ґрунтуються на використанні фундаментальних законів математики та теоретичної механіки, що забезпечує коректність постановки задач і побудови математичних моделей процесу переміщення посівного матеріалу. Адекватність розроблених моделей підтверджується застосуванням чисельного моделювання із використанням сучасних програмних засобів, що дозволило врахувати складний характер взаємодії насіння з ґрунтом та вплив основних технологічних і експлуатаційних факторів.

Отримані теоретичні результати перевірені та підтверджені експериментальними дослідженнями, проведеними в лабораторних і польових умовах із використанням серійних зразків техніки, розроблених експериментальних установок і спеціально створених вимірювальних засобів. Застосування як стандартних, так і оригінальних методик досліджень, зокрема з використанням високошвидкісної відеофіксації та вимірювання тягового опору, забезпечило отримання об'єктивних і відтворюваних даних.

Достовірність результатів також підтверджується застосуванням методів математичної статистики, регресійного аналізу та теорії планування експериментів, що дозволило оцінити похибки вимірювань, встановити статистичну значущість отриманих залежностей і забезпечити надійність висновків. Узгодженість результатів теоретичних розрахунків, чисельного моделювання та експериментальних досліджень свідчить про адекватність прийнятих припущень і правильність обраного науково-методичного підходу.

Додатковим підтвердженням достовірності є позитивні результати порівняльних польових випробувань, які показали відтворюваність отриманих закономірностей у реальних умовах експлуатації, а також апробація результатів на наукових конференціях і їх публікація у фахових виданнях. Сукупність зазначених факторів свідчить про високий рівень достовірності отриманих у роботі наукових результатів і обґрунтованість зроблених висновків..

Наукова новизна дисертації полягає у розв'язанні актуального науково-прикладного завдання підвищення якості виконання технологічного процесу сівби зернових культур шляхом удосконалення конструкції загортаючих робочих органів та обґрунтування їх раціональних параметрів і характеризується такими положеннями.

Набуло подальшого розвитку математична модель процесу переміщення посівного матеріалу з моменту його виходу з насіннепроводу до набуття стану спокою на дні борозенки з урахуванням взаємодії із ґрунтом та конструктивними елементами сошника, яка, на відміну від існуючих, дозволяє визначати раціональну довжину та взаємне розташування утримуючої п'ятки залежно від комплексу технологічних і експлуатаційних факторів.

Набули подальшого розвитку уявлення про закономірності руху насіння при взаємодії з поверхнею ґрунту, зокрема встановлено кількісні характеристики його відскоку та переміщення залежно від початкових умов і фізико-механічних властивостей середовища, що дозволило уточнити механізм формування глибини загортання.

Удосконалено методичні підходи до дослідження процесів функціонування посівних секцій шляхом поєднання аналітичного опису, чисельного моделювання та експериментальної перевірки, що забезпечило підвищення точності визначення раціональних параметрів конструкції.

Отримали подальший розвиток наукові положення щодо впливу конструкційних, технологічних та експлуатаційних параметрів сошників на якісні та енергетичні показники процесу сівби, що дало змогу обґрунтувати доцільність використання додаткових елементів для утримання насіння на заданій глибині.

Сукупність отриманих результатів формує нове наукове підґрунтя для створення ефективних конструкцій посівних машин із покращеними

показниками якості сівби та розширює можливості їх застосування в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Повнота викладу наукових положень в опублікованих працях. За результатами дисертаційних досліджень загалом автором опубліковано 11 наукових праць, у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях України (зараховується як 3,5); 5 матеріалів тез доповідей у збірниках доповідей науково-практичних конференцій України, 1 патент на корисну модель. Опубліковані праці у достатньому обсязі охоплюють розділи дисертації, досить повно віддзеркалюють наукові положення та результати, що виносяться на захист. Кожна робота, опублікована у співавторстві, окремо має уточнення особистого внеску здобувача.

Практична цінність роботи полягає у розробці, обґрунтуванні та експериментальній перевірці конструкції посівної секції із сошником, обладнаним утримуючою п'яткою, що забезпечує підвищення рівномірності загортання насіння та стабільність заданої глибини сівби. Запропоновані технічні рішення можуть бути впроваджені у серійні зернові сівалки без суттєвих конструктивних змін, що сприяє підвищенню якості посіву, врожайності культур і ефективності використання сільськогосподарської техніки.

Аналіз змісту дисертації. У вступі детально обґрунтовано актуальність теми дисертації з урахуванням сучасних вимог до якості виконання технологічних процесів у рослинництві, визначено мету та сформульовано основні завдання дослідження, окреслено об'єкт і предмет дослідження. Наведено характеристику використаних методів, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Також подано відомості про апробацію результатів, публікації автора, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі здійснено ґрунтовний аналітичний огляд існуючих способів сівби зернових культур, розглянуто агротехнічні вимоги до якості виконання сівби, зокрема щодо рівномірності загортання насіння на задану глибину. Проаналізовано сучасний стан технічного забезпечення процесу сівби, наведено класифікацію та конструктивні особливості різних типів сошників. Особливу увагу приділено аналізу наукових досліджень і технічних рішень, спрямованих на покращення якісних показників сівби, виявлено їх переваги та недоліки. На основі узагальнення отриманих

результатів обґрунтовано необхідність удосконалення конструкцій загортаючих робочих органів та сформульовано мету і задачі дослідження.

