

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Полуяна Анатолія Вікторовича "Параметричний синтез енергоощадного багатомасового ланцюгового привода", що подана до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство

1. Актуальність теми дисертації

Поліпшення масогабаритних характеристик, зниження енергоспоживання та забезпечення достатнього ресурсу механічних приводів є актуальними завданнями сучасного машинобудування. Це повною мірою відноситься і до досить поширеного виду приводу – ланцюгового.

У машинобудуванні широко застосовуються роликові ланцюгові передачі з металевими ланцюгами та зірочками. Останній час, з метою зниження маси металеві деталі замінюють на полімерні та металополімерні. Але така заміна потребує обґрунтування не тільки за допомогою стандартних розрахунків ланцюгової передачі по критерію зносостійкості шарнірів, але і з урахуванням міцності інших деталей ланцюга. Також слід відзначити, що зміна масових та демпфуючих характеристик передачі призводить до зміни динамічних характеристик привода.

Додатково відмітимо, що традиційний підхід до проектування та ланцюгового приводу базується на розрахунку двомасової системи зірочка-ланцюг-зірочка. Але для проектування сучасних багатозірочкових передач, які широко застосовуються у сільському господарстві та гірській промисловості, необхідна більш удосконалена розрахункова методика.

Рішенню цих питань присвячено багато досліджень. Більшість з них спрямовані на аналіз динамічних характеристик приводів або на розробку новітніх конструкцій полімерних та металополімерних ланцюгів та зірочок. Також існує достатньо сучасних програмних продуктів, які дозволяють проектувати ланцюгової передачі та аналізувати їхні динамічні характеристики та міцність. Але усі ці роботи не можуть дати відповіді на запитання: як спроек-

тувати багатомасовий ланцюговий привід з оптимальними масовими, динамічними та енергоспоживчими характеристиками при наявності у розпорядженні конструктора металевих, металополімерних та полімерних ланцюгів та зірочок?

Дисертаційна робота, що рецензується, присвячена відповіді саме на це питання, що свідчить про її актуальність.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їхня вірогідність

Наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовані:

– сучасною математичною моделлю динаміки ланцюгової передачі з процедурою нелінійного динамічного дослідження;

– теоретичними дослідженнями, що дозволили виконати глибокий порівняльний аналіз кінематики, динаміки та напружено-деформованого стану (НДС) для металевого і полімерного ланцюгового приводу у двохмасовому або багатомасовому варіантах;

– порівняльним аналізом даних натурального експерименту на стенді та комп'ютерного дослідження 3-D моделі експериментального стенду;

– результатами післяпроектної діагностики та аналізу ефективності розробленої методики проектування багатомасових ланцюгових передач.

Отримані висновки та рекомендації базуються на великому обсязі розрахунків, порівняльному аналізі теоретичних і експериментальних даних автора та інших дослідників ланцюгових передач. Результати теорії і експериментів адекватні та збігаються з достатньою точністю. Це свідчить про достовірність отриманих у дисертації результатів.

3. Наукова новизна й практичне значення отриманих результатів, рекомендації з використання

У дисертаційній роботі вирішується важлива науково-практична задача поліпшення характеристик маси, динаміки та міцності ланцюгових передач

шляхом впровадження нового підходу до конструювання та розрахунку.

У роботі отримано наступні нові наукові результати:

– вперше розроблено алгоритм розрахунку параметрів багатомасової ланцюгової передачі, який дозволяє ще на початковій стадії проектування отримувати оптимальні конструктивні параметри;

– набула подальшого розвитку інженерна методика проектування багатомасових ланцюгових передач, що базується на об'ємних моделях основних деталей, а також враховує практично усі показники тертя, властивості матеріалів, динамічні процеси та контактну взаємодію деталей;

– удосконалено експериментальний стенд для дослідження ланцюгових приводів. Його нова конфігурація дозволяє з легкістю отримувати та обробляти результати експерименту за допомогою комп'ютера.

Отримані наукові результати забезпечують вибір оптимальних конструктивних параметрів багатомасового ланцюгового привода, тобто сприяють поліпшенню його характеристик.

