

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора **Гевка Івана Богдановича**, професора кафедри менеджменту у виробничій сфері Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя на дисертаційну роботи аспіранта Бориса Андрія Орестовича на тему “Покращення ефективності механічних приводів застосуванням кулькових обгінно-запобіжних муфт”, що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство

1. Актуальність теми дисертації. Дисертація є закінченою науковою працею, яка присвячена підвищенню ефективності функціонування механічних приводів машин за рахунок розробки та впровадження захисних механізмів, які забезпечують покращення умов експлуатації кінематичних ланцюгів приводів та запобігання їх робочих елементів від перевантажень. У дисертації обґрунтовані наукові підходи до синтезу нових конструкцій, кінематико-геометричних та силових параметрів кулькових обгінних і обгінно-запобіжних муфт.

Теоретично визначено раціональні конструктивно-технологічні параметри захисних механізмів обгінно-запобіжних муфт та запропоновано дослідне обладнання і алгоритм для проведення експериментальних досліджень.

Наведене у сукупності дає підставу стверджувати про те, що тема дисертації є *актуальною*, а отримані результати мають перспективу широкого застосування у кінематичних ланцюгах приводів різноманітних машин для підвищення ефективності та надійності їх роботи. Актуальність теми дисертації підтверджується також відповідністю її до державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямків розвитку науки та техніки. Окремі результати роботи увійшли до звіту кафедри з госпдогвірної теми „Комп’ютерні та експериментальні дослідження експлуатаційних характеристик опорно-поворотного пристрою (ОПП) автомобільних кранів”.

2. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва. Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше *обґрунтовано* математичні залежності для визначення конструктивних і силових

параметрів обгінно-запобіжної муфти з проведенням кількісного аналізу основних їх величин; *виконано* подальший розвиток розроблення математичної моделі умови запобігання перевантажень елементів приводів під час неусталених режимів навантажень і *встановлено* закономірності впливу конструктивно-кінематичних параметрів розроблених і запатентованих муфт на експлуатаційні показники кінематичних ланцюгів приводів машин та механізмів.

3. Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення отриманих результатів полягає у використанні розробленої нової конструкції обгінно-запобіжної муфти з запобіжними можливостями, що істотно підвищує ефективність експлуатації механічних засобів.

Синтезовано лабораторну установку та розроблено методику проведення дослідів з метою підтвердження теоретичних результатів. Розроблено інженерну методику проектування надійніших механічних приводів з обгінно-запобіжними муфтами, яка знайшла своє впровадження у виробництві та навчальному процесі.

Практично-наукове значення результатів дисертації підтверджується також тим, що розроблено і отримано 2-а патенти України на корисні моделі та подана заявка на винахід.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень та достовірність результатів. За змістом автореферату та дисертації можна стверджувати, що наукові положення, висновки за результатами проведеного дослідження та рекомендації щодо практичного використання її результатів достатньо обґрунтовані та їх достовірність підтверджена з достатньою точністю проведеними експериментами, які наближені до експлуатаційних умов.

Головним науковим положенням дисертації є те, що встановлено систему експериментально-теоретичних методів і алгоритмів, які забезпечують покращення функціонування обгінно-запобіжних муфт. Достовірність результатів доведена також на основі логічного змісту та повноти співпадіння теоретичних і експериментальних досліджень.

5. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях. Основні положення та результати теоретичних і експериментальних досліджень

сформульовано та опубліковано в 13 друкованих працях з них: 6 статей у фахових науково періодичних виданнях України; 1 стаття у науковому виданні іншої держави; 1 стаття у виданні, що входить до науково-метричних баз; з них 2 статті англійською мовою; 2 патенти України на корисну модель; 3 тези доповідей та матеріалів конференцій.

6. Відповідність автореферату основним положенням дисертації. Автореферат дисертаційної роботи у стислій формі відображає основний її зміст, наукові положення та результати. Висновки дисертаційної роботи та автореферату повністю ідентичні.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків і рекомендацій, списку літературних джерел зі 152 найменувань, містить 11 таблиць, 54 рисунки, 7 додатків. Загальний обсяг роботи 170 сторінок.

Дисертація написана технічною державною мовою. Текст дисертації викладений чітко та в логічній послідовності. Матеріал дисертаційної роботи достатньо проілюстрований схемами, рисунками, графіками і таблицями. Загальні висновки і рекомендації у дисертації випливають з проведених здобувачем досліджень та відображають основні результати роботи. Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам, що ставляться до кваліфікаційних наукових праць.

