

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інженерного та комп'ютерного забезпечення агропромислового комплексу Луцького національного технічного університету, Дідуха Володимира Федоровича на дисертаційну роботу Мельничука Андрія Леонідовича «Обґрунтування конструкції та параметрів полого нахиленого гвинтового конвеєра з обертовим кожухом», що представлена на захист у спеціалізованій вченій раді К 58.052.03 Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пуллюя на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 – піднімальні – транспортні машини

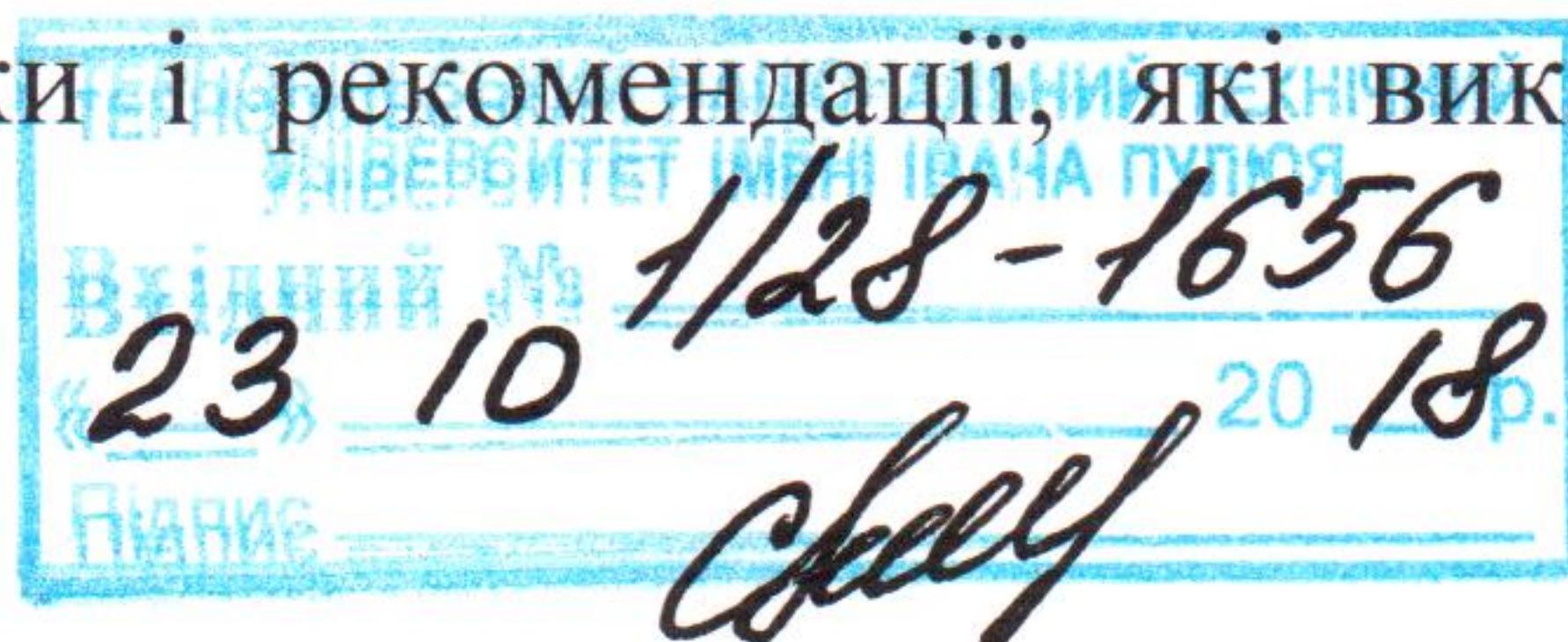
### 1. Актуальність теми дослідження

Подані до захисту результати дисертаційних досліджень спрямовані на вирішення проблеми з пошуку шляхів створення ефективних гвинтових конвеєрів, що забезпечують зменшення питомих енерговитрат і підвищення їх продуктивності. У широкій гаммі механізмів та машин основні завантажувально-розвантажувальні операції забезпечують гвинтові транспортери. При цьому на їх ефективну роботу особливо не впливають властивості матеріалів з різною структурою і фракційністю. Такі механізми створюють умови безперервного процесу, не змінюють фізико-механічні властивості переміщуваних вантажів. Вони є конструктивно нескладними та надійними в експлуатації, можуть агрегатуватись з іншим обладнанням з метою забезпечення максимальної механізації й автоматизації виробничих операцій. Проте основним недоліком відомих гвинтових конвеєрів є порівняно низька продуктивність і, як наслідок, висока енергоємність транспортування.

