

## ВІДГУК

офіційного опонента, професора кафедри прикладної механіки та мехатроніки Луцького національного технічного університету, доктора технічних наук, професора Пилипця Михайла Ільковича на дисертаційну роботу Карпа Івана Володимировича на тему: «Обґрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів», яку подано до одноразової спеціалізованої вченої ради у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

### **Актуальність теми досліджень, її зв'язок з науковими планами та програмами**

Дисертаційна робота Карпа І.В. присвячена вирішенню однієї з актуальних задач сільськогосподарського виробництва – підвищенню ефективності виробництва зернових культур у невеликих фермерських господарствах, як основної складової собівартості виробництва продукції рослинництва, шляхом забезпечення якісного та ефективного післязбирального природнього досушування волого зерна на основі обґрунтування параметрів шнекового транспортера.

Одним із головних завдань державних програм розвитку українського АПК є забезпечення продовольчої безпеки країни шляхом збільшення виробництва продукції агропромислового комплексу, зокрема харчових і кормових продуктів та підтримки експортного потенціалу.

Ефективне ведення галузі рослинництва неможливе без забезпечення якісної підготовки зібраного урожаю зернових культур до подальшого їх зберігання в спеціалізованих сховищах. З огляду на це, основним шляхом збільшення виробництва зернових культур, поряд зі дотриманням норм зберігання зерна в сховищах, має стати забезпечення якісної підготовки матеріалу шляхом післязбирального доведення зібраного зерна до необхідних посівних і споживчих кондицій.

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва зернової продукції є розробка та створення недорогих малогабаритних шнекових транспортерів для переміщення незначного обсягу транспортних робіт, які забезпечують зниження питомих витрат під час післязбиральної доробки зернових матеріалів у невеликих агропромислових підприємствах.

Дисертаційна робота виконана за результатами проведених досліджень відповідно до НДР Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Розроблення енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виробництва робочих органів гвинтових транспортно-технологічних машин» (№ 0124U002485).

У зв'язку з цим, розроблення малогабаритних шнекових транспортерів і дослідження впливу їх параметрів з метою підвищення ефективності транспортних операцій є актуальним науковим завданням.

Тому тема дисертаційної роботи є своєчасною та актуальною для науки і практики.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.**

Виходячи з актуальності теми, автором була поставлена мета та сформульовані основні завдання наукових досліджень. Позитивне вирішення цих завдань на основі якісно проведених теоретично-експериментальних досліджень дозволило автору дисертації обґрунтувати конструктивно-компонувальну схему та визначити основні раціональні параметри робочих органів малогабаритного шнекового транспортера зернових матеріалів.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які наведено в дисертаційній роботі, є достовірними, новими та належним чином кількісно та якісно науково обґрунтованими.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень** базується на основі достатнього застосування методів математичного моделювання, проведених і наведених здобувачем результатах теоретичних і експериментальних досліджень процесу транспортування зернових матеріалів, їх порівняльного аналізу та коректних положень загальних висновків.

**Достовірність результатів досліджень** підтверджується поданими у дисертації даними, які отримано з використанням сучасних типових і запропонованих автором дисертації методик математичного моделювання з застосуванням положень класичної механіки, математики та статистичного аналізу, планування та проведення багатофакторних експериментальних досліджень, впровадженням результатів досліджень у виробництво та навчальний процес, достатньою публікацією результатів дослідження у періодичних фахових виданнях і їх оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях.

Основні наукові положення, які отримано автором самостійно за результатами проведеного комплексу досліджень, відображено у преамбулі та восьми пунктах загальних висновків.

**У преамбулі** сформульовано узагальнені результати досліджень і шляхи підвищення технологічно ефективності післязбиральної доробки зернового матеріалу.

**У першому пункті висновків** сформульовано положення, яке констатує теоретичні значення зміни прискорення елементарної маси зернового матеріалу для двох випадків її переміщення у просторі гвинтового конвеєра залежно від його конструктивних і кінематичних параметрів.