У другому розділі викладено результати теоретичних досліджень процесу переміщення посівного матеріалу після виходу з насіннепроводу. Сформульовано гіпотезу технічного рішення та виконано постановку задач дослідження. Розроблено фізико-математичну модель руху насіння з урахуванням його взаємодії з ґрунтом і конструктивними елементами посівної секції. Запропоновано методику чисельного моделювання процесу з використанням сучасних програмних засобів, що дозволило дослідити траєкторії руху насіння та визначити вплив основних факторів. На основі отриманих результатів обґрунтовано раціональні геометричні та конструкційно-технологічні параметри утримуючої п'ятки, зокрема її довжину, ширину, кути нахилу та просторове розташування.

У третьому розділі наведено програму та методику експериментальних досліджень, спрямованих на перевірку теоретичних положень і уточнення параметрів конструкції. Описано технічне забезпечення лабораторних досліджень, включаючи спеціально розроблені стенди та вимірювальні пристрої. Подано методики визначення показника рівномірності загортання насіння по глибині, дослідження характеру поведінки насіння при контакті з ґрунтом, а також проведення порівняльних випробувань різних типів сошників. Наведено підходи до оцінки енергоємності робочого процесу. Окрему увагу приділено методам статистичної обробки результатів досліджень із застосуванням сучасних програмних засобів і методів планування експерименту.

У четвертому розділі представлено та проаналізовано результати експериментальних досліджень. Визначено раціональні конструкційно-технологічні параметри утримуючої п'ятки та встановлено їх вплив на показники якості сівби. Отримано числові характеристики поведінки насіння різних культур при взаємодії з ґрунтом, зокрема параметри відскоку та переміщення. Проведено порівняльну оцінку різних типів сошників за показниками рівномірності загортання насіння та відповідності фактичної глибини заданій. Також досліджено енергоємність робочого процесу та встановлено залежності основних показників від експлуатаційних факторів. Результати експериментів підтвердили ефективність запропонованої конструкції посівної секції.

У п'ятому розділі виконано оцінку економічної ефективності запропонованих технічних рішень. Визначено вихідні дані для розрахунків,

проведено аналіз додаткових витрат на виготовлення та впровадження посівної секції. Оцінено економічний ефект для виробників сільськогосподарської техніки та її споживачів, а також виконано порівняння різних варіантів технічних рішень. Розглянуто можливі ризики та фактори невизначеності, що можуть впливати на ефективність впровадження запропонованих розробок.

Додатки до дисертації містять інформацію щодо розв'язку окремих залежностей, наведення якого в основному тексті дисертації є обтяжливим для його змісту, акти виробничої перевірки та впровадження результатів дисертаційних досліджень.

Матеріали розділів дисертації подано у логічній послідовності відповідно до сформульованих задач досліджень.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає зміст дисертації та в достатньому обсязі висвітлює її основні результати та висновки.

Відсутність порушень академічної доброчесності. За результатами аналізу дисертації та публікацій автора ознак академічного плагіату не виявлено. У тексті дисертації здобувачем наведено посилання на наукові публікації як власні, так і інших авторів. Елементів фальсифікації, фабрикації та запозичень фрагментів тексту, наукових результатів в роботі не виявлено. Це дає можливість зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності в дисертації.

Зауваження та пропозиції до дисертації

1. Перше положення наукової новизни доцільно було сформулювати, починаючи з фрази «набуло подальшого розвитку», оскільки дослідження щодо розробки математичної моделі процесу переміщення посівного матеріалу в насіннепроводі та його взаємодії з ґрунтом уже розглядалися іншими науковцями, що відображено автором у розділі 1.5. Це дозволило б чіткіше окреслити ступінь оригінальності отриманих результатів.

2. Формулювання інших положень наукової новизни здебільшого зводиться до обґрунтування раціональних конструкційних і режимних

параметрів сошника для сівби зернових культур, що більше відповідає практичному результату. Доцільно було б викласти їх у формі: «Отримано закономірності (залежності) впливу ... на ...», оскільки саме встановлені залежності, представлені в дисертації, становлять наукову новизну роботи.

3. Розділ «2.1. Гіпотеза технічного рішення поставленої задачі» є важливим елементом дослідження, однак чітке формулювання наукової гіпотези відсутнє у вступі. Це ускладнює сприйняття логіки дослідження та взаємозв'язку між метою, завданнями і отриманими результатами.

