

## ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри технології машинобудування Дніпровського державного технічного університету, **Часова Дмитра Павловича** на дисертаційну роботу **Каретіна Василя Миколайовича** на тему «Обґрунтування параметрів інерційного планетарного запобіжного механізму гвинтових конвеєрів», що представлена на захист у спеціалізованій вченій раді К 58.052.03 Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 – піднімально-транспортні машини

**Актуальність теми досліджень і зв'язок з науковими планами та програмами.**

Гвинтові транспортні механізми застосовуються в машинах для перевантаження або переміщення продуктів у зв'язку з їх простотою конструкції та можливістю завантаження й повного або часткового розвантаження матеріалу в будь-якому місці технологічної лінії.

Застосування гвинтових конвеєрів як окремого технологічного елемента транспортних механізмів є складовою комплексної механізації виробничих процесів, а їх питома частка в транспортних операціях складає 40...50 %.

Гвинтові конвеєри застосовують у конструкціях машин важкої промисловості, будівництві, аграрного сектора тощо. Вони призначені для горизонтального, похилого й вертикального переміщення насипних (вугілля, руда, цемент, пісок, щебінь, ґрунт, зерно, коренеплоди, кормові суміші тощо) вантажів та можуть одночасно виконувати суміжні функції – змішування, подрібнення та дозування матеріалів.

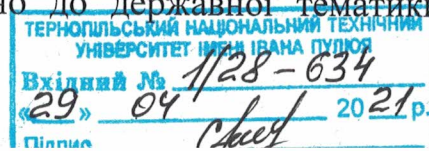
Ефективність і надійність функціонування технологічного процесу роботи гвинтових конвеєрів у значній мірі залежить від забезпечення гарантованого захисту під час виникнення силових перевантажень приводів і робочих органів.

Перспективним напрямком подальшого підвищення експлуатаційних показників роботи гвинтових конвеєрів є застосування інерційних планетарних запобіжних механізмів та розробка удосконалених інерційних запобіжних муфт на основі біпланетарних механізмів з реактивною ланкою.

У зв'язку з цим розроблення нових конструкцій інерційних запобіжних муфт на основі біпланетарних механізмів і дослідження впливу їх параметрів для підвищення технологічної ефективності процесу роботи гвинтових конвеєрів є актуальним завданням.

Вирішенню цього завдання і присвячена дисертаційна робота Каретіна Василя Миколайовича на тему «Обґрунтування параметрів інерційного планетарного запобіжного механізму гвинтових конвеєрів». Тому тема дисертаційної роботи є актуальною для науки та практики.

Наукові дослідження проводилися відповідно до державної тематики



НДР Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Розробка транспортно-технологічних систем з пружними та еластичними гвинтовими робочими органами», № держ. реєстр. 0112U01916.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.**

Виходячи з актуальності теми, автором була поставлена мета та сформульовані основні завдання досліджень, вирішення яких дозволило підвищити технологічну ефективність роботи гвинтового конвеєра шляхом удосконалення конструкції та обґрунтування параметрів інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які наведено в дисертаційній роботі, є достовірними, новими та належним чином науково обґрунтованими.

Ступінь обґрунтованості наукових досліджень базується на основі достатньо приведених дисертантом результатах теоретично-експериментальних досліджень процесу роботи інерційної планетарної запобіжної муфти та виробничої перевірки її роботи у складі гвинтового конвеєра.

Достовірність результатів досліджень підтверджується використанням сучасних методик математичного моделювання, планування та проведення експериментальних і порівняльних досліджень, впровадженням результатів досліджень у виробництво та достатньою апробацією результатів дослідження у періодичних виданнях і оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях.

Основні наукові положення, що одержані автором самостійно за результатами досліджень, відображені у восьми пунктах загальних висновків.

У першому пункті висновків наведено результати аналізу абсолютної швидкості та абсолютного прискорення переміщення точки дебалансу планетарного механізму.

У другому пункті висновків сформульовано положення формування максимального крутного моменту вихідного вала у стоповому режимі роботи інерційної планетарної запобіжної муфти та наведено його діапазон зміни за відповідного передаточного відношення приводу дебаланса.

Перший та другий пункти загальних висновків сформовані згідно з результатами другого розділу дисертаційної роботи.

У третьому пункті висновків наведено результати експериментальних досліджень гальмівного крутного моменту вихідного вала інерційної запобіжної муфти гвинтового конвеєра залежно від її параметрів і прийнятих випадків процесу роботи. Також наведено розбіжність теоретичних і експериментальних значень гальмівного крутного моменту вихідного вала інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

У четвертому пункті висновків констатовано вплив частоти обертання вхідного вала за яких відбувається значне зростання гальмівного крутного моменту вихідного вала інерційної запобіжної муфти гвинтового конвеєра та наведено їх числові значення.

