

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Карпа Івана Володимировича

«Обґрунтування параметрів шнекового транспортера 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.

Шнекові робочі органи набули широкого застосування у конструкціях сільськогосподарських машин, виконуючи функції транспортування, завантаження та розвантаження сипких і дрібнодисперсних матеріалів. Значна частка таких механізмів у структурі транспортуючих систем агропромислового комплексу, яка за різними літературними джерелами становить близько 40–50%, зумовлена їхньою універсальністю, технологічною ефективністю та можливістю інтеграції у різні виробничі процеси. Експлуатаційні характеристики шнекових транспортерів істотно залежать від фізико-механічних і реологічних властивостей матеріалів, що піддаються переміщенню, зокрема, вологості, густини, гранулометричного складу та схильності до ущільнення, що визначає вибір геометричних параметрів, конструктивного виконання та режимів роботи шнекових механізмів.

До ключових переваг шнекових транспортерів належать конструктивна простота, висока технологічна надійність, компактність, зручність компонування в обмеженому робочому просторі, а також можливість забезпечення герметичного транспортування матеріалу, що особливо важливо при роботі з пилоподібними, зернистими або чутливими до впливу навколишнього середовища вантажами. Крім того, шнекові транспортуючі системи характеризуються відносною простотою технічного обслуговування, низькою трудомісткістю монтажу та можливістю реалізації безперервного технологічного процесу подавання матеріалу.

Водночас експлуатація шнекових транспортерів супроводжується низкою суттєвих обмежень. До основних недоліків належать підвищені питомі енерговитрати на транспортування, інтенсивне зношування робочих поверхонь, а також механічне пошкодження або подрібнення сипкого матеріалу, що є важливим при переміщенні зернових матеріалів.

Незважаючи на значну кількість науково-технічних досліджень, присвячених питанням проєктування, розрахунку та оптимізації параметрів шнекових транспортерів, сучасний рівень розвитку аграрного виробництва потребує подальшого вдосконалення існуючих конструктивних рішень і створення нових технічних систем із покращеними енергетичними та експлуатаційними характеристиками. Особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на підвищення енергоефективності, забезпечення стабільності технологічного процесу транспортування, мінімізацію механічного травмування зернового матеріалу та підвищення довговічності робочих органів.

У зв'язку з цим розв'язання науково-прикладного завдання, пов'язаного з

розробленням, теоретичним обґрунтуванням і практичною реалізацією раціональних конструкцій шнекових транспортерів, є важливим напрямом інженерних досліджень. Реалізація таких технічних рішень сприятиме зниженню енерговитрат, підвищенню ефективності транспортно-технологічних операцій та зменшенню рівня пошкодження зернового матеріалу, що має вагоме значення для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності аграрного сектору.

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

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 228 сторінок друкованого тексту: 161 сторінка основного тексту, 64 рисунки, 14 таблиць, списку використаних джерел із 147 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 шнекових транспортерів і їх робочих органів та їх використання при виконанні різних операцій; розкрито вклад науковців у дослідження гвинтових механізмів. Виконано обґрунтування вибору робочих органів малогабаритного шнекового транспортера.

У другому розділі виконано теоретичне дослідження робочого процесу шнекового транспортера. Здійснено аналітичне моделювання динаміки переміщення зернового матеріалу в робочому просторі кожуха шнекового транспортера для двох характерних режимів руху: у першому випадку елементарна частинка зернового матеріалу здійснює переміщення виключно по робочій поверхні спірального витка шнека; у другому - рух частинки відбувається одночасно по поверхні спірального витка та внутрішній поверхні кожуха транспортера, що супроводжується складнішою кінематикою взаємодії. Проведено теоретичний аналіз кінематики руху елементарної маси зернового матеріалу в міжвитковому просторі шнекового транспортера, базований на дослідженні закономірностей зміни кінетичної енергії під час переміщення матеріалу, а також енергетичних характеристик процесу співудару частинок у внутрішньому просторі кожуха. Розроблено аналітичні залежності, що описують закономірності зміни продуктивності шнекового транспортера та енергетичних витрат процесу транспортування зернового матеріалу, з урахуванням впливу конструктивних і кінематичних параметрів шнека на ефективність функціонування транспортної системи.

У третьому розділі представлено програму і методику проведення експериментальних досліджень шнекового транспортера зернових матеріалів для визначення його параметрів. Описано конструкцію розробленого та виготовленого дослідного зразка шнекового транспортера із різними діаметрами кожухів, регульованою площею вихідного отвору бункера та частотою обертання шнека. У розділі зазначено параметри шнекового транспортера для

проведення експериментальних досліджень. Представлено методику проведення повнофакторних експериментів для визначення продуктивності транспортування, витрат потужності, пошкодження зернового матеріалу для процесу транспортування зерна пшениці.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений результатам експериментальних досліджень. Представлено результати експериментальних досліджень продуктивності, витрат потужності шнекового транспортера, пошкодження зернового матеріалу для процесу транспортування зерна пшениці. Виведено відповідні емпіричні рівняння регресії в результаті статистичного оброблення даних експериментів. За результатами дослідження рекомендовано раціональні значення основних параметрів шнекового транспортера.

