

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу  
Станька Андрія Ігоровича

«Обґрунтування параметрів шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів»,  
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
з галузі знань 13 «Механічна інженерія»  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

### **1. Актуальність теми роботи.**

Створення нових і удосконалення існуючих конструкцій шнекових механізмів сприяє подальшому розвитку виробництва та підвищенню його ефективності. За різними даними їх питома вага у завантажувально-розвантажувальних операціях складає 40–45%.

Поряд з позитивними характеристиками, до яких відносять простоту конструкції, надійність в експлуатації, низькі експлуатаційні енерговитрати, можливість агрегування з іншими типами конвеєрів й обладнанням, герметичністю, гвинтові конвеєри мають ряд недоліків, до яких слід віднести пошкодження матеріалів в процесі транспортування. Це у значній мірі стосується насінневих зернових матеріалів, що зумовлено значним механічним впливом на них елементів конструкцій гвинтового робочого органу і кожуха під час процесу транспортування.

Відтак конструкції шнекових механізмів потребують подальшого відпрацювання на технологічність і їх удосконалення. Тому на даний час основним завданням при їх створенні є розроблення таких конструкцій, які б забезпечили покращення умов транспортування насінневих зернових матеріалів з їх мінімальним пошкодженням і травмуванням. Відповідно проблема розвитку теорії та методів проектування шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів є особливо актуальною і має велике значення для економіки країни.

### **2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення.**

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 207 сторінок друкованого тексту: 166 сторінок основного тексту, 77 рисунків, 13 таблиць, списку використаних джерел із 217 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, визначено мету і основні завдання дисертаційного дослідження, представлено наукову новизну та практичне значення роботи, подано її загальну характеристику і наведено дані щодо її апробації та публікацій.

У **першому розділі** проаналізовано основні типи конструкцій гвинтових конвеєрів і їх робочих органів та їх використання при виконанні різних операцій; розкрито вклад науковців у дослідження гвинтових механізмів. Виконано аналіз існуючих конструкцій гвинтових робочих органів з еластичними поверхнями та визначено їх конструктивні особливості.

**Другий розділ** присвячений проведенню синтезу гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями методом ієрархічних груп із використанням морфологічного аналізу. У розділі проведено дослідження деформації волокон еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів при транспортуванні зернового матеріалу і виведено та розв'язано диференціальне рівняння середньої лінії деформації декількох волокон еластичного щіткоподібного шнека. Обґрунтовано параметри взаємодії волокон еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу із зерновим матеріалом і визначено умову защемлення зернини між волокнами еластичного щіткоподібного шнека з внутрішньою поверхнею кожуха.

**У третьому розділі** представлено програму і методику проведення експериментальних досліджень гвинтових конвеєрів із шнекових механізмів з еластичними робочими поверхнями для визначення їх параметрів. У ньому описано конструкції розроблених та виготовлених елементів дослідного зразка гвинтового конвеєра із різними діаметрами кожухів та трьома змінними гвинтовими робочими органами з еластичними поверхнями: суцільною камероподібною частиною, з периферійною еластичною щіткоподібною частиною, з щіткоподібною гвинтовою частиною. У розділі зазначено параметри шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для проведення експериментальних досліджень. Представлено методику проведення повнофакторних експериментів для визначення продуктивності транспортування, ступеня пошкодження насінневого зернового матеріалу та величини максимальної деформації нейлонових волокон гвинтового робочого органу із щіткоподібною гвинтовою частиною.

**Четвертий розділ** дисертаційної роботи присвячений результатам експериментальних досліджень трьох різних типів гвинтових робочих органів з еластичними поверхнями: з суцільною камероподібною частиною, з периферійною еластичною щіткоподібною частиною, з щіткоподібною гвинтовою частиною з визначенням продуктивності гвинтових конвеєрів із вказаними гвинтовими робочими органами та ступеня пошкодження насінневого зернового матеріалу з виведенням емпіричних рівнянь регресії. Представлено результати експериментальних досліджень з виведенням рівняння регресії величини максимальної деформації нейлонових волокон гвинтового робочого органу з щіткоподібною гвинтовою частиною.

**П'ятий розділ** включає аналіз технологічності конструкцій шнекових механізмів з розробленням способів виготовлення гвинтових робочих органів з еластичними робочими поверхнями. У розділі представлено розроблені автором нові конструкції гвинтовими робочими органами із еластичними поверхнями, на які одержано патенти України на корисні моделі. Також проведено обґрунтування техніко-економічної ефективності використання гвинтових робочих органів з еластичними робочими поверхнями.

**Висновки** за результатами виконання дисертаційної роботи є достовірними і мають наукову та практичну спрямованість.

**Список використаних джерел** охоплює вітчизняні та закордонні публікації із 217 найменувань і свідчить про аналіз сучасних наукових джерел

при виконанні наукового дослідження.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

### **3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано відповідно до тематики наукового напрямку Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя в рамках науково-дослідної держбюджетної теми «Розробка транспортно-технологічних систем з пружними та еластичними гвинтовими робочими органами» (№ державної реєстрації 0120U101916), яка реалізується в рамках Постанови Кабінету Міністрів України «Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоспроможною технікою».