У вступі наведена актуальність поставленої задачі, проаналізовано її зв'язок з науковими програмами та темами, висвітлено мету і задачі досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про публікації та апробацію результатів, що висвітлюють основний зміст проведених досліджень.

У першому розділі наведено аналіз стану проблеми, проведено огляд і аналіз досліджень вітчизняних і іноземних авторів; проаналізовано умови та процеси передавання обертальних моментів від двигунів до робочих органів та засоби захисту кінематичних ланцюгів приводів машин та механізмів. Показано конструктивні особливості механізмів приводів з обгінними муфтами. Вказано на

їх конструктивні недоліки, проведено порівняння традиційних роликкових обгінних муфт з новими кульковими пристроями.

За результатами порівняльного аналізу вітчизняних і закордонних літературних джерел та патентної інформації визначено наукові підходи та напрямки досліджень для розв'язання поставлених в роботі актуальних задач.

На підставі цього автором сформульована мета та завдання досліджень.

У другому розділі вибрано основні критерії синтезу нової кулькової обгінної муфти багатшвідкісної задньої втулки серійного велосипеда, на яку отримано патент України на корисну модель.

Для запатентованої муфти виконано наступне: *розроблено її конструкцію; проведено аналіз кінематико-силових параметрів; виготовлено її в металі для експериментальних досліджень роботоздатності з навантаженням наближеним до експлуатаційних режимів.*

На підставі результатів проведених досліджень виявлено, що муфта на початку функціонувала безперебійно, а після збільшення навантажень виявлено її недоліки, які пов'язані з нерівномірним спрацюванням робочих поверхонь пазів напівмуфт внаслідок нерівномірного входу кульок в зачеплення, що і призводить до інтенсивного спрацювання окремих поверхонь елементів.

У розділі також проведено аналіз основних кінематичних та часових характеристик муфт осьової дії, які підтвердили їх роботоздатність тільки при номінальних режимах навантаження кінематичних ланцюгів механічних приводів. Залежність часу вмикання муфти від основних її параметрів наведено аналітичними виразами та графічно.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень переконливо доведена необхідність покращення технічних характеристик кулькових обгінних муфт збільшенням їхніх експлуатаційних функцій. Розв'язуванню цієї задачі присвячено наступний розділ дисертаційної роботи.

У третьому розділі розв'язано найскладніші науково-прикладні задачі. Тут обґрунтовано основні параметри кулькових обгінно-запобіжних муфт. Розроблено

принципи синтезу нових конструкцій муфт, за якими спроектовано дві муфти, на які отримано патенти України на корисну модель.

Проведено якісний і кількісний аналіз нових кулькових обгінно-запобіжних муфт та отримано теоретичні залежності геометричних, кінематико-силових параметрів, що забезпечують покращення ефективності роботи механічних приводів, які оснащені обгінними муфтами. Запропоновано математичні моделі та умови запобігання перевантажень у кінематичних ланцюгах механічних приводів з такими муфтами, що дозволило визначити залежність величини моменту від параметрів пружин.

Проаналізовано залежність максимального обертального моменту від діаметру дроту пружин, діаметру самої пружини та осьової її деформації тощо.

Розроблені математичні моделі умов надійного запобігання механічних ланцюгів від перевантажень у вигляді систем диференціальних рівнянь другого роду з урахуванням не тільки зовнішніх зусиль, а і внутрішніх: власної ваги кульок, їх сил інерції, сили пружності пружин тощо.

Отримані умови отримані в цьому розділі мають не тільки наукову новизну, але і практичне значення. Вони дають можливість визначити чинники муфти у широкому діапазоні та уможливають для наперед відомого перевантаження вибрати необхідні геометричні та жорсткісні параметри запобіжної частини кулькової обгінно-запобіжної муфти для надійного розмикання кінематичного ланцюга під час перевантажень.

Суттєвою частиною розділу є розробка математичних моделей для перевірки міцності кульок та робочих поверхонь елементів.

