

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 58.052.006
Тернопільського національного
технічного університету і. І. Пулюя
доктору технічних наук, професору
Стаднику Ігорю Ярославовичу

**ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри аграрної
інженерії ім. професора Г.А. Хайліса

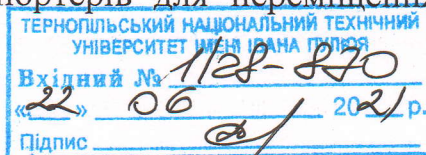
Луцького національного технічного університету

Дідуха Володимира Федоровича

на дисертаційну роботу Никеруя Юрія Степановича «Обґрунтування
параметрів канатної системи малих складських приміщень для переміщення
сільськогосподарських продуктів у тарі» подану на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування

**1. Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими
планами і програмами**

Процеси завантаження складських приміщень сільськогосподарськими
продуктами вимагають чіткого дотримання вимог, які висувають до збереження
якісних та кількісних властивостей транспортованих вантажів, особливо овочів і
фруктів. Для транспортування зібраної сільськогосподарської продукції
використовують, зібрані овочі та фрукти, як правило, вкладають у тару і
спрямовують до місця зберігання. Перевантаження у складських приміщеннях
здійснюють навантажувачами або роликowymi чи стрічковими конвеєрами. Такі
складські приміщення, добре механізовані та автоматизовані, призначені для
зберігання великих партій сільськогосподарської продукції. Але, на сьогоднішній
час з появою значної кількості невеликих фермерських господарств постала
проблема із модернізацією вже існуючих будівель під малі складські приміщення,
які потребують застосування канатних транспортерів для переміщення різних



сільськогосподарських продуктів у тарі при їх завантаженні. Відтак створення нових конструвальних схем канатних систем з обґрунтуванням їх раціональних конструктивних, кінематичних і динамічних параметрів є актуальною задачею для вирішення проблеми зберігання плодоовочевої продукції у фермерських господарствах. Саме ця задача вирішується у дисертаційній роботі Никеруя Юрія Степановича, яка виконана в рамках держбюджетних тем «Моделювання, синтез та розробка енергоефективних транспортуючих та перевантажувальних систем для технологічної обробки насипних вантажів» (№ держ. реєстр. 0117U002246) та «Розробка транспортно-технологічних систем з пружними та еластичними гвинтовими робочими органами» (№ держ. реєстр. 0120U101916), а також госпдоговірної теми «Послуги з розроблення та обґрунтування параметрів транспортно-розвантажувальної системи для транспортування яблук у тарі у складські приміщення» (№ г/д 481-19 ТНТУ імені Івана Пулюя 2019-2020 рр.).

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх вірогідність та повнота викладу в опублікованих працях

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані за результатами теоретичних й експериментальних досліджень, є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх узагальнення автором запропоновано шлях розв'язання проблеми, одержано патенти на винаходи, проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, розроблено відповідні методи і методики, опубліковано отримані результати у фахових виданнях.

Дисертаційні дослідження спираються на загальноприйняту в галузі технічних наук методологію наукового пізнання. Теоретичною основою роботи є наукові праці вітчизняних і закордонних учених у галузях загального і спеціального машинобудування. Інформаційною базою дисертаційної роботи є результати власних наукових досліджень здобувача, а також результати теоретичних й експериментальних досліджень визнаних фахівців, викладені у періодичних наукових виданнях України та інших країн.

Розв'язання поставлених у дисертаційній роботі завдань проведено з використанням методів механіко-математичного моделювання, вищої математики,

класичної механіки, теорії Герца контактної взаємодії продуктів, вибору раціональних технічних рішень. Результати експериментальних досліджень отримано за допомогою спеціально розробленого оснащення з використанням сучасних засобів та методів вимірювань. При проведенні експериментальних досліджень використовували методи планування багатofакторного експерименту. Статистичне опрацювання отриманих даних проведено з використанням прикладних програм для ПЕОМ.

Висновки до дисертаційної роботи є достовірними і підтверджуються результатами досліджень. Зокрема дані наведені в пунктах 2 - 5 підтвержені результатами теоретичних досліджень, пункти 1 - 3 підтверджуються результатами теоретичних та експериментальних досліджень, у пунктах 6 - 8 висвітлені результати експериментальних досліджень, проведених на обладнанні, які захищені деклараційними патентами України на винаходи.

