

## ВІДГУК

офіційного опонента **Колосова Дмитра Леонідовича**  
на дисертаційну роботу Прокопенка Дениса Петровича  
“Аналіз і синтез механізмів з фрагментами кінематичного ланцюга,  
які замкнені рухомими ланками”,  
подану на здобуття ступеня доктора філософії  
(галузь знань 13 – Механічна інженерія,  
спеціальність 131 – Прикладна механіка)

### 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

#### 1.1 Актуальність теми дисертації

Машинобудування є однією з найбільш важливих галузей промисловості не тільки в Україні, але і в усьому світі. У той же час, постійний технічний прогрес наразі вимагає від технологічного обладнання не тільки виконання прямих функцій, а також вирішення задач, пов'язаних з удосконаленням його енергоефективності, економічності використання тощо. Тому головною задачею інженерів-конструкторів є не переобладнання та вдосконалення вже існуючих прототипів, а створення нових механізмів та машин, які відповідають сучасним вимогам.

Головним спрямуванням представленої дисертації є вирішення важливої задачі щодо удосконалення сучасних промислових машин та механізмів шляхом заміни у рухомих з'єднаннях тертя ковзання на тертя кочення. Реалізується це за рахунок створення пристроїв, які мають у конструкції замкнуту систему тіл кочення (далі – ЗСТК). Використання механізмів, сконструйованих на базі ЗСТК, крім зниження втрат енергії на тертя мають й інші переваги, а саме: спрощення конструкції механізмів, підвищення навантажувальної здатності, а також відмова від морально-застарілих деталей в їх складі.

Також в даній дисертаційній роботі представлені розгорнуті аналітичні залежності щодо проектування та розрахунку виготовлення

таких механізмів. Це надає можливість конструкторам створювати новітні та сучасні механізми, а також вдосконалювати вже існуючі машини, знижуючи економічні витрати на їх виробництво та використання.

Про актуальність досліджень свідчить те, що з-за недостатньої вивченості ЗСТК механізмів, які мають ряд суттєвих переваг перед альтернативними, стримується сфера їх використання в складі низки машин.

### **1.2 Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність**

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу й є складовою частиною наукової тематики кафедри технічної механіки ІФНТУНГ. Автор дисертаційної роботи був виконавцем робіт по держбюджетній тематичі Д-4-19-П "Розробка комплексної технології покращення експлуатаційних властивостей виробів машинобудування методом мікродугового окиснення", яка фінансувалася за рахунок видатків загального фонду державного бюджету.

**Метою дисертаційної роботи** є аналіз і синтез на рівні схем нових механізмів на базі замкнутих рухомими ланками, включаючи і тіла кочення, кінематичних ланцюгів для опори стрілових кранів, приводу гідронасосів і гідравитратомірів.

Всі положення, висновки та рекомендації стосовно практичного використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані і не викликають сумнівів чи зауважень.

Достовірність одержаних результатів базується на наступному:

- поставлені цілі та задачі розв'язувались з використанням різноманітного програмного забезпечення та методів;
- всі теоретичні положення пройшли практичну апробацію та співставлення з реальними результатами, причому відхилення розрахункових значень від експериментальних знаходиться в межах

від 3 до 5 % підтверджують прийнятність теорії для використання її на практиці;

- результати виконаної роботи пройшли широку апробацію в публікаціях та доповідях, в тому числі і на міжнародному рівні.

**Наукова новизна результатів**, отриманих дисертантом, полягає в наступному:

- доведено, що безстрічкового дезаксильного механізму типу роламайт без ковзання між тілами кочення створити неможливо;
- обґрунтовано, що поряд з умовами відсутності провалювання тіл кочення та двобічного торкання стійкі потрібно розташовувати вхідні та вихідні вікна у гідронаосі, розробленого на рівні виходу, у зоні утворення порожнини мінімального та максимального об'єму;
- здійснено на рівні виходів синтез безстрічкових механізмів на базі замкненого рухомих ланками кінематичного ланцюга (ЗРЛКЛ) для опори стрілового крана, двох насосів та витратоміра.
- виявлено нетрадиційний механізм кільцевої структури із замкненням на виході енергетичним потоком з розгалужувальною змінною кінематичною парою електромагнітного типу;
- розв'язання задача зведення мас до рухомого ролика дезаксильного МТР, що може бути використано для моделювання інших механізмів, наприклад, і з заданим рухом однієї рухомої ланки відносно другої, також рухомої;
- уточнено характер взаємодії гнучкої ланки з роликом який рухається плоско-паралельно, що дозволяє вдосконалити теорію машин і механізмів з гнучкими ланками.