**У другому пункті висновків** наведено значення та характер зміни кута відхилення елементарної маси зернового матеріалу під час його переміщення по поверхні витка гвинтового конвеєра.

**У третьому пункті висновків** викладено аналіз зміни кінетичної енергії процесу контактної взаємодії тіл елементарної маси зернин у процесі їх руху в просторі кожуха шнекового транспортера.

**У четвертому пункті висновків** зазначено межі зміни теоретичних значень продуктивності шнекового транспортера та витрат потужності, які необхідні для процесу транспортування зернових матеріалів залежно від меж зміни параметрів гвинтового конвеєра.

Перший, другий, третій та четвертий пункти загальних висновків сформовані згідно з результатами другого розділу дисертаційної роботи.

**У п'ятому пункті висновків** викладено результати експериментальних досліджень, які відносяться до встановлення апроксимованих значень продуктивності й витрат потужності шнекового транспортера під час транспортування зерна пшениці та значень параметрів гвинтового конвеєра за яких вони отримані, а також наведено розбіжність теоретичних і експериментальних результатів.

**У шостому пункті висновків** викладено результати межі зміни апроксимованих значень пошкодження зерна пшениці залежно від зміни основних параметрів шнекового транспортера.

П'ятий та шостий пункти загальних висновків сформовані за матеріалами четвертого розділу роботи.

**У сьомому пункті висновків** констатовано, що за результатами проведених досліджень рекомендовано раціональні параметри шнекового транспортера за яких забезпечується його необхідна продуктивність.

**У восьмому пункті висновків** наведено економічну ефективність застосування шнекового транспортера у виробничих умовах і впровадження результатів досліджень.

Восьмий пункт висновків сформовані згідно з результатами п'ятого розділу дисертаційної роботи.

Усі пункти висновків логічно впливають із результатів наукових досліджень, наведених автором у дисертаційній роботі.

**Новизна наукових положень**, які сформульовано у дисертаційній роботі полягає в тому, що на основі визначення і теоретично-експериментального узагальнення та нового вирішення завдання підвищення ефективності післязбирального досушування вологого зерна на токах невеликих фермерських господарств обґрунтовано раціональні параметри робочих органів малогабаритного шнекового транспортера.

Для обґрунтування раціональних параметрів робочих органів удосконаленого малогабаритного шнекового транспортера автором:

- *вперше розроблено:*

- математичні моделі та встановлено характер функціональної зміни процесу транспортування вологого зернового матеріалу у просторі кожуха, що дозволило визначити межі зміни прискорення та кута відхилення елементарної маси зерна для двох випадків його переміщення поверхнею витка гвинтового конвеєра – коли на вантаж діють в'язі зі сторони гвинта та кожуха, та коли на вантаж діють тільки в'язі зі сторони гвинта;

- математичну модель процесу контактної взаємодії елементарних мас зернового матеріалу в міжвитковому просторі гвинтового конвеєра та кожуха, що дозволило визначити межі зміни їх кінетичної енергії та описати функціональний характер кінетики руху зернового матеріалу;

- *дістали подальший розвиток* аналітичні положення, на основі яких визначається та обґрунтовується продуктивність та витрати потужності процесу транспортування зерна пшениці шнековим транспортером з врахуванням змінного кроку спіральних витків гвинтового конвеєра.

### **Практична цінність роботи.**

Запропоновано та експериментально обґрунтовано удосконалену конструкцію малогабаритного шнекового транспортера для транспортування зернових матеріалів під час їх післязбиральної доробки на токах невеликих фермерських господарств. Розроблено та виготовлено дослідний зразок шнекового транспортера та запропоновано рекомендації для вибору його раціональних параметрів для переміщення вологих зернових матеріалів. Застосування розробленого шнекового транспортера у виробничих умовах дозволило підвищити технологічну ефективність виробництва зернової продукції.

