

ВІДГУК

офіційного опонента Панченка Анатолія Івановича, на дисертаційну роботу

Чмужа Ярослава Валентиновича

на тему "Обґрунтування параметрів низькообертових високомоментних гідромоторів створених на базі циліндрів",

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

Актуальність теми досліджень.

Сучасні будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини забезпечують виконання ряду технологічних процесів при відносно низьких лінійних і обертових швидкостях руху робочого обладнання. Для досягнення цього при використанні сучасних електричних або гідравлічних двигунів серійного виробництва в складі механізмів будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин застосовуються редуктори та в деяких випадках гальмівні пристрої. Тому приводи сучасних механізмів будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин з обертовим рухом складні у виготовленні, обслуговуванні і ремонті.

Разом з тим, застосування стандартних низькообертових високомоментних гідромоторів у діапазоні частоти обертання вала 0-10 об/хв., завжди призводить до появи нестійких режимів функціонування механізмів будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин через наявність внутрішніх і зовнішніх втрат рідини в рухомих з'єднаннях гідромотора.

Тому обґрунтування параметрів низькообертових високомоментних гідромоторів створених на базі циліндрів є актуальним.

В представленій роботі розглядається актуальна задача зниження внутрішніх втрат у гідромоторі, зменшення складових в структурі механізмів будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин, побудоване на виявленні зв'язку між величиною корисної потужності, загальним ККД гідромотора та основними параметрами циліндрів.

Особлива важливість цієї роботи пов'язана з тим, що вона є складовою частиною науково-дослідних робіт кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Українського державного університету залізничного транспорту, спрямованих на вдосконалення та модернізацію гідрофікованих механізмів. Роботу виконано в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи № 0119U103361 – «Розробка лабораторного зразка низькообертового високомоментного гідромотора на базі силових циліндрів та дослідження його параметрів», де здобувач брав участь як виконавець

Достовірність та ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які викладені у роботі, є достовірними та науково обґрунтованими. Дані положення базуються на аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійним поєднанням мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, всебічному аналізі отриманих результатів і порівнянні їх з результатами інших дослідників, а також на чітко сформульованих результатах проведених

досліджень. Теоретичні дослідження виконані спираючись на фундаментальні залежності теорії поршневих насосів, розподілення енергії в складних механізмах і системних дослідженнях що дозволяють отримати науковий результат на основі імітаційного моделювання. Отримані результати перевірені шляхом порівняння з результатами експериментальних досліджень фізичних (натурних) моделей, які підтвердили запропоновану гіпотезу про розподілення енергії між гідроциліндрами у складі гідромотора.

Достовірність результатів досліджень, викладених у дисертації забезпечується коректністю при формулюванні мети і задач дослідження. Розроблена методологія проектування гідромоторів з визначенням основних параметрів циліндрів при механічному з'єднанні їхніх штоків і гідравлічному з'єднанні їхніх різнойменних робочих порожнин для застосування їх в механізмах машин. Створена система скоординованого руху штоків циліндрів для отримання прямого та зворотного обертового руху вала мотора при застосуванні засобів зменшення гідромеханічних втрат енергії.

Крім того, матеріали досліджень знайшли підтвердження під час апробацій на чисельних наукових конференціях. Все це дозволяє зробити