Наведені у дисертаційній роботі наукові результати досліджень автора є новими і мають значну наукову цінність.

**Цінність результатів дисертації** для науки і практичного використання полягає в розробці наукових основ розрахунку та проектування механізмів із замкнутими системами тіл кочення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці електромагнітного насоса кочення (патент № 108050), опори поворотного крану (патент № 119474), одноструменевий роторний перетворювач

### **1.3 Значення одержаних автором дисертації результатів для науки й виробництва**

Представлена дисертаційна робота Прокопенко Д.П. є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, характеризується високим рівнем актуальності, єдністю змісту, свідчить про особистий внесок здобувача в науку, містить елементи наукової новизни, має теоретичне та практичне значення.

Отримані результати можуть бути використані в конструкторських бюро заводів нафтового обладнання, на підприємствах різного призначення під час проектування, виготовлення та модернізації вузлів та систем різноманітного обладнання.

Практичну значимість результатів досліджень зокрема засвідчує 4 патенти отриманих дисертантом під час роботи над дисертацією.

Отримані в дисертаційній роботі наукові результати використовуються в навчальному процесі кафедри технічної техніки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні дисципліни «Теорія машин і механізмів» при підготовці магістрів за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

### **1.4 Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих роботах**

Дисертаційна робота написана українською мовою грамотно, логічно і послідовно, розділи взаємопов'язані і повністю розкривають поставлену мету. Дисертація є цілісною і завершеною роботою, яка містить нові наукові результати. Повний обсяг дисертації становить 145 сторінок (з них основний текст – 115 сторінок) та складається з анотації, вступу, 4



розділів, висновків, списку використаних джерел з 72 найменувань і 6 додатків.

Наукові результати достатньо повно викладені в опублікованих працях, доповідались на наукових конференціях та семінарах. За матеріалами дисертації здобувачем особисто та у співавторстві опубліковано 18 друкованих праць, із них одна індексується в базі Scopus, одна у зарубіжному виданні "East European Scientific Journal" та дві статті у фаховому науковому виданні "Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science", 9 тез доповідей у наукових конференціях, в тому числі і закордонних, 4 патенти на винаходи та у співавторстві одна монографія з теорії машин і механізмів. Зміст дисертації повністю розкрито у наведених публікаціях.

## 2. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дисертаційна робота Прокопенко Дениса Петровича складається зі анотацій на українській та англійській мовах, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

В анотації наведено обґрунтування вибору теми дослідження, сформульовано мету, завдання і методи дослідження. Описано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про апробацію матеріалів дисертації, публікації, що відображають її зміст, виділено особистий внесок здобувача.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, описані використані методи і методики досліджень та зв'язок роботи з науковими програмами, визначено наукову новизну і практичну цінність, наведено дані щодо апробації основних положень дисертації та загальна характеристика роботи.

Проаналізувавши досягнення попередників у першому розділі, здобувач обґрунтовано сформулював не розв'язані задачі, які повністю відповідають темі дисертації. У сутність завдань він поклав наукове

обгрунтоване використання цієї групи механізмів в машинах так, щоб мінімізувати тертя ковзання в їх кінематичних парах. Для охоплення цих механізмів відомою класифікацією автор запропонував більш уніфіковане поняття – ЗРЛКЛ.

У другому розділі аргументовано доведено, що в механізмах, в яких осі тіл кочення рухаються по дезаксильних колах, повністю уникнути тертя ковзання у вищих кінематичних парах принципово неможливо. Але розділяючи ці тіла нескінченною стрічкою, ковзання можна мінімізувати. Тому розглядувані механізми дисертант розділив на дві категорії:

- 1) механізми з розділеним контактом між тілами кочення;
- 2) механізми з безпосереднім контактом між тілами кочення.