Підвищувати продуктивність гвинтових конвеєрів можна за рахунок збільшення осьової швидкості переміщення вантажу. Це можна реалізувати якщо конструкція гвинтового конвеєра передбачає обертання кожуха. У такому випадку зростають відцентрові сили, які діють на матеріал і зменшуються сили тертя між сипким матеріалом та робочими елементами транспортера. Тому актуальною науково-прикладною задачею є розроблення та практична реалізація нових конструкцій гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами, які забезпечують зменшення питомих енерговитрат і підвищення продуктивності переміщення сипких вантажів.

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

Наукові положення, висновки і рекомендації, які викладені в науковому



дисертаційному дослідженні, є достатніми та належним чином обґрутованими. Для їх аргументації автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, розроблено відповідні методики. В процесі проведення досліджень отримані патенти на винаходи, результати у повній мірі опубліковано у фахових виданнях. Поставлена проблема і знайдено шляхи її вирішення.

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 необхідних методик із застосуванням спеціально спроектованого та виготовленого технологічного устаткування. Достовірність отриманих у дисертації результатів підтверджується вмілим використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих припущень, кореляцією теоретичних і експериментальних досліджень і впровадженням отриманих результатів в інженерну практику проектування гвинтових конвеєрів.

Висновки до дисертаційної роботи є достовірними і підтверджуються результатами досліджень. Зокрема дані наведені в пункті 3, 8 підтверджені результатами теоретичних та експериментальних досліджень, пункти 4, 5, 6, 7 отримано на основі експериментальних досліджень і підтверджено деклараційними патентами України на винахід, пункти 1, 2 підтверджені результатами теоретичних досліджень.

За результатами досліджень автора опубліковано 26 наукових праць, з них – 7 статей у фахових виданнях України, 1 стаття – у закордонному виданні, що індексується у наукометричній базі Scopus, 11 деклараційних патентах України на корисні моделі, 7 тезах наукових конференцій.

### **3. Наукова новизна отриманих результатів**

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше досліджено кінематику вантажу у полому нахиленому гвинтовому конвеєрі з обертовим кожухом, отримано параметричні рівняння траєкторії, швидкості та прискорення руху вантажу, які дозволяють визначати інтенсивність переміщення матеріалів та продуктивність роботи конвеєра;

- вперше встановлено закономірності зміни навантажень у полого нахиленому гвинтовому конвеєрі з обертовим кожухом та виведено аналітичні залежності для визначення енергосилових параметрів процесу;

- одержало подальший розвиток дослідження швидкостей сипкого матеріалу у нахиленому гвинтовому конвеєрі із обертовим кожухом графоаналітичним методом із встановленням умови швидкісного осьового переміщення вантажу, що залежить від співвідношення частот обертання шнека та кожуха;

- вперше визначено закономірності зміни кутового параметру вантажу для випадку тихохідного транспортування і усталеного руху для горизонтального та полого нахиленого конвеєрів з обертовим кожухом.

#### **4. Практичне значення одержаних результатів**

Проведено структурний синтез гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу й отримано ряд конструкцій з покращеними технологічними характеристиками, що дало можливість часткового вирішення питання підвищення продуктивності транспортування сипких вантажів при зниженні питомих енерговитрат.

Розроблено та проведено випробування нового гвинтового конвеєра з обертовим кожухом із встановленням його конструктивних та технологічних параметрів. Результати порівняльної оцінки модернізованого гвинтового конвеєра із базовим підтвердили ефективність його застосування при транспортуванні сипких матеріалів. Отримано емпіричні залежності для визначення продуктивності, потужностей на приводах шнека та кожуха і питомих енерговитрат полого нахиленого гвинтового конвеєра з обертовим кожухом.

Технічна новизна розробок захищена 11-ма деклараційними патентами України на корисні моделі. Отримані наукові та практичні результати впроваджено у ФГ «СВІТОЧ» та СФНВГ «Коваль». Прогнозований річний економічний ефект від застосування гвинтового конвеєра з обертовим кожухом складає 31002 грн.

#### **5. Оцінка змісту роботи в цілому**

Загальний обсяг дисертації 212 сторінок, в тому числі 155 сторінок основного тексту, 64 рисунки, 17 таблиць. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел із 157 найменувань та 3 додатків.

У **вступі** подано загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність даної теми і обґрунтована необхідність розв'язання поставленої науково-прикладної задачі.