### **4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Наукові положення, висновки і рекомендації, які викладені в науковому дисертаційному дослідженні, є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх уточнення автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, розроблено відповідні методики, опубліковано отримані результати та одержано 9 патентів на винаходи.

Теоретичні дослідження проводились з використанням основних положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів, основ конструювання деталей машин, а також сучасних методів математичного моделювання. Експериментальні дослідження здійснено за допомогою методів математичного планування експерименту з використанням комп'ютерної техніки і прикладного програмного забезпечення та стандартних методик із застосуванням спеціально спроектованого та виготовленого технологічного устаткування.

Достовірність отриманих у дисертаційній роботі результатів підтверджується вмілим використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих припущень, кореляцію теоретичних і експериментальних досліджень, і впровадженням одержаних результатів в інженерну практику проектування гвинтових робочих органів з еластичними змінними поверхнями. За результатами роботи одержано дев'ять патентів на корисні моделі і опубліковано результати у вітчизняних фахових та закордонних виданнях.

### **5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.**

Основні наукові результати та висновки дисертаційної роботи пройшли апробацію під час міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференцій та знайшли відображення в публікаціях у вітчизняних фахових та закордонних виданнях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 22 наукових праці, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у закордонному виданні, що входить до міжнародної

наукометричної бази Scopus, 1 розділ в колективній монографії, 9 патентів України на корисні моделі, 6 тез наукових конференцій.

Дисертант отримав такі наукові результати:

- отримали подальший розвиток математичні моделі деформації волокон еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів при зовнішніх навантаженнях, пов'язаних із транспортуванням зернового матеріалу з розв'язком диференціального рівняння для середньої лінії деформації декількох волокон та виведенням емпіричного рівняння регресії величини максимальної деформації волокон, які дозволяють визначати конструктивні параметри волокон;

- вперше розроблено математичну модель взаємозв'язку силових навантажень на зернини із елементами сферичних поверхонь та конструктивних параметрів волокон еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів;

- вперше на основі виведених аналітичних залежностей встановлено умову защемлення зернини між волокнами еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу та внутрішньою поверхнею кожуха;

- вперше виведено емпіричні рівняння взаємозв'язку ступеня пошкодження насінневих зернових матеріалів при транспортуванні та продуктивності цього процесу з конструктивними параметрами та режимами роботи шнекових механізмів із змінними гвинтовими робочими органами з еластичними поверхнями.

## **6. Практичне значення одержаних результатів.**

Проведено структурний синтез конструктивних ознак гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями методом морфологічного аналізу з ієрархічним групуванням, що дозволило отримати нові конструкції шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів, теоретичне та експериментальне дослідження яких дозволило отримати відпрацьовані моделі гвинтових механізмів, що забезпечують мінімальне пошкодження зернових матеріалів при їх транспортуванні гвинтовими конвеєрами.

На основі розроблених технічних рішень було спроектовано та виготовлено дослідну установку і експериментально досліджено удосконалені конструкції гвинтових конвеєрів із гвинтовими робочими органами з щіткоподібною гвинтовою частиною, з периферійною еластичною щіткоподібною частиною, із суцільною камероподібною частиною, і визначено їх основні конструктивно-кінематичні параметри. Конструктивна новизна розроблених технічних рішень захищена дев'ятьма патентами України на корисні моделі.

Результати досліджень упроваджено у Селянському фермерському науково-виробничому господарстві «Коваль» із отриманням значного економічного ефекту.

## **7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

## **8. Зауваження до дисертації.**

1. У першому розділі роботи недостатньо розглянуто характеристики насінневих сільськогосподарських культур, які піддаються стисненню, тертю, ударам при переміщенні шнеками, що призводять до їх макро- та мікропошкодження.

2. В роботі було б доцільно розглядати взаємодію даного робочого органу не з окремою насінною, а з масивом сипкого матеріалу.

3. При проведенні експериментальних досліджень доцільно було б перевірити усі параметри математичної моделі взаємодії волокон еластичного щіткоподібного шнека із зерновим матеріалом.

4. У третьому розділі не зазначено похибок контрольних і вимірювальних приладів і не визначено їх вплив на проведення експериментальних досліджень.

5. У дисертаційній роботі зустрічаються невдалі звороти, поодинокі описки, відхилення від встановленої технічної лексики та інше.

## **9. Висновки щодо дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота Станька Андрія Ігоровича «Обґрунтування параметрів шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (галузь знань 13 «Механічна інженерія») є актуальною, завершеною науково-дослідною роботою, яка містить наукову новизну, теоретичне і практичне значення, що відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, зокрема наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 41.

Здобувач Станько Андрій Ігорович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Рецензент,  
доцент кафедри автоматизації  
технологічних процесів і виробництв  
Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя,  
кандидат технічних наук, доцент

О.Р. Дмитрів