У механізмах першої категорії досліджено як взаємодію тіл кочення зі стрічкою, так і її деформація. Крім цього, було розглянуто не відому раніше специфіку зведення мас до ланки, яка рухається плоско-паралельно.

В третьому розділі на базі механізмів другої категорії здобувач розробив, з умови теоретично повної відсутності тертя ковзання між тілами кочення, три пристрої: перістальтиковий насос, витратомір рідини та опору поворотного стрілового крана. Перші два з них мають оригінальну конструкцію – тіла кочення розміщені у замкненому просторі таким чином, що вони виконують подвійну роль: елементів опори та виконавчих органів. В опорі поворотного стрілового крану досягається ще й додатковий ефект – ролики торцями не торкаються обойм, тобто тут забезпечується уникнення ще однієї зони втрат енергії на тертя ковзання.

Механізм першої категорії дисертант застосував у запатентованому ним електрогідронасосу. Оригінальною його особливістю, крім розташування ланок у замкненому просторі, є можливість перекачування одночасно двох різних типів рідин. Крім цього, тут запропонований новий тип передачі руху у замкнений простір – електромагнітний.

Для гідронасоса за результатами комп'ютерного експерименту здобувач визначив зміну площі, а тому і об'єм камер у функції кута обертання приводного ролика. При цьому вдалося встановити раніше невідомий науковий факт – стрічка під час роботи насоса рухається

скоріше за лінійну швидкість осей роликів.

І висновках лаконічно узагальнено результати досліджень.

У додатках наведено алгоритми програм для розрахунку площі камер, зведеного моменту інерції та результати розрахунків, копії патентів на винаходи.

Список використаних джерел досить повний і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

### **3. ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ЗМІСТУ І ОФОРМЛЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Якщо в опорі стрілового крану досягнуто відсутність ковзання торців роликів по обоймах, то для інших трьох не вказано, за рахунок чого досягається зменшення цього виду тертя.

2. Під час розгляду задачі моделювання механізму ланкою зведення, не розглянуто зведення сил.

3. Відсутня аргументація, чому розглядається тільки варіант з трьома парами роликів для гідронасоса.

4. Під час розрахунку площ камер гідронасосу не врахована товщина безкінечної стрічки.

5. У тексті дисертації зустрічаються окремі невдалі звороти та граматичні помилки.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не знижують загальний науковий рівень дисертаційної роботи.

### **4. ВИСНОВОК ПРО ВІДПОВІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ**

Дисертація Прокопенка Д.П є завершеною науковою працею, в якій здобувачем вирішується важливе наукове завдання щодо виявлення закономірностей існування таких механізмів з розширеними функціональними можливостями, в складі яких є кінематичні ланцюги, замкнені рухомими ланками у вигляді тіл кочення по нерухомих напрямних, має наукову новизну і практичну цінність.

Дисертаційна робота за актуальністю, структурою, обсягом, змістом<sup>8</sup> відповідає спеціальності 131 – Прикладна механіка, за якою вона подана до захисту.

Робота відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про порядок проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» від 06.03.2019 р. № 167 та наказу МОН №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Розглянувши актуальність обраної теми, ступінь обгрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизну, повноту їх викладу в опублікованих працях, оцінивши значення отриманих результатів для науки і практики, зміст дисертації та її завершеність вважаю, що дисертаційна робота “Аналіз і синтез механізмів з фрагментами кінематичного ланцюга, які замкнені рухомими ланками” виконана на високому науковому рівні, а здобувач – Прокопенко Денис Петрович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент, завідувач кафедри  
будівельної, теоретичної та прикладної механіки  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»,  
доктор технічних наук, доцент



Д.Л. Колосов

Підпис офіційного опонента

д.т.н., доц. Колосова Д.Л. засвідчую:

Проректор з навчальної роботи Національного  
технічного університету «Дніпровська політехніка»

кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент



14 Ю.Т. Хоменко