Основні положення та результати дисертації опубліковано в 15 наукових працях, з них 5 статей – у фахових виданнях, одна з яких опублікована в виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази Web of Science, 6 – у тезах наукових конференцій. Наукова технічна новизна підтверджується чотирьома деклараційними патентами України на корисні моделі.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше обґрунтовано раціональні конструктивні параметри рамної підвіски та кутові положення підпружинених важелів з роликками, які взаємодіють з нижньою поверхнею направляючих канатів для рухомих елементів рамної конструкції відносно центральної вертикальної осі, а також кута розташування направляючих канатів до горизонту;

- вперше для коротких канатних систем розроблена модель гравітаційного переміщення підвішеного вантажу із визначенням поточних прогинів навантажених канатів, їх натягу, кінематичних та енергосилових параметрів технологічного процесу;

- вперше розроблено математичну модель ударної взаємодії яблук між собою та з робочими поверхнями тари при їх транспортуванні. Модель побудована на основі теорії Герца, яка дозволила визначити напруження та інші біжучі параметри ударної взаємодії тіл кулястої форми. Особливістю моделі є встановлення змін вказаних параметрів у часі, що дозволяє моделювати процес в режимі обчислюваного експерименту. Наведено залежності зміни контактних сил у часі, а також приклади зміни кінематики яблук при початкових кутових та тангенціальних швидкостях.

4. Практичне значення одержаних результатів

В роботі обґрунтовано нові компоновальні схеми та конструкції канатної системи для завантаження сільськогосподарської продукції в малі складські приміщення зі встановленням її раціональних конструктивно-технологічних параметрів, на базі чого розроблено та виготовлено експериментальну установку канатного механізму та рамної підвіски з центральними та підтискними роликами, які закріплені на підпружинених важелях з основними парами паралельно розташованих канатів з можливостями регулювання їх кута нахилу до горизонту та зусилля натягу.

Побудовані рівняння регресії, поверхні відгуку та двомірні перерізи часу переміщення штучних вантажів у складському приміщенні від кутів розташування канатів до горизонту, маси вантажів та зусилля натягу канатів.

Технічна новизна виконаних розробок захищена 4-ма деклараційними патентами України на корисні моделі.

Отримані наукові та практичні результати, методики й рекомендації, а також експериментальний канатний механізм для переміщення сільськогосподарських продуктів у тарі в малому складському приміщенні, впроваджено у ТОВ «Колос-2» (м. Тербовля, Тернопільської області). Також окремі результати роботи впроваджено в навчальний процес підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» для викладання дисципліни «Механізація зберігання сільськогосподарської продукції» та

підготовки фахівців освітньо-наукового рівня доктор філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» для викладання дисципліни «Основи взаємодії робочих органів з робочим середовищем» в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя.

5. Оцінка змісту роботи в цілому

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків і додатків. Роботу викладено на 189 сторінках, вона містить 81 рисуноків, 11 таблиць, а також додатки. Список літератури включає 156 позицій. Загальний обсяг дисертації становить 214 сторінок.

Перший розділ присвячено аналізу тенденцій розвитку теорії, розрахунку і проектування транспортних канатних систем; характеристиці, призначенню та основним вимогам, які висуваються до роботи піднімально-транспортних машин. Також значну увагу у цьому розділі приділено реологічним властивостям плодів.

У результаті проведеного аналізу досліджень визначено потребу у розробці канатної системи, яка б забезпечувала плавне переміщення вантажів без різких динамічних навантажень, що дозволить суттєво знизити пошкодження сільськогосподарської продукції при завантаженні на зберігання.

У **другому розділі** проведено обґрунтування параметрів транспортної системи канатного механізму для завантаження складських приміщень сільськогосподарською продукцією, розміщеною у тарі. Зокрема обґрунтовано конструктивні параметри контакту рамної конструкції з натяжними важелями та направляючими канатами, силові параметри при взаємодії роликів натяжних важелів з направляючими канатами, параметри переміщення вантажу канатною трасою. Показано, що динамічна стійкість системи забезпечується виконанням канатної дороги із двійними рознесеними тросами та встановленню притискних роликів, що взаємодіють з канатами для попередження поздовжніх коливань. Раціональний кут нахилу тросів для коротких канатних трас із гравітаційним переміщенням вантажу становить 5-15 градусів. Встановлено, що раціональна довжина канату, із врахуванням його натягу від навантажень, становить від $1,002 \pm 0,002$ м на віддалі між точками підвісу по прямій. При цьому максимальний

прогин траси від цієї прямої буде становити 0,02-0,05 м від довжини траси.