У п'ятому пункті висновків викладено результати діапазону зміни

середніх значень максимального гальмівного обертового моменту вихідного вала залежно від частоти обертання вхідного вала та прийнятих випадків процесу роботи інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

У шостому пункті висновків наведено результати зміни коефіцієнта передачі крутного моменту залежно від частоти обертання вхідного вала та передаточного відношення приводу дебаланса для прийнятих випадків процесу роботи інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

У сьомому пункті висновків сформульовані положення, які характеризують раціональне функціонування гвинтового конвеєра в аспекті забезпечення максимального крутного моменту вихідного вала інерційної планетарної запобіжної муфти за умови виникнення перевантаження робочих органів гвинтового конвеєра, або умови стопового режиму роботи інерційної планетарної запобіжної муфти.

Третій, четвертий, п'ятий, шостий та сьомий пункти загальних висновків сформовані на матеріалах четвертого розділу роботи.

У восьмому пункті висновків наведено економічну ефективність використання удосконаленої інерційної планетарної запобіжної муфти у складі гвинтового конвеєра та впровадження результатів дисертаційної роботи.

Восьмий пункт висновків сформовані згідно з результатами п'ятого розділу дисертаційної роботи.

Усі пункти загальних висновків логічно впливають із результатів наукових досліджень, приведених автором у дисертаційній роботі.

### **Наукова новизна роботи.**

Новизна отриманих наукових положень і результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що визначено напрямки підвищення ефективності застосування гвинтових конвеєрів шляхом розробки та обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи інерційної планетарної запобіжної муфти.

Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи інерційної планетарної запобіжної муфти автором вперше:

- отримано аналітичні моделі кінематичних і динамічних процесів функціонування біпланетарного механізму з реактивною інерційною ланкою на основі способу векторного моделювання, що дозволило розробити залежності для визначення абсолютної швидкості та абсолютного прискорення руху дебаланса та їх складових проекцій відносно вибраної системи декартових координат;

- на основі обробки результатів експериментальних досліджень отримано емпіричні математичні моделі, що дозволило встановити характер і діапазон зміни гальмівного обертового моменту стопового режиму роботи інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

Із врахуванням діючих сил інерції дебаланса рухомої реактивної ланки біпланетарного механізму уточнено аналітичні залежності, що дозволило визначити крутний момент вихідного вала інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

Отримали подальший розвиток емпіричні математичні моделі визначення

коефіцієнта передавання обертового моменту або коефіцієнта корисної дії інерційної планетарної запобіжної муфти, що дозволило обґрунтувати оптимальний випадок процесу роботи гвинтового конвеєра.

#### **Практична цінність роботи.**

Запропоновано та експериментально обґрунтовано удосконалену конструкцію інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового та визначено її основні раціональні параметри та режими роботи. Розроблено і виготовлено дослідний зразок інерційної планетарної запобіжної муфти та експериментального стенду технологічної лінії для транспортування вантажів гвинтовим конвеєром і запропоновано рекомендації для вибору їх раціональних параметрів та режимів застосування інерційної запобіжної планетарної муфти.

Результати досліджень впроваджені на ПрАТ «ТерА» (м. Тернопіль), ТОВ «Україна» (Тернопільська обл., Підволочиський р-н.) і ПП «Україна-Агро-2С» (Хмельницька обл., Чемеровецький р-н) у технологічних лініях, відповідно, для транспортування та формування тіста та для транспортування сипких продуктів та вантажів. Теоретичні та практичні результати досліджень використані у навчальному процесі ТНТУ імені Івана Пулюя під час викладання дисципліни «Приводи верстатів та верстатних комплексів».

Конструктивна новизна технічного рішення підтверджена патентом України на корисну модель.

#### **Повнота викладення основних результатів у наукових фахових виданнях і дотримання вимог академічної доброчесності.**

Результати досліджень, які проведені дисертантом, у достатньому обсязі апробовані на науково-практичних конференціях і викладені в 21 науковій праці, з яких 6 праць опубліковано у фахових виданнях з переліку МОН України категорії Б та 1 стаття у рецензованому зарубіжному журналі ОЕСР.

Повнота викладення матеріалу дисертації відповідає вимогам до оформлення дисертаційних робіт, зміст автореферату ідентичний структурі та змісту дисертації і в достатній мірі відображає основні результати роботи. Використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено. Обсяг і структура дисертаційної роботи відповідають вимогам МОН України та пунктам 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

#### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та загальна характеристика роботи.**

Основний зміст дисертації викладено у вступі, 5 розділах і загальних висновках. Основна частина дисертації виконана на 170 сторінках, містить 72 рисунки та 13 таблиць. Також робота має 13 додатків, список використаної літератури з 195 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 217 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, наведено мету, завдання досліджень та загальну характеристику роботи.

У першому розділі «Аналіз стану та результатів дослідження

**інерційних планетарних механізмів у складі гвинтових конвеєрів»** (с. 17 – 64) наведено аналіз технологічних процесів, конструкцій робочих органів, класифікацію та результати дослідження інерційних планетарних запобіжних муфт і гвинтових конвеєрів, а також обґрунтовано вибір робочого органу для проведення дослідження.

У другому розділі **«Теоретичні дослідження процесу функціонування інерційних планетарних механізмів»** (с. 65 – 98) наведено розробку та аналіз математичних моделей, які описують характер зміни кінематики і динаміки функціонування біпланетарного механізму з інерційною реактивною ланкою та залежності для визначення величини обертового моменту вихідного вала інерційної планетарної запобіжної муфти гвинтового конвеєра.