У четвертому розділі проведено експериментальні дослідження роботоздатності нової кулькової обгінно-запобіжної муфти. Розроблено принципову кінематичну схему та конструкцію лабораторної установки механічного привода, алгоритм та методику проведення експериментальних досліджень, спроектовано та виготовлено в металі муфту та вмонтовано в дослідну установку в лабораторії кафедри. Для визначення величин навантажень застосовано динамометричний ключ Bahco TAWM1430, за допомогою якого

здійснювалися вимірювання показників з точністю $0,01 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ при загвинчуванні гайки на стяжній шпильці колодкових гальм, а також регулюванням гвинтів шляхом затягування пружини запобіжної частини муфти.

Експериментальні дослідження проводилися для діапазону зусиль притискання кульок запобіжної частини муфти $F_{\alpha 1} = 1 \dots 10 \text{ Н}$ з кроком 1 Н .

Провівши серію із 20-ти досліджень для кожного значення зусилля стискання регулювальної пружини (зусилля притискання кульок) побудовано відповідні графічні залежності отриманих результатів та знайдено середнє значення номінального моменту спрацювання муфти для кожного з дослідів.

Для практичного використання нових муфт запропоновано табличну методику вибору значення обертального моменту залежно від основних конструктивних параметрів та величини максимально допустимого обертального моменту при якому відбувається розмикання муфтою кінематичного ланцюга та запобігання перевантажень елементів приводів, що істотно підвищує ефективність їх роботи.

У розділі наведено також відомості про впровадження основних результатів дисертації у навчальному процесі та на виробництві.

8. Висновки до розділів та загальні висновки, які містяться в дисертації, відображають результати проведеного дослідження, є корисними для практичних розрахунків і конструювання елементів кулькових обгінних та обгінно-запобіжної муфт, що сприяють експлуатації механічних приводів без перевантажень. Усі пункти висновків логічно впливають із результатів досліджень, проведених автором у дисертаційній роботі.

9. Основні зауваження до дисертаційної роботи

З текстів дисертації та автореферату впливають такі зауваження:

1. При обґрунтуванні актуальності теми дисертації доцільно було б точніше наголосити, які механічні приводи розглядаються, це підтвердило б також необхідність застосування обгінно-запобіжної муфти.

2. У дисертації наведено понад 150 наукових робіт вчених, але за текстом впливає, що окремі із них проаналізовано недостатньо.

3. У першому розділі дисертації зроблено за широкий огляд відомих муфт, особливо забагато приділено уваги роликowym муфтам, що дуже збільшило обсяг цього розділу. Було б ефективніше їх згрупувати та подати у табличному вигляді.

4. У третьому розділі запропоновані муфти (рис. 3.2 та 3.8) мають дещо ускладнені ведені напівмуфти, що ускладнює їх виготовлення та складання.

5. Не достатньо повно пояснена отримана автором умова початку руху кульки запобіжної частини муфти (формула 3.24).

6. Автором не достатньо вказано, для чого проведено впровадження результатів дисертації у навчальний процес та виробництво.

7. На жаль, у дисертації та авторефераті зустрічаються невдалі звороти, відхилення від встановленої технічної лексики, описки тощо.

Відмічені недоліки не знижують наукової та практичної цінності дисертації та не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому. За обсягом і змістом дисертація відповідає вимогам ДАК України.

10. Загальний висновок

Дисертація аспіранта Бориса Андрія Орестовича на тему “Покращення ефективності механічних приводів застосуванням кулькових обгінно-запобіжних муфт”, є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення науково – практичної проблеми, що полягає у створенні нових технічних засобів для приводів машин та захисту їх елементів від перевантажень, що підвищує їхню ефективність в експлуатації.

Дисертація повністю відповідає паспорту спеціальності 05.02.02 – машинознавство.

Основні результати дисертації в достатній мірі опубліковані у фахових наукових виданнях України та виданнях, що входять у науково - метричні бази та англійською мовою.

Дисертація характеризується єдністю змісту та сучасною методологією проведених досліджень.

Зміст автореферату у повній мірі відображає наукові положення та результати дисертаційної роботи в стислій формі, висновки в дисертації та її авторефераті повністю ідентичні.

Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні та відповідає вимогам ДАК України, які пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор, Борис Андрій Орестович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор
Гевко Іван Богданович, професор
кафедри менеджменту у виробничій
сфері Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя



І.Б. Гевко

Підпис проф. Гевка І.Б. засвідчую:

Проректор з наукової роботи
Д.т.н., професор



Р.М. Рогатинський