У розділі запропонована динамічна імітаційна модель контактної взаємодії яблук. Вона дозволила провести обчислюваний експеримент і встановити час та біжучі сили контактної взаємодії в залежності від фізико-механічних характеристик та кінематики тіл взаємодії (яблук) під час їх контакту в залежності від початкових умов.

У третьому розділі роботи представлено програму, методику та устаткування для виконання експериментальних досліджень канатного механізму.

Зокрема розроблено компоувальні та конструктивні схеми експериментальної конструкції канатного механізму та його елементів для завантаження складського приміщення тари з штучними вантажами.

Також розроблено методики проведення експериментальних досліджень з визначення зусиль підтискання канатів важелями з роликками рамної конструкції, проведення досліджень на експериментальній установці канатного механізму та проведення експериментальних досліджень з визначення часу транспортування штучних вантажів в складському приміщенні канатним механізмом за багатофакторним експериментом.

Для проведення експериментальних досліджень спроектовано і виготовлено обладнання конструкції канатного механізму для проведення експериментів в реальних умовах виробництва.

Четвертий розділ присвячено результатам експериментальних досліджень з визначення жорсткості пружин розтягу та величини прогину канатів в різних зонах їх розташування в складському приміщенні; сили вертикального навантаження важелів мірними вантажами; залежності часу транспортування вантажів канатним механізмом у складському приміщенні від кутів розташування канатів до горизонту, зусилля їх натягу та маси вантажів у тарі за багатофакторним експериментом.

Також у розділі виконано техніко-економічне обґрунтування використання канатних систем малих складських приміщень для переміщення сільськогосподарських вантажів у тарі.

6. Відповідність розширеної анотації основним положенням дисертації

Зміст розширеної анотації у повній мірі висвітлює основні положення і результати дисертаційної роботи. Висновки, викладені у дисертації і розширеній анотації, повністю ідентичні.

7. Основні зауваження по роботі

1. В розділі 2 перед вибором конструкції підвісної рамної конструкції доцільно було провести їх синтез, оскільки можливі різні варіанти підвісної конструкції та її підпружинення.

2. В роботі приведено диференціальне рівняння руху підпружиненої системи (2.86), проте не зроблений детальний аналіз впливу сил N_1 та N_2 від підпружинених роликів на рух системи.

3. В роботі сказано, що канатною системою можуть переміщатися різні вантажі, в тому числі різною вагою. Проте, при цьому, пружини та сили, що діють на підтискні ролики залишатимуться такі ж. В роботі не повністю розкрито, як це вплине на рух системи в цілому.

4. При переміщенні вантажу у тарі (ящику) доцільно було розглянути схему розміщення яблук у тарі та розрахункову схему для визначення контактних сил ряду яблук у стінки тари.

5. При вкладанні у тару овочів і фруктів часто використовують матеріали, які вкладають між окремими плодами. Чи впливатиме він на роботу системи і якість збереження яблук. Як система впливатиме на переміщення інших видів плодів і овочів при їх завантаженні на зберігання?

6. Результати експериментально встановлених прогинів траси під навантаженням (рис. 4.4) доцільно було порівняти із значеннями, отриманими при реалізації теоретичних моделей.

6. Результати експериментальних досліджень та частина висновків наведені для траси конкретної довжини. Доцільно було б привести, як вони змінюватимуться при зміні довжини траси та діаметра троса.

8. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Актуальність теми дисертаційної роботи, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в ній, дають підставу стверджувати, що вона відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ №576 від 24.07.2013.

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, яка має наукову новизну, теоретичне і практичне значення. Виконана на високому науковому рівні та у повній мірі відповідає паспорту спеціальності 133 - Галузеве машинобудування, у ній висвітлено напрямки дослідження, які зазначено у даному паспорті.

Вважаю, що автор дисертаційної роботи «Обґрунтування параметрів канатної системи малих складських приміщень для переміщення сільськогосподарських продуктів у тарі» Никеруй Юрій Степанович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії PhD за спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України,
завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. професора Г.А.Хайліса
Луцького національного
технічного університету

В.Ф. Дідух



ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:
Учений секретар
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
доц. А.Земко