Результати досліджень впроваджено у виробничий процес фермерського господарства «Княже поле» (Рівненська область, с. Межиріч) та застосовуються у навчальному процесі кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин ТНТУ ім. І. Пулюя під час вивчення дисципліни «Обладнання та транспортні засоби машинобудівних виробництв» для підготовки фахівців освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

### **Повнота викладення основних результатів у наукових фахових виданнях і дотримання вимог академічної доброчесності.**

Результати досліджень, які отримано здобувачем, у достатньому обсязі викладено в 8 наукових працях, з яких 5 праць опубліковано у фахових виданнях України категорії Б та апробовані на 3-х Міжнародних науково-практичних конференціях.

Наведені положення про опублікування та апробацію результатів наукових досліджень, які в достатній мірі відображають основні результати дисертаційної роботи, відповідають вимогам пунктів 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого постановою КМ України від 12.01.2022 р. за № 44.

Вимоги академічної доброчесності дотримані – використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та загальна характеристика роботи.**

Основний зміст дисертації викладено у вступі, 5 розділах і загальних висновках. Основна частина дисертації виконана на 161 сторінці, містить 64 рисунки та 14 таблиць. Також робота має 35 додатків, список використаної літератури з 147 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 228 сторінок.

У вступі (с. 17-21) обґрунтовано актуальність теми, наведено мету, завдання досліджень та загальну характеристику роботи.

У першому розділі «Аналіз стану питання» (с. 22-48) наведено загальну характеристику та процеси роботи шнекових гвинтових механізмів і їх конструкцій, проаналізовано відомі результати теоретично-експериментальних досліджень процесів транспортування зернових матеріалів шнековими транспортерами та обґрунтовано вибір конструктивно-компонувальної схеми малогабаритного шнекового транспортера.

У другому розділі «Теоретичні дослідження процесу роботи шнекового транспортера» (с. 49-96) на основі теоретичного моделювання та з метою обґрунтування раціональних параметрів робочих органів запропонованого малогабаритного шнекового транспортера наведено матеріали, які відносяться до розробки математичних моделей процесу транспортування зернового матеріалу шнековим транспортером у просторі горизонтального циліндричного кожуха.

Розв'язок отриманих моделей дозволив визначити показники, які описують характер функціональної зміни динамічного процесу та кінетики переміщення зернового матеріалу витками гвинтового конвеєра зі змінним кроком витків, а також обґрунтувати теоретичні положення продуктивності шнекового транспортера та витрат потужності, які необхідні для транспортування зерна шнековим транспортером.

У третьому розділі «Методологія проведення експериментальних досліджень шнекового транспортера» (с. 97-115) з метою пошуку нових, або доповнення існуючих положень технологічного процесу транспортування волого зерна пшениці наведено програму проведення експериментальних досліджень, опис експериментальної установки, а також наведено методики проведення, обробки та аналізу результатів планових факторних експериментів з визначення продуктивності, витрат потужності шнекового транспортера та пошкодження зерна.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження процесу роботи шнекового транспортера» (с. 116-150) наведено основні результати проведених експериментальних досліджень з визначення продуктивності, витрат потужності та пошкодження зерна пшениці шнекового транспортера.

На підставі отриманих результатів експериментальних досліджень шнекового транспортера розроблено відповідні регресійні залежності, які описують характер функціональної зміни досліджувальних показників залежно від основних параметрів процесу транспортування вологого зерна пшениці.

На основі побудованої графічної інтерпретації показників продуктивності, витрат потужності та пошкодження зерна пшениці обґрунтовано раціональні параметри робочих органів шнекового транспортера.

У п'ятому розділі «Основні узагальнені наукові результати дослідження та впровадження шнекового транспортера зернових матеріалів» (с. 151-159) наведено шляхи подальшого удосконалення гвинтових транспортних механізмів і їх робочих органів, впровадження результатів дослідження та економічну ефективність застосування малогабаритного шнекового транспортера в умовах виробництва.

У загальних висновках (с. 160-161) викладено основні розгорнуті результати наукових досліджень і рекомендації для їх застосування.

У списку використаних джерел (с. 162-176) наведено перелік використаної літератури з 147 найменувань.

У додатках (с. 177-228) наведено додаткові матеріали, які доповнюють наукові результати досліджень та акти впровадження результатів досліджень у виробничий і навчальний процеси.