Практичне значення роботи полягає у розробці нового підходу до проектування багатомасових ланцюгових приводів з оптимальними параметрами. При цьому:

– створено програму для підбора оптимальних параметрів ланцюгової передачі, побудови її контуру та розрахунків даних для подальшої побудови 3-D моделей у сучасних CAD-системах;

– розроблено комп'ютерну інженерну методику проектування, яка дозволяє моделювати роботу ланцюгової передачі з урахуванням варіацій її основних параметрів;

– виконано апробацію інженерної методики шляхом комплексного дослідження ланцюгових передач та співставлення розрахункових та експериментальних даних. Розбіжність результатів не перевищує, наприклад, 5,6% при дослідженні динамічного навантаження у ведучій вітці ланцюгового контуру, що є досить гарним результатом.

Отримані результати прийняті до використання:

– у приватно-орендному підприємстві ім. Войкова для модернізації ланцюгового привода мотовила зернозбирального комбайна "ДОН-1500";

– на ПрАТ "Чернігівський автозавод" в процесі оптимізації ланцюгового привода транспортера відходів системи лазерного розкрою TruLaser TCL 2530.

В обох випадках досягнуто позитивного результату та отримано економічний ефект, що говорить про практичну цінність роботи

Також результати досліджень впроваджені в навчальний процес Чернігівського національного технічного університету і можуть бути використані машинобудівними підприємствами та проектними організаціями при проектуванні дво- та багатомасових ланцюгових приводів.

4. Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих роботах

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи досить повно опубліковані в наукових виданнях, які відповідають вимогам МОН України, доповідалися на двох всеукраїнських та 14 міжнародних науково-практичних конференціях, одному симпозіумі та двох конгресах. Основний зміст дисертації опубліковано в 9 статтях у фахових наукових виданнях України, трьох статтях в закордонних наукових періодичних виданнях, одній статті в іншому виданні, 18 матеріалах і тезах конференцій та симпозіумів, одному авторському свідоцтві на комп'ютерну програму (разом 32 публікації), список яких приводиться в авторефераті.

5. Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації

В авторефераті повною мірою відображені положення, результати та висновки дисертації.

Зміст автореферату і дисертації ідентичні.

6. Коротка характеристика змісту та зауваження

Зміст роботи.

Робота містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та 3 додатки, викладена на 154 сторінках, з яких 151 сторінка основного тексту та 3 сторінки додатків. Список використаних джерел містить 114 посилань.

У вступі викладено актуальність та ціль роботи, дана її загальна характеристика, наукова новизна та практична цінність.

У першому розділі аналізується сучасний стан теоретичних та експериментальних досліджень динаміки ланцюгових передач, розглянуті існуючі конструкції полімерних ланцюгів та зірочок, а також програмні засоби і комплекси для автоматизації розрахунків ланцюгових приводів. Це дало змогу виявити питання, дотепер не вирішені для багатомасових ланцюгових приводів, отже обґрунтувати мету та задачі роботи.

У другому розділі розроблено методику розрахунку та підбору оптимальних параметрів багатомасової ланцюгової передачі за допомогою розробленої автором програми "Расчет n-массовой цепной передачи", а також побудовані 3-D моделі ланцюга та зірочки у сучасних САД-системах "КОМПАС-3D" і "SolidWorks". Далі проаналізовано методику динамічних досліджень за допомогою "SolidWorks", у тому числі з урахуванням нелінійностей у системі. Потім виконано дослідження та порівняльний аналіз кінематики та динаміки дво- та багатомасових ланцюгових передач в металевому та полімерному виконанні. На завершення розділу проведено аналіз НДС елементів ланцюгів за допомогою метода скінчених елементів (МСЕ). Все це дозволило обґрунтувати важливий практичний висновок про суттєво менші пікові напруження у полімерній ланці порівняно в металевими пластинами, тобто доцільність їхнього застосування.

У третьому розділі роботи викладені результати експериментальних стендових та комп'ютерних (у системі "SolidWorks") досліджень динаміки ланцюгового привода. Виконано порівняння натурних та комп'ютерних дос-

ліджень, яке дозволило зробити висновок про невелику розбіжність їх значень. Отже, чисельний експеримент у системі "SolidWorks" може цілком замінити натурні стендові випробування.

