

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Центральноукраїнського національного  
технічного університету, доктору  
технічних наук, професору  
Ауліну Віктору Васильовичу

## **ВІДГУК**

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри агроінженерії та технічного сервісу Вінницького національного аграрного університету **Труханської Олени Олександрівни** на дисертаційну роботу **Вовнянко Богдана Геннадійовича** на тему: «**Обґрунтування раціональних параметрів сошника для сівби зернових культур**», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

### **1. Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.**

Одним із основних показників якості виконання процесів сівби сільськогосподарських культур є забезпечення рівномірності розподілу посівного матеріалу по глибині залягання. Даний показник суттєво впливає на ряд якісних характеристик і кінцеві результати виконання подальших технологічних операцій. Важливість дотримання оптимальної та рівномірної глибини загорання під час сівби підтверджується як результатами наукових досліджень, так і багаторічною виробничою практикою.

Порушення рівномірності загорання насіння призводить до неодноразовості проростання та появи сходів: частина рослин з'являється раніше, інша – із запізненням, наслідком чого є зрідження посівів або зменшення їх фактичної густоти. Дефіцит ґрунтової вологи або надмірна глибина загорання ускладнюють процес проростання, знижують дружність сходів і, як наслідок, негативно впливають на загальну врожайність. Відомо, що відхилення глибини загорання насіння від оптимальної для конкретних

ґрунтово-кліматичних умов більш ніж на  $\pm 1$  см зумовлює зниження врожайності більшості зернових колосових культур на 10...15 %, тоді як для ці втрати для просапних культур становлять 10...25 %, а за несприятливих умов – до 30 %. Основними конструктивними елементами посівних машин, від яких залежить дотримання даного показника є сошники. Удосконаленню їх конструкції присвячено багато наукових і конструкторських розробок, але досягти бажаного результату з забезпеченням високої надійності їх функціонування поки що не вдається.

Тому, представлена дисертаційна робота є своєчасною, актуальною а її результати підтверджують доцільність нового напрямку удосконалення посівних систем з метою підвищення загальної ефективності виробництва продукції рослинництва.

Дисертаційна робота виконана на базі Центральноукраїнського національного технічного університету в рамках науково-дослідних робіт кафедри сільськогосподарського машинобудування, тема: RK 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.

## **2. Основні наукові результати, їх новизна, ступінь обґрунтованості та достовірності**

Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки:

– вперше розроблена математична модель характеру процесу переміщення посівного матеріалу з моменту першого контакту з ґрунтом після виходу з насіннепроводу до набуття стану спокою на дні борідки, яка дозволяє визначати довжину утримуючої п'ятки залежно від ряду експлуатаційних та технологічних параметрів;

– вперше обґрунтовані раціональні конструкційні параметри утримуючої п'ятки для роботи в складі посівної секції основу якої складає сошник з гострим кутом входження в ґрунт;

– експериментальним шляхом встановлені числові характеристики переміщення насіння різних культур за різних початкових умов контакту з ґрунтом;

– встановлені порівняльні якісні та енергетичні показники виконання технологічного процесу рядом основних типів сошників та експериментальної посівної секції, придатних для сівби насіння зернових культур, їх залежності від основних впливових експлуатаційних факторів.

### **3. Практичне значення результатів, що отримані дисертантом**

Запропонована, обґрунтована і експериментально перевірена конструкція посівної секції до складу якої входить сошник з гострим кутом входження в ґрунт обладнаний утримуючою п'яткою. Представлена конструкція посівної секції здатна забезпечувати якісні показники виконання технологічного процесу на рівні вищому за поширені в конструкціях посівних машин загортаючі робочі органи. Перевагою даної посівної секції є те, що вона здатна працювати не тільки по попередньо підготовленому ґрунту, а й після мінімального, чи чизельного безвідвального обробітку з наявністю на поверхні поля певної кількості рослинних решток та за певних умов виконувати пряму сівбу по ґрунтах високої твердості.