П'ятий розділ включає основні запропоновані напрямки вдосконалення гвинтових транспортних механізмів для переміщення зернових культур. Також проведено обґрунтування техніко-економічної ефективності використання шнекового транспортера із зростаючим кроком витків шнека.

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

Список використаних джерел охоплює вітчизняні та закордонні публікації із 147 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 роботи ВК 72-24 «Розроблення енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виробництва робочих органів гвинтових транспортно-технологічних машин» (№ державної реєстрації 0124U002485).

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.

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, прикладного програмного забезпечення та стандартних методик із

застосуванням спеціально спроектованої та виготовленої лабораторної установки

Достовірність отриманих у дисертаційній роботі результатів підтверджується вмілим використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих припущень, кореляцію теоретичних і експериментальних досліджень, впровадженням одержаних результатів в інженерну практику проектування шнекових транспортерів.

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

Основні наукові результати та висновки дисертаційної роботи пройшли апробацію під час міжнародних науково-технічних та наукових конференцій та знайшли відображення в публікаціях у вітчизняних фахових виданнях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 8 наукових праць, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 3 тези наукових конференцій.

Дисертант отримав такі наукові результати:

- вперше розроблено математичну модель, що функціонально відображає перехідні процеси переміщення зернового матеріалу робочими поверхнями шнекового транспортера. Розроблену модель представлено у параметричній формі, що дозволяє враховувати вплив кінематичних і геометричних параметрів шнека на характер руху матеріалу;

- вперше розроблено математичну модель, яка описує закономірності руху елементарної маси зернового матеріалу в міжвитковому просторі шнекового транспортера, забезпечуючи можливість оцінювання динамічних параметрів процесу транспортування;

- виведено регресійні залежності, що характеризують рівень механічного пошкодження зерна пшениці робочими органами шнекового транспортера залежно від сукупності конструктивних та технологічних параметрів функціонування транспортної системи;

- уточнено емпіричні моделі визначення продуктивності та енергетичних витрат процесу транспортування зерна пшениці шнековим транспортером шляхом урахування впливу змінного кроку витків шнека.

6. Практичне значення одержаних результатів.

У межах проведених досліджень розроблено конструктивне виконання шнекового транспортера, особливістю якого є змінний зростаючий крок витків шнека, що спрямовано на підвищення ефективності процесу транспортування зернових матеріалів.

Для експериментального дослідження закономірностей переміщення сипких матеріалів спроектовано та виготовлено лабораторну установку, яка забезпечує можливість дослідження технологічного процесу транспортування шнековим транспортером і проведення комплексної оцінки впливу конструктивно-технологічних параметрів на його експлуатаційні характеристики.

Розроблено методичний підхід до визначення рівня пошкодження зерна пшениці в процесі його транспортування шнековим транспортером, а також обґрунтовано раціональні геометричні та кінематичні параметри робочих органів транспортера, що забезпечують зниження механічного впливу на зерновий матеріал та підвищення якості технологічного процесу.

Практичне впровадження результатів дослідження здійснено у виробничих умовах Фермерського господарства «Княже поле», де запропоновані технічні рішення інтегровано у виробничий процес. Крім того, отримані результати використовуються в освітньому процесі кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя під час викладання навчальної дисципліни «Обладнання та транспортні засоби машинобудівних виробництв» у підготовці здобувачів освітнього рівня бакалавра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

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 частині дисертації, де вказано про апробацію результатів дисертації вказано, що основні положення та результати роботи доповідались і обговорювались на чотирьох конференціях, проте у списку опублікованих праць за темою дисертації представлено тези лише трьох конференцій.

2. У першому розділі роботи доцільно було б розглянути характеристики зернових матеріалів, які піддаються механічним впливам при переміщенні шнековими транспортерами, що призводять до їх макро- та мікропошкодження. А також технічні рішення шнекових транспортерів для зменшення пошкодження зернових матеріалів.

3. При проведенні експериментальних досліджень доцільно було розширити номенклатуру зернових матеріалів, що піддаються транспортуванню шнековим транспортером.

4. Доцільно було б представити на схемі чи на фотографіях конструкцію «пірамідального вкладиша трапецевидної форми», за допомогою якого встановлювали необхідну площу вихідного отвору завантажувального бункера при проведенні експериментів.

5. У висновках вказано, що раціональне значення частоти обертання шнека знаходиться в межах 250...300 об/хв, проте дослідження проведено для частот обертання шнека в межах від 120 об/хв до 280 об/хв. Не зрозуміло на основі чого встановлено раціональні значення частоти обертання шнека в діапазоні від 281 об/хв до 300 об/хв.

6. Технічну новизну виконаних розробок дисертації доцільно було б захистити хоча б одним патентом України.

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

9. Висновки щодо дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Карпа Івана Володимировича «Обґрунтування параметрів шнекового транспортера зернових матеріалів», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (галузь знань 13 «Механічна інженерія») є актуальною, завершеною науковою працею, що виконана на належному науковому та практичному рівні з логічним та доступним викладенням матеріалу, 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 вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Карп Іван Володимирович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Рецензент,
доцент кафедри інжинірингу
машинобудівних технологій
Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
кандидат технічних наук, доцент

Андрій ДЯЧУН

Підпис рецензента, к.т.н., доцента Андрія Дячуна засвідчую:

Проректор з наукової роботи
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя,
д.т.н., професор



Павло МАРУЩАК