

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 58.052.017
Тернопільського національного
технічного університету ім. І. Пулюя
доктору технічних наук, професору
Стаднику Ігорю Ярославовичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук, доцента Клендія Миколи Богдановича
на дисертаційну роботу Станька Андрія Ігоровича
«Обґрунтування параметрів шнекових механізмів з еластичними змінними
поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми.

Шнекові механізми із різними конструкціями гвинтових робочих органів широко застосовуються в машинах для перевантаження або переміщення різноманітних сипких матеріалів у різних галузях виробництва, зокрема сільського господарства. Для виконання завантажувально-розвантажувальних операцій питома частка використання цих машин, за даними із різних джерел, складає від 40 % до 50 %. Це можна пояснити простотою їх конструкції та надійністю при експлуатації з високими показниками ефективності.

Специфіка роботи шнекових механізмів, а також різноманітність конструктивних параметрів шнеків зумовлена різними реологічними властивостями сипких матеріалів, що піддаються транспортуванню. Недоліки звичайних гвинтових конвеєрів при транспортуванні насінневих зернових матеріалів пов'язані з пошкодженням зерен, що при взаємодії з робочими органами шнекових механізмів піддаються різноманітним механічним впливам, зокрема стисненню, тертю, ударам, які призводять до їх макро- та мікропошкоджень.

Удосконалення існуючих конструкцій гвинтових конвеєрів дозволяє істотно зменшити відсоток пошкодження зерен під час транспортування, що дозволяє зекономити тисячі центнерів насінневих зернових матеріалів при висіві в ґрунт, підвищити при цьому врожайність культур і їх товарні якості.

Одним із резервів, спрямованих на зниження пошкоджень зерна при транспортуванні шнековими механізмами, є удосконалення процесу транспортування шляхом повної заміни сталевих витків шнека на еластичні, або часткове обрамлення їх зовнішньої кромки еластичним матеріалом.

У зв'язку з цим розроблення нових конструкцій гвинтових конвеєрів з гвинтовими робочими органами із еластичними поверхнями, дослідження впливу їх параметрів на продуктивність транспортування та ступінь

пошкодження насінневих зернових матеріалів є актуальним завданням.

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».

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Станька А.І. за результатами теоретичних та експериментальних досліджень є достатньо високою.

Вона базується на аналізі наукових та науково-технічних джерел за даною проблемою, коректній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, критичному аналізі отриманих результатів та порівнянні їх з результатами інших дослідників, узагальнюючому формулюванні висновків. Дослідження виконано з використанням теоретичних та експериментальних методів і концепцій. Автором запропоновано шляхи вирішення поставлених завдань, одержано патенти на корисні моделі, опубліковано отримані результати у фахових виданнях.

Висновки до дисертаційної роботи є достовірними і підтверджуються результатами досліджень. Зокрема, дані, наведені в пунктах 1–4, підтверджені результатами теоретичних досліджень та комп'ютерного моделювання, пункти 1, 5–7 підтверджуються результатами експериментальних досліджень, проведених на обладнанні, конструктивні елементи якого захищені патентами України, а також актом промислового випробування.

3. Достовірність і наукова новизна результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується використанням апробованих методів математичного моделювання, класичної механіки, диференціального числення, чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь, опору матеріалів.

Експериментальні дослідження проведені в лабораторних умовах із використанням розробленого устаткування. Методика проведення експериментальних досліджень ґрунтується на методах математичного планування факторних експериментів.

Обробку експериментальних даних проведено із використанням методів математичної статистики та прикладного програмного забезпечення.