Розроблені конструкторська документація на виготовлення даної посівної секції, рекомендації до її використання у складі зернових сівалок передані на підприємство по виробництву сільськогосподарської техніки ТОВ АК «ФАВОРИТ».

Результати представленої дисертаційної роботи можуть бути використані у закладах освіти при підготовці здобувачів спеціальності «Агроінженерія», «Галузеве машинобудування», «Агрономія» при вивченні

навчальних курсів: «Механізація сільськогосподарського виробництва», «Сільськогосподарські машини», «Використання техніки в АПК» та ін.

**Обґрунтованість і достовірність наукових положень та отриманих результатів** забезпечується результатами експериментальних лабораторних та польових досліджень, застосуванням розроблених нових, відомих та стандартних методик дослідження, статистичними методами обробки інформації, відомих законів математики та теоретичної механіки.

Здобувач провів ґрунтовний аналіз наукової літератури, технічних джерел та публікацій, які в цілому присвячені проблематиці загортаючих робочих органів сівалок. У роботі детально представлено методи аналітичних та експериментальних досліджень. Здобувач продемонстрував обізнаність у володінні вимірювальними приладами та іншими технічними засобами. Використання графічного матеріалу, таблиць та описів у повній мірі розкриває суть роботи. Варто відзначити, ґрунтовну математичну та технічну обізнаність у володінні цифровими методами проектування, моделювання та розрахунку за допомогою програмних пакетів: Simcenter Star-CCM+, Wolfram Cloud, STATISTICA-12 та інші.

Отримані, в ході дисертаційних досліджень, результати систематично викладені у висновках після кожного розділу, та загальних висновках.

**Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих роботах.** Результати дисертаційної роботи підтверджуються опублікованими в 10 наукових працях: в 5 наукових статтях у вітчизняних фахових журналах, рекомендованих Міністерством освіти та науки України (2 з яких одноосібні); у 5 тезах доповідей та матеріалах наукових конференцій. Технічна новизна результатів роботи підтверджена патентом на корисну модель. Результати досліджень представлені на наукових конференціях в якості доповідей та обговорень на робочих секціях та отримали позитивні відгуки. В рамках дисертаційної роботи одержані результати та зроблені висновки опубліковані у співавторстві, не мають повторювань, дублювань та конфліктів з іншими співавторами.

#### 4. Загальна оцінка змісту роботи, її завершеність у цілому

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, що складаються зі 132 найменування, 12 додатків. Основний зміст роботи викладено на 170 сторінках машинописного тексту, включаючи 60 рисунків та 12 таблиць.

У **вступі** проведено обґрунтування обраної теми, визначена актуальність дисертаційної роботи, наведено зв'язок роботи з науково-дослідницькими програмами та планами кафедри сільськогосподарського машинобудування. Визначено об'єкт та предмет дослідження, сформульовано мету та методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Приведено інформацію стосовно апробації отриманих результатів, що було представлено в публікаціях та обговорено на міжнародних науково-практичних конференціях, приведена загальна характеристика роботи.

У **першому розділі** проведено аналіз посівних машин, які широко використовуються при сівбі зернових колосових культур, а також проаналізовано основні етапи удосконалення сошників спрямовані на підвищення якісних показників виконання технологічного процесу та основні результати наукових досліджень спрямованих на вирішення аналогічних задач.

Встановлено, що задача підвищення рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині може бути вирішена шляхом використання у складі конструкції сошника додаткового елемента, спрямованого на утримання насіння в межах заданого горизонту до набуття ним стану спокою та загортання вологим шаром насіння. Також встановлено, що для ефективної роботи даних конструктивних елементів необхідно провести глибокі теоретичні дослідження даного процесу та обґрунтувати основні конструктивно-технологічні та експлуатаційні параметри даного елемента. Сформульовані основні задачі досліджень