У **першому розділі** проведено аналіз теоретичних і експериментальних досліджень та різних типів конструкцій гвинтових конвеєрів. Також у розділі проведено аналіз робіт, які пов'язані з дослідженням руху сипких вантажів у гвинтових каналах і взаємодії їх із гвинтовими робочими органами. Намічені шляхи підвищення ефективності функціонування гвинтових конвеєрів за рахунок розроблення гвинтового конвеєра нового типу - з обертовим кожухом, що дозволить забезпечувати процес транспортування вантажів з мінімальними питомими енерговитратами і підвищеною продуктивністю.

У **другому розділі** проведено структурний синтез конструкцій гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами і згенерованих варіантів шляхом експертного оцінювання та запатентовано нові моделі з покращеними експлуатаційними характеристиками. У розділі досліджено кінематику сипкого матеріалу у гвинтових конвеєрах з обертовими кожухами і встановлено, що для режиму

швидкохідного транспортування доцільно надавати обертовий рух кожуху в напрямку протилежному обертанню шнека, а для процесу змішування транспортованого матеріалу доцільним є обертання кожуха в напрямку обертання шнека.

У розділі приведено результати дослідження з визначення енергосилових параметрів гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами в результаті яких встановлено, що використання гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами дозволяє зменшити питомі енерговитрати під час транспортування вантажу порівняно із гвинтовими конвеєрами із нерухомим кожухом на 27-14 % для кожухів із частотою обертання 500об/хв. та на 25% - 8% для кожухів із частотою обертання 600об/хв. Також встановлено, що підвищення частоти обертання кожуха призводить до підвищення продуктивності гвинтового конвеєра на 22% для кожухів із частотою обертання 500 об/хв. та на 32% для кожухів із частотою обертання 600 об/хв. - порівняно із його роботою у нерухомому кожусі.

Також у розділі проведено дослідження швидкостей сипкого матеріалу у гвинтових конвеєрах з обертовими кожухами графоаналітичним методом в результаті чого побудовано графічні залежності з визначення величини кутової швидкості обертання кожуха з врахуванням кута підйому витка та коефіцієнта тертя між матеріалом, що транспортується та робочими органами. Для такого конвеєра, змінюючи частоту обертання кожуха, можна регулювати швидкість подачі матеріалу до повного його зупинення при обертанні шнека. Також для випадку тихохідного транспортування для усталеного руху визначено значення кутового параметру вантажу.

У третьому розділі розроблено програму і методику експериментальних досліджень гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами, яка передбачала етапи розроблення та виготовлення гвинтового конвеєра з обертовим кожухом з можливістю зміни основних робочих параметрів та проведення лабораторних досліджень для визначення залежностей продуктивності, потужності на приводі шнека, потужності на приводі кожуха, сумарної потужності на приводах шнека та кожуха, питомих енерговитрат досліджуваного конвеєра, і статистичне оброблення отриманих експериментальних результатів.

**Четвертий розділ** присвячено результатам проведених експериментальних досліджень з використанням повнофакторного експерименту. Отримано регресійні рівняння для визначення впливу зміни продуктивності гвинтового конвеєра з обертовим кожухом, потужності на приводі шнека, потужності на приводі обертового кожуха, сумарної потужності на приводах шнека та обертового кожуха, питомих енерговитрат транспортування матеріалів.

Встановлено, що зростання частоти обертання кожуха призводить до підвищення продуктивності конвеєра на 18-25% порівняно із його роботою у нерухомому кожусі. Раціональною є частота обертання кожуха від 480 до 600

об/хв., оскільки при цьому відбувається найбільший приріст продуктивності гвинтового конвеєра з обертовим кожухом.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що надання обертового руху кожуху призводить до зниження питомих енерговитрат конвеєра від 1,8 до 22% порівняно із його роботою у нерухомому кожусі. Тому надання обертового руху кожуху конвеєра є доцільним способом зниження питомих енерговитрат та підвищення продуктивності конвеєра під час транспортування сипких матеріалів порівняно із з нерухомим кожухом.

**У п'ятому розділі** проведено обґрунтування технологічності конструкції і розроблено інженерну методику проектування гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами. Також у розділі представлено цілий ряд перспективних розробок різних типів гвинтових конвеєрів і їх гвинтових робочих органів, які захищені 11-ма деклараційними патентами на корисні моделі, і проведено обґрунтування економічної ефективності від використання гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами. Встановлено, що річна економія від використання гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами становить 31002,31 грн. Відмічено, що окремі результати роботи впроваджено у ФГ «СВІТОЧ» та СФНВГ «Коваль».

## **6. Відповідність автореферату основним положенням дисертації**

Зміст автореферату у достатній мірі відображає основні положення та результати дисертаційної роботи, висновки в дисертації та авторефераті повністю ідентичні.