4. Під час моделювання процесу взаємодії насіння з ґрунтом не враховано вологість ґрунту, яка суттєво впливає на адгезійні явища між насінням і ґрунтовими частинками, а також на характер відскоку насіння. Доцільно було б врахувати відповідні контактні моделі, зокрема модель Джонсона-Кендалла-Робертса (JKR), що дозволило б підвищити адекватність моделювання реальним умовам.

5. Результати теоретичних досліджень доцільно було б порівняти з результатами досліджень Безверхнього П. Є. (<https://133phd.dsau.dp.ua/index.php/rady/71-bezverkhonii-petro-yevhenovych>), оскільки вони мають подібну постановку задачі, але відрізняються методичними підходами. Таке порівняння дозволило б більш обґрунтовано оцінити достовірність і новизну отриманих результатів.

6. Для проведення лабораторних досліджень обрано центральний композиційний план із зірковими точками для п'яти факторів, однак у роботі відсутнє обґрунтування доцільності саме такого вибору плану експерименту. Доцільно було б пояснити критерії вибору (наприклад, можливість оцінювання квадратичних ефектів, оптимізація кількості дослідів тощо).

7. У розділі 3.1 зазначено, що метою лабораторних досліджень є встановлення залежності показника рівномірності загорання насіння за глибиною (коефіцієнта варіації ρ) від таких факторів: швидкість руху сошника V , установча глибина загорання h , кут нахилу передньої частини п'ятки θ , ширина п'ятки b_p та кут нахилу щік γ . Водночас у розділі 4 не наведено повного рівняння регресії, яке б відображало спільний вплив усіх досліджуваних факторів. Подано лише графічні залежності та спрощені (часткові) рівняння для двох факторів за фіксованих значень інших, що не дає можливості всебічно оцінити адекватність і інформативність отриманої математичної моделі.

8. У четвертому розділі доцільно було б чітко показати взаємозв'язок між теоретичними та експериментальними дослідженнями,

зокрема шляхом їх порівняння або відображення послідовності переходу від теорії до експерименту.

9. У п'ятому розділі доцільно було б навести алгоритм або методику інженерного розрахунку параметрів сошника з урахуванням властивостей насіння різних культур, типів ґрунту та умов експлуатації, що підвищило б практичну цінність роботи.

10. У третьому розділі зазначено, що перевірку відтворюваності та адекватності статистичної моделі здійснювали за критеріями Фішера і Кохрена в модулі Design & Analysis of Experiments, а значущість коефіцієнтів – за табличними значеннями та Парето-діаграмою. Однак наведено лише один скріншот із програми STATISTICA (рис. 4.1) без пояснення та розшифрування позначень, що ускладнює інтерпретацію результатів і перевірку їх достовірності.

11. Для підрозділів 4.2 «Числова характеристика поведінки насіння зернових культур після зіткнення з поверхнею ґрунту» та 4.3 «Порівняльна характеристика якісних показників виконання технологічного процесу різними типами загортаючих робочих органів» не наведено результатів статистичної обробки отриманих рівнянь регресії (дисперсійного аналізу, коефіцієнтів значущості тощо), що знижує рівень обґрунтованості висновків.

12. Згідно з Наказом МОН України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», обов'язковим додатком до дисертації є список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію її результатів (із зазначенням назв конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів, шкіл, місця та дати проведення, а також форми участі). У поданій дисертації такий список наявний, однак він розміщений після анотації. Це не є критичним недоліком, проте не повністю відповідає встановленій структурі оформлення дисертації.

13. Список літератури оформлено не в єдиному стилі. Зустрічаються поодинокі публікації, бібліографічний опис яких не повністю відповідає встановленим вимогам наказу МОН України від 12.01.2017 № 40, що потребує уніфікації та редакційного доопрацювання.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та її наукову цінність.

ВИСНОВОК

Дисертація Вовнянка Богдана Геннадійовича на тему «Обґрунтування раціональних параметрів сошника для сівби зернових

культури», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (галузь знань 13 «Механічна інженерія»), є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну задачу підвищення ефективності функціонування загортаючих робочих органів посівних машин шляхом обладнання додатковими, утримуючими насіння, елементами та обґрунтування їх раціональних конструкційних і технологічних параметрів.

Зміст дисертації в достатній мірі відображено в опублікованих матеріалах досліджень (статтях і тезах доповідей). Недоліки, що наведені у зауваженнях, не впливають на загальну цінність дисертаційного дослідження.

Дисертація «**Обґрунтування раціональних параметрів сошника для сівби зернових культур**» за актуальністю і новизною отриманих результатів, їх достовірністю і обґрунтованістю, науковою і практичною цінністю, повнотою викладення матеріалу в наукових публікаціях, структурою та обсягом відповідає вимогам Постанові Кабінету Міністрів України № 44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 року (редакція від 08.05.2024).

На підставі цього вважаю, що автор дисертації **Вовнянко Богдан Геннадійович** заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (13 «Механічна інженерія»).

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
старший дослідник, професор кафедри
інжинірингу технічних систем
Дніпровського державного аграрно-
економічного університету



Ельчин АЛІСВ