У **другому розділі** проведений теоретичний аналіз та моделювання процесу переміщення посівного матеріалу, представленого насінниною, від виходу з насіннепроводу до набуття стану спокою на дні утвореної сошником боріздки з урахуванням ряду впливових факторів, як висота падіння насінини, висота нижнього обрізу насіннепроводу, кута нахилу робочої частини утримуючої п'ятки, робочої швидкості та твердості поверхні ґрунту. Траєкторії переміщення насіння під дією зазначених факторів описані диференціальними рівняннями, які складно вирішити традиційними аналітичними методами, тому у подальшому здобувач застосовував чисельне моделювання в програмі Simcenter Star-CCR, яке базується на покроковому обчисленні рівнянь і вирішенні основної задачі механіки. Встановлено, що важливою складовою процесу переміщення насіння є висота його відскоку при першому та другому контакті з поверхнею ґрунту, тому процес моделювання був розділений на два етапи з попереднім моделюванням даної висоти для насіння ряду різних культур. В кінцевому результаті отримані рівняння регресії залежності висот відскоку від висоти падіння та твердості ґрунту і з їх використанням змодельовані траєкторії руху насіння та його переміщення у вертикальній та горизонтальній площині, які склали основу для визначення взаємного розташування сошника та п'ятки, представлене відстанню від вісі насіннепроводу до горизонтальної робочої частини утримуючої п'ятки.

Подальше аналітичне моделювання процесу дозволило визначити ряд конструктивно-технологічних параметрів утримуючої п'ятки – ширину передньої частини, кут нахилу щік п'ятки у поздовжньо-вертикальній площині, кут нахилу робочої похилої частини п'ятки до горизонту.

У **третьому розділі** для проведення лабораторних та польових випробувань по підтвердженню достовірності результатів отриманих аналітичним шляхом та отримання додаткової інформації про параметри процесу функціонування посівної секції та її складових використані, як стандартні так і оригінальні методики та технічне забезпечення. Для

визначення висоти відскоку насіння ряду сільськогосподарських культур розроблений стенд з можливістю запису інформації на швидкісну відеокамеру, для енергетичного аналізу процесу функціонування посівної секції і серійного дводискового сошника з котком розроблений посівний модуль для агрегування з малопотужними тракторами, а для фіксації тягового опору розроблений причіпний пристрій, який дозволяє приєднання посівного модуля до трактора через цифровий тягомір з одночасним записом інформації на мобільні носії. Порівняльні випробування різних видів сошників здійснені у польових умовах встановленням сошників на серійну зернову сівалку СЗ-3,6 «Астра» при плановій осінній сівбі ячменю у фермерському господарстві. Фактичні значення глибини залягання посівного матеріалу визначали за етиольованою частиною паростків рослин.

У **четвертому розділі** викладено результати експериментальних досліджень, які підтвердили достовірність отриманих аналітичним шляхом конструкційно-технологічних параметрів утримуючої п'ятки, дозволили обґрунтувати та визначити недостаючі параметри, встановити їх вплив на параметри оптимізації – рівномірність розподілу посівного матеріалу по глибині та відповідність фактичних значень глибини залягання насіння від заданої глибини.

Встановлено, що різні види сошників, як і експериментальна посівна секція мають досить схожий характер залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині. Зі збільшенням установчої глибини загортання рівномірність розподілу зростає а при збільшенні робочої швидкості знижується, але з різною інтенсивністю та фактичними значеннями показника.

При обладнанні сошників додатковими конструктивними елементами, які призвані утримувати насіння на заданій глибині до засипання їх ґрунтом (полозковий сошник з п'яткою чи посівна секція з п'яткою) вони мають вищі показники якості порівняно з такими ж робочими органами без додаткових елементів. Так, експериментальна посівна секція характеризується кращим

показником рівномірності загортання насіння на рівні  $\rho_{\text{сер}} = 15,34\%$ , порівняно з іншими сошниками для яких  $\rho_{\text{сер}} = 18,5 \dots 33,3\%$ .

В цілому, результати виконаної роботи підтверджують перспективність шляху підвищення якісних показників виконання технологічного процесу сівби зернових культур обладнанням сошників додатковими конструктивними елементами, призначеними для утримання посівного матеріалу на заданій глибині до повного засипання ґрунтом.