## **7. Основні зауваження по роботі**

1. В огляді літературних джерел доцільно було б провести більш детальний аналіз останніх зарубіжних теоретичних досліджень по даній тематиці.

2. При розгляді характеристик і траєкторії руху потоку сипкого матеріалу недостатньо використано його реологічні показники (п. 2.2).

3. Бажано було б вказати передумови вибору регресійних моделей (3.6) та навести декілька статистичних показників, які б відображали значущість їх параметрів.

4. Варто уточнити про яку розбіжність потужностей на приводах кожуха та гвинтового конвеєра під час його роботи у експериментальних та теоретичних даних йдеться (стор. 134). Автор вказав її межі: 17%. Однак, незрозуміло чи це відноситься до максимальних відхилень чи до коефіцієнта варіації або ж іншого статистичного показника.

5. У четвертому розділі наведено залежності впливу параметрів гвинтового конвеєра на показники його продуктивності, потужності і питомих енерговитрат. Однак, необхідно було б більш детальніше проаналізувати отримані залежності та вказати на ті процеси, які спричиняють саме такі залежності.

6. Для викладеної у п. 5.2 методики інженерного розрахунку гвинтового конвеєра з обертовим кожухом необхідно було б навести приклад чисельного розрахунку.

7. В роботі не вказано, яка нормативно-технічна документація і методики використані для розрахунку економічної ефективності.

8. В тексті дисертації та автореферату зустрічаються деякі описки, невдалі звороти та неточності.

## 8. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

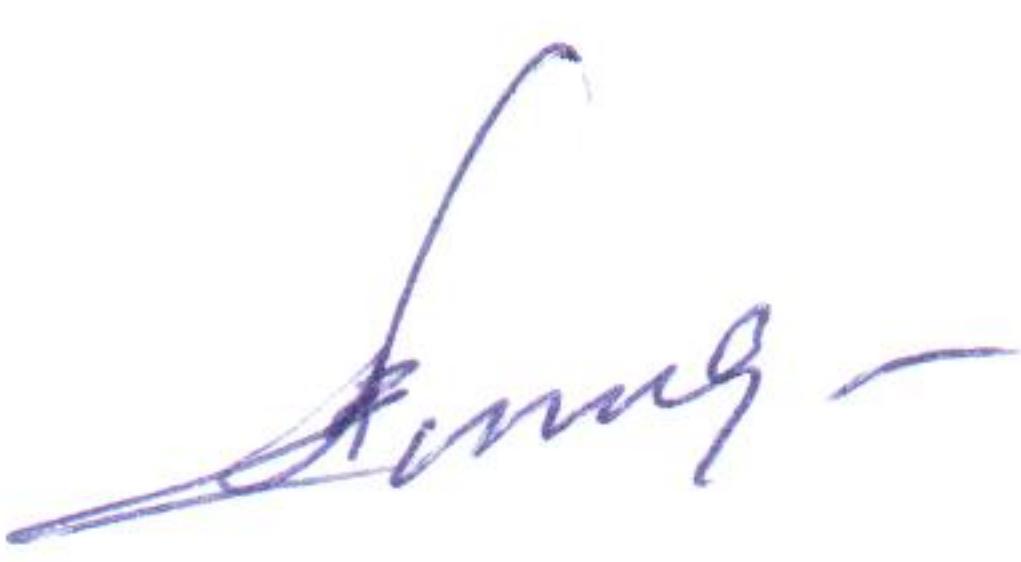
Дисертаційна робота Мельничука Андрія Леонідовича на тему: «Обґрунтування конструкції та параметрів полого нахиленого гвинтового конвеєра з обертовим кожухом» є закінченим науковим дослідженням.

Зміст і структура роботи відповідає паспорту спеціальності 05.05.05 - піднімально-транспортні машини.

Дисертаційна робота є актуальною, має наукову новизну та практичне значення. Результати досліджень є належним чином обґрунтовані та апробовані. Зазначені вище недоліки не знижують наукового та практичного рівня дисертаційної роботи і не впливають на позитивну оцінку в цілому.

На основі вище сказаного вважаю, що кандидатська дисертація Мельничука Андрія Леонідовича «Обґрунтування конструкції та параметрів полого нахиленого гвинтового конвеєра з обертовим кожухом» є завершеною науково-дослідною роботою, яка за науковим рівнем, структурою, обсягом, змістом, якістю оформлення та викладення матеріалу відповідає вимогам ДАК України, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор - Мельничук Андрій Леонідович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 - піднімально-транспортні машини.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор, завідувач  
кафедри інженерного та комп'ютерного  
забезпечення агропромислового комплексу  
Луцького національного технічного університету

  
В.Ф. Дідух