4. До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- одержало подальший розвиток встановлення взаємозв'язку деформації волокон еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів з

конструктивними параметрами волокон та зовнішнім навантаженням при транспортуванні зернового матеріалу з виведенням диференціального рівняння, що описує середню лінію деформації волокон та емпіричного рівняння величини максимальної деформації волокон на основі даних експериментальних досліджень;

- вперше розроблено математичні моделі, які функціонально описують силові навантаження на зернини із елементами сферичних поверхонь та умову її защемлення при взаємодії з волокнами еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів та внутрішньою поверхнею кожуха;

- вперше виведено емпіричні залежності, які характеризують продуктивність та ступінь пошкодження насінневих зернових матеріалів при транспортуванні гвинтовими конвеєрами із гвинтовими робочими органами з еластичними поверхнями залежно від параметрів процесу.

5. Значимість отриманих результатів для практичного використання полягає у тому, що в роботі запропоновано й експериментально обґрунтовано удосконалені конструкції гвинтових конвеєрів із гвинтовими робочими органами з щіткоподібною гвинтовою частиною, з периферійною еластичною щіткоподібною частиною, із суцільною камероподібною частиною та визначено їх основні конструктивно-кінематичні параметри.

Результати порівняльної оцінки удосконалених та базового гвинтових конвеєрів підтвердили технологічну ефективність їх застосування при транспортуванні насінневих зернових матеріалів. Конструктивна новизна технічних рішень захищена дев'ятьма патентами України на корисні моделі.

Результати досліджень упроваджено у Селянському фермерському науково-виробничому господарстві «Коваль».

6. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 22 наукових працях, із них – 5 статей у фахових виданнях України, 1 стаття – у закордонному виданні, що індексується у наукометричній базі Scopus, 1 розділ в колективній монографії, 9 патентів України на корисні моделі, 6 тез наукових конференцій.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на численних міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях.

У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

7. Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Станька Андрія Ігоровича складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, 4 додатків. Основні результати роботи викладено на 166 сторінках. Загальний обсяг дисертації складає 207 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та завдання наукових досліджень, наведено дані про зв'язок роботи з науковими

програмами, вказана наукова новизна, практичне значення та реалізація результатів дисертаційного дослідження, наведено дані щодо апробації роботи, публікацій та впровадження її результатів.

У першому розділі «Стан питання та завдання дослідження» проведено аналіз стану сучасних технологій та літературно-патентний пошук конструкцій машин і механізмів для транспортування сипких матеріалів гвинтовими робочими органами та наведено огляд наукових досліджень з даного питання. Зокрема, представлено типові конструкції гвинтових конвеєрів різних виробників та основні типи гвинтових робочих органів для різних сфер їх застосування. Наведено конструкції робочих органів гвинтових конвеєрів з еластичними поверхнями. Окреслено основні напрямки забезпечення зменшення пошкоджень зернових та насінневих матеріалів.

У другому розділі «Теоретичні передумови дослідження процесу транспортування зернових матеріалів еластичними щіткоподібними гвинтовими робочими органами» проведено структурний синтез конструкцій гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями модифікованим методом морфологічного аналізу. Проведено теоретичні дослідження деформації волокон еластичних щіткоподібних гвинтових робочих органів при транспортуванні зернового матеріалу з виведенням та розв'язком диференціального рівняння для середньої лінії деформації волокон. Проведено теоретичні дослідження параметрів взаємодії волокон еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу із зерновим матеріалом. Визначено умову защемлення зернини між волокнами еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу та внутрішньою поверхнею кожуха.

У третьому розділі «Програма і методика експериментальних досліджень шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів» представлено програму і методику експериментальних досліджень. Приведено конструкції спроектованих та виготовлених гвинтових конвеєрів 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. Визначено параметри шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для проведення експериментальних досліджень. Представлено методику проведення повнофакторних експериментів із визначенням величини продуктивності транспортування, ступеня пошкодження насінневого зернового матеріалу при їх транспортуванні та величини максимальної деформації нейлонових волокон гвинтового робочого органу з щіткоподібною гвинтовою частиною.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» представлено результати проведених повнофакторних експериментальних досліджень, які представлені рівняннями регресії та їх графічним відображенням у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірного перерізу. Зокрема представлено результати експериментальних досліджень продуктивності транспортування та ступеня пошкодження насінневих зернових матеріалів гвинтовими конвеєрами із трьома типами гвинтових робочих органів

з еластичними поверхнями: суцільною камероподібною частиною, з периферійною еластичною щіткоподібною частиною, з щіткоподібною гвинтовою частиною. Крім цього представлено результати експериментальних досліджень з виведенням рівняння регресії величини максимальної деформації нейлонових волокон гвинтового робочого органу з щіткоподібною гвинтовою частиною.