Обсяг, структура та повнота викладення матеріалу дисертаційної роботи відповідають вимогам МОН України до оформлення дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії, а її зміст відповідає темі дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, а поставлене наукове завдання дисертаційної роботи з підвищення ефективності післязбиральної доробки вологих зернових матеріалів в невеликих фермерських господарствах досягнуто.

Наведені в дисертаційній роботі результати наукових досліджень є коректними та такими, які отримано здобувачем самостійно з застосуванням основних положень методології проведення теоретичних і експериментальних досліджень.

### **Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертаційної роботи.**

1. У розділі «Вступ» необхідно було б доповнити наступне: у пункті «Наукова новизна отриманих результатів» – уточнено, не тільки емпіричні моделі продуктивності та витрат потужності шнекового транспортера, а теоретичні моделі; у пункті «Апробація результатів дослідження» – у повному обсязі робота доповідалася на розширеному засіданні відділу механіко-технологічних проблем збирання і післязбиральної обробки урожаю зернових і олійних культур Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної Академії аграрних наук України.

2. У розділі «Аналіз стану питання» бажано було б більш ґрунтовно проаналізувати відомі результати, які відносяться до обґрунтування витрат потужності шнекових транспортерів і основних чинників, які впливають на них.

3. Наведені перехідні інтегральні записи (2.23)-(2.29), які описують послідовність розробки кінцевих математичних моделей для двох випадків переміщення зернового матеріалу шнековим транспортером необхідно перемістити у додатки – їх відмінність зазначена лише послідовною заміною однієї або двох складових величин, починаючи з формули (2.23), тобто вони мало чим відрізняються одна від одної.

Крім того, на наш погляд, введення або врахування показника вологості зерна у кінцеві моделі мало б більш вагомий науковий і практичний результат.

4. З технологічної точки зору пошкодження зерна будуть більшими у випадку ударного контакту зернини з витком гвинтового конвеєра ніж контактна взаємодія між двома зернинами, який розглянуто в роботі. Доцільно було б проаналізувати і цей процес.

5. З наведеної методики проведення експериментальних досліджень з визначення пошкодження зерна пшениці під час її транспортування шнековим транспортером (підрозділ 3.3) не досить повно описана необхідність пофарбування зерна в три різні кольори перед початком проведення експериментів.

6. В тексті дисертації зустрічаються поодинокі описки.

## ВИСНОВОК

1. Дисертаційна робота Карпа Івана Володимировича на тему: «Обґрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів», яку подано до одноразової спеціалізованої вченої ради у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» є завершеною науковою працею, в якій отримано результати самостійних теоретичних і експериментальних досліджень, що дозволяють підвищити ефективність післязбиральної доробки зернових матеріалів у невеликих фермерських господарствах за рахунок розробки та обґрунтування раціональних параметрів робочих органів малогабаритного шнекового транспортера.

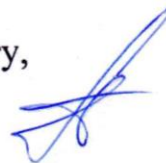
2. Отримані автором результати є новими та науково обґрунтованими, які перевірені у виробничих умовах і підтверджені необхідними та затвердженими актами і довідками. Матеріали всіх розділів дисертації логічно пов'язані і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує поставлені мету та сформульовані завдання досліджень. Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладання відповідають вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації загалом.

3. Виконані наукові дослідження за ступенем актуальності обраної теми, новизни та обґрунтованості наукових положень, повноти викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, достатнього рівня апробації результатів дослідження на наукових міжнародних конференціях, відсутності порушень академічної доброчесності, наукового рівня, теоретичного та практичного значення відповідають вимогам пунктів 5-9 Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», від 12.01.2022 р. за № 44, а її автор Карп Іван Володимирович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент,  
професор кафедри прикладної механіки  
та механотроніки  
Луцького національного технічного університету,  
доктор технічних наук, професор

М.І. Пилипець



ВІРНО:  
Начальник відділу к  
"16" 05 2



В.о. начальника ВК  
О. Лангець