У **п'ятому розділі** проведено аналіз ефективності запропонованих інженерно-технологічних рішень. Для зручності виконання даної задачі розроблено спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє в широкому діапазоні змінювати значення вихідних параметрів і отримувати достовірні результати без суттєвих затрат часу. Лістинг програмного забезпечення представлений у додатках роботи. Встановлено, що в разі використання запропонованого технічного рішення у складі зернових сівалок і виробники і споживачі даних машин отримують позитивний економічний ефект.

**Загальні висновки** дисертаційної роботи дають можливість узагальнити отримані наукові та практичні результати.

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

## **5. Достовірність та повнота викладу основних положень, висновків та результатів дослідження**

На підставі ретельного аналізу тексту дисертаційної роботи Вовнянко Богдана Геннадійовича, вивчення опублікованих 5 наукових праць у наукових фахових виданнях України дозволяє зробити висновок про достатньо повне відображення основних результатів дослідження, що містять елементи наукової новизни, удосконалення теоретичних положень, організаційні рішення та прикладні рекомендації.

За результатами розгляду звіту з перевірки рукопису за допомогою електронного антиплагіатного сервісу не встановлено фактів порушення академічної доброчесності. Всі матеріали представлені автором в рамках дисертаційної роботи, ідеї, цитати, результати інших науковців супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, що дозволяє зробити висновки про дотримання норм наукової етики.

## **6. Дискусійні положення та зауваження до дисертаційного дослідження**

1. У першому розділі роботи представлений аналіз посівних машин для сівби зернових колосових культур (стор. 30-38). Так як робота спрямована на підвищення технічного рівня саме сошників даних машин, даний аналіз можна було не наводити.

2. На рис. 2.3 (стор.65) та рис. 2.5 (стор.72) представлено переміщення посівного матеріалу у різних напрямках. Чим це пояснюється, та чи не впливає це на достовірність аналітичних досліджень?

3. У другому розділі, при вивченні процесу переміщення насіння різних видів зернових, як враховували форму насіння, адже від даної характеристики суттєво залежить його поведінка?

4. Потребує уточнення чи буде виконувати свою функцію запропонована п'ятка у випадку відсутності відскоку насінини від дна борозни.

5. Була б не зайвою інформація про зміну енергоємності процесу сівби експериментальною посівною секцією в результаті введення до конструкції сошника додаткового конструктивного елементу- утримуючої п'ятки.

6. У третьому розділі на стор. 113 (рис. 3.10) наведено інформацію про будову твердоміра, яка є загальновідомою, її також можна було не представляти.

7. При проведенні і обробці експериментальних даних був реалізований центральний композиційний план із зірковими точками, що передбачало більшу кількість дослідів порівняно із класичним повним факторним експериментом. З яких міркувань та для яких цілей був обраний такий підхід до планування експерименту?

8. Під час роботи п'ятки в товщі ґрунту може мати місце відкочування назад посівної секції, що може зламати чи зігнути п'ятку та вже спостерігалось на подібних за призначенням робочих органів. Як на етапі проведених досліджень вирішено питання із виникненням подібних ситуацій?

## **ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота **Вовнянко Богдана Геннадійовича** на тему **«Обґрунтування раціональних параметрів сошника для сівби зернових культур»**, подана до спеціалізованої вченої ради для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування в галузі знань 13 Механічна інженерія, за рівнем актуальності, наукової новизни, обґрунтованості положень, достовірності отриманих результатів, практичної значущості, а також за повнотою їх апробації та оприлюднення у фахових наукових виданнях, 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 08.05.2024р.) та Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (редакція від 12.07.2019р.).

На підставі цього вважаю, що **Вовнянко Богдан Геннадійович** заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент,  
кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри агроінженерії  
та технічного сервісу  
Вінницького національного  
аграрного університету



Олена ТРУХАНСЬКА

Підпис Труханської О.О. засвідчую  
учений секретар



Тетяна КОРПАНЮК