У п'ятому розділі «Проектування перспективних конструкцій шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів» представлено нові конструкції шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями, що забезпечують зменшення ступеня пошкодження зернового матеріалу при його транспортуванні. Розглянуто технологічність конструкцій та способи виготовлення гвинтових робочих органів з еластичною робочою поверхнею. Проведено обґрунтування техніко-економічної ефективності використання гвинтових робочих органів з еластичними поверхнями, враховуючи вимогу зменшення пошкодження при транспортуванні насінневих зернових матеріалів.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел охоплює вітчизняні та закордонні публікації із 217 найменувань.

Зміст розширеної анотації у достатній повноті відображає зміст дисертації та розкриває основні наукові результати і практичну цінність роботи.

8. До дисертаційної роботи необхідно зробити такі зауваження.

1. В першому розділі доцільно було б розглянути характеристики сипких матеріалів, для яких травмування є втратою якісних властивостей, зокрема, насіння сільськогосподарських культур.

2. Доцільно було б приділити більше уваги аналізу і вибору кращих варіантів гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями після генерування конструкцій методом морфологічного аналізу з ієрархічним групуванням (п. 2.1).

3. Бажано було б дослідити вплив конструктивних параметрів еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу на умову защемлення зернини іншої форми, а не тільки зернового матеріалу, що має сферичну форму.

4. Не всі параметри математичної моделі взаємодії волокон еластичного щіткоподібного гвинтового робочого органу із зерновим матеріалом перевірені експериментально.

5. Для кращого розуміння сутності розроблених у дисертаційній роботі математичних моделей необхідно було б вказати одиниці вимірювання змінних і постійних величин, які в них входять.

6. Оскільки автор має справу з сипким матеріалом, то бажано було б розглядати взаємодію даного робочого органу не з окремою насінниною, а з їх масивом.

7. При проведенні експериментальних досліджень доцільно було розширити номенклатуру зернових матеріалів, що піддаються транспортуванню гвинтовими робочими органами з еластичними змінними поверхнями.

8. Бажано було б вказати передумови вибору регресійних моделей (4.1), (4.2), (4.5), (4.6), (4.9), (4.10), (4.13), (4.14), (4.15), (4.19) та навести декілька статистичних показників, які б відображали значущість їх параметрів.

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

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Станька Андрія Ігоровича на тему «Обґрунтування параметрів шнекових механізмів з еластичними змінними поверхнями для транспортування насінневих зернових матеріалів» за своїм змістом відповідає спеціальності 133 – Галузеве машинобудування.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій розв'язано важливе науково-прикладне завдання зниження ступеня пошкодження насінневих зернових матеріалів при транспортуванні гвинтовими конвеєрами шляхом розроблення нових змінних гвинтових робочих органів з еластичними поверхнями і вибору раціональних конструктивних параметрів та режимів їх роботи.

Виконані наукові дослідження за ступенем актуальності наукової теми, обґрунтованості наукових положень, їх новизни, повноти викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, достатнього рівня апробації результатів дослідження на міжнародних конференціях, відсутності порушень академічної доброчесності, науковим рівнем та практичним значенням відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України, зокрема вимогам 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, затверженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 41, а її автор, Станько Андрій Ігорович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри прикладної
механіки та технічного сервісу
Відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»,
кандидат технічних наук, доцент

М.Б. Клендій