У четвертому розділі виконано післяпроектну діагностику та аналіз ефективності використання методики проектування, що розроблена здобувачем. На прикладі розрахунку багатомасової передачі, а також 3-D моделювання експериментального стенду проведено співставлення теоретичних та експериментальних результатів. Воно показало, що розбіжність значень не перевищує 5,6%. Це засвідчує, що застосування системи "SolidWorks" для дослідження багатомасового ланцюгового привода є достатньо ефективним. Також виконано співставлення металевих та полімерних ланцюгових приводів, яке засвідчило перспективність застосування останніх. Для них динамічне навантаження у ведучій вітці ланцюгового контуру та необхідна потужність двигуна в порівнянні з металевими приводами знижуються приблизно на 30% та 5%.

Висновки повною мірою відображають результати, отримані в роботі.

Список використаних джерел з достатньою повнотою відображає сучасний стан досліджень роликкових ланцюгових передач.

Оцінюючи дисертацію Полуяна А.В. *в цілому*, можна вважати, що вона має цілісний і завершений характер, розв'язує важливу науково-прикладну задачу, пов'язану з потребою створення енергоощадних багатомасових ланцюгових приводів для промисловості України. Є всі підстави вважати, що дисертація виконана автором самостійно і на високому науковому рівні.

Зауваження по змісту та оформленню роботи.

По змісту роботи:

1. В огляді існуючих досліджень не розглянуті роботи з аналізу НДС деталей ланцюгової передачі, а також основні положення МСЕ. Вважаючи на те, що в роботі виконано аналіз НДС елементів ланцюгових передач у системі "SolidWorks" за допомогою саме МСЕ, доцільно було б зробити хоча б не-

великий огляд цих робіт.

2. Аналіз НДС елементів ланцюгових передач за допомогою МСЕ у розділі 2 викладено занадто коротко. Наприклад, відсутня інформація про скінченно-елементні сітки.

3. У роботі застосовано термін "оптимальні параметри", але, строго кажучи, задача оптимізації не вирішується: відсутні цільова функція, змінні проектування та обмеження на них. Тому доцільно було б використовувати термін "раціональні параметри".

4. Занадто коротко описано програму "Расчет n-массовой цепной передачи", яка сама по собі представляє значний практичний інтерес. Звісно, обсяг дисертаційної роботи має обмеження, але докладний опис програми можна було помістити в додатки.

5. Нечітко викладено послідовність взаємодії програми "Расчет n-массовой цепной передачи", що розроблена здобувачем, із системою "SolidWorks". Наприклад, як саме результати розрахунку геометричних та кінематичних параметрів ланцюгової передачі передаються у "SolidWorks" для подальшої побудови 3-D моделей і аналізу динаміки та НДС? Також незрозуміло, як у роботі використовується САД-система "КОМПАС-3D".

По оформленню роботи:

1. Зустрічаються різні позначення одних і тих же величин. Наприклад, у формулі на стор. 40 втрати потужності на тертя в усіх шарнірах за повний оберт ланцюгового контуру та діаметр валика позначено як $\sum_{i=1}^6 P_i$ та d , а на стор. 41 та 42 – $P_{\text{тертя}}$ та $d_{\text{валика}}$.

2. Для деяких рисунків відсутнє пояснення позначених позицій. Наприклад, в поясненні до вимірювальної схеми стенду на рис. 3.2 (стор. 110) немає опису позицій 10, 11.

3. При оформленні списку використаних джерел зустрічаються відхилення від існуючих вимог (див. Бюлетень ВАК №3, 2008р.).

Висновки:

- дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.02.02 – машинознавство;
- виконані здобувачем теоретичні, розрахункові та експериментальні дослідження актуальні, мають наукову новизну і практичну цінність;
- автореферат з необхідною повнотою відображає зміст дисертації;
- публікації дисертанта відповідають вимогам МОН України;
- зазначені вище зауваження не зменшують наукового рівня та практичної цінності дисертаційної роботи;
- в цілому дисертаційна робота є завершеною науковою працею, відповідає вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема п.п. 9, 11, 12 чинного "Положення...", а її автор, Полуян Анатолій Вікторович, гідний присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

*Офіційний опонент,
професор кафедри теорії і систем
автоматизованого проектування
механізмів і машин Національного
технічного університету "Харків-
ський політехнічний інститут",
канд. техн. наук, доцент*

О.В. Устиненко

Підпис *О.В. Устиненко*
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Ю.І. Зайцев ЗАЙЦЕВ Ю.І.
" " 20 *16* р.