У третьому розділі **«Програма та методика проведення експериментальних досліджень інерційної планетарної запобіжної муфти»** (с. 99 – 122) з метою реалізації та перевірки адекватності розроблених теоретичних положень наведено програму проведення експериментальних досліджень, опис експериментальної установки, а також наведено стандартні та розроблені методики проведення, обробки і аналізу результатів планованих факторних експериментів.

У четвертому розділі **«Результати експериментальних досліджень інерційної планетарної запобіжної муфти»** (с. 123 – 159) наведено результати лабораторних експериментальних досліджень гальмівного крутного моменту вихідного вала та коефіцієнта корисної дії інерційної планетарної запобіжної муфти та встановлено її раціональні параметри.

У п'ятому розділі **«Виробничі лабораторні дослідження та економічна ефективність застосування інерційної планетарної запобіжної муфти у складі з гвинтовим конвеєром»** (с. 160 – 170) наведено результати виробничих лабораторних досліджень гвинтового конвеєра, який обладнано інерційною планетарною запобіжною муфтою та визначено шляхи подальшого удосконалення гвинтових конвеєрів і економічну ефективність застосування інерційної планетарної запобіжної муфти.

У загальних висновках (с. 171 – 172) викладено основні розгорнуті результати наукових досліджень і рекомендації їх застосування.

У додатках наведено матеріали, які доповнюють основні результати роботи та акти впровадження результатів дисертації у виробничий і навчальний процеси.

### **Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертаційної роботи**

1. У останньому пункті наукової новизни «дістали подальший розвиток...» коефіцієнт передавання обертового моменту та коефіцієнт корисної дії мають однакову фізичну суть, або однаковий фізичний зміст.

2. У підрозділі 1.2 більшість наведеного матеріалу характеризують опис інерційних планетарних механізмів. На наш погляд, необхідно було б більш повно приділити увагу аналізу відомих конструкцій і проведених теоретично-

експериментальних досліджень запобіжних муфт, які розроблено на основі конструктивної побудови та застосування планетарних механізмів.

3. У другому розділі, недостатньо прокоментовані результати теоретичних досліджень ідеальної та еталонної компоувальної розрахункових схем.

4. Потребує додаткового пояснення яка суттєва різниця між системами диференціальних рівнянь (2.3), (2.4) та (2.5), адже перша та друга системи рівнянь описують положення координати точки  $D$  дебаланса інерційного планетарного механізму в прийнятій системі координат.

5. З тексту дисертації не зрозуміло, за якими критеріями під час планування експериментів для визначення гальмівного крутного моменту у першому випадку було прийнято в якості вхідного фактора частоту обертання вала електродвигуна (табл. 3.1), а у другому – частоту обертання вхідного вала інерційної планетарної запобіжної муфти, табл. 3.2.

6. У п'ятому розділі, де наведено результати виробничої перевірки бажано було б навести марки машин та їх технічну характеристику з якими комплектувалася інерційна планетарна запобіжна муфта.

7. На наш погляд у роботі трапляються неточності термінології формулювання деяких положень, наприклад, обертовий момент, пришвидшення дебаланса тощо замість запису прийнятих технічних термінів – крутний момент, прискорення дебаланса тощо.

## ВИСНОВОК

1. Дисертаційна робота Каретіна Василя Миколайовича на тему «Обґрунтування параметрів інерційного планетарного запобіжного механізму гвинтових конвеєрів», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 – піднімально-транспортні машини є завершеною науковою працею, в якій отримано результати самостійних теоретичних і експериментальних досліджень, що дозволяють забезпечити підвищення ефективності використання гвинтових транспортних механізмів за рахунок розробки та обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи інерційної планетарної запобіжної муфти шляхом, яка дозволяє усувати перевантаження робочих органів гвинтового конвеєра.

2. Отримані автором результати є новими та науково обґрунтованими, а також перевірені у польових умовах і підтверджені необхідними документами. Матеріали всіх розділів логічно пов'язані і разом складають закінчену роботу, яка вирішує поставлені завдання.

Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладання відповідають вимогам до кандидатських дисертацій. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту та результатам дисертаційної роботи.

Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації загалом.

3. Виконані дослідження за ступенем актуальності обраної теми, обґрунтованості наукових положень, їх новизни, повноти викладення

результатів дослідження в наукових публікаціях, достатнього рівня апробації результатів дослідження на наукових конференціях, відсутності порушень академічної доброчесності, науковим рівнем та практичним значенням відповідають вимогам МОН України до кандидатських дисертацій та вимогам пунктів 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Каретін Василь Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05. – піднімально-транспортні машини.

Офіційний опонент,  
доцент кафедри технології машинобудування  
Дніпровського державного  
технічного університету,  
кандидат технічних наук, доцент

Д.П. Часов

Підпис Часова Д.П. засвідчую:  
Перший проректор Дніпровського  
державного технічного університету



В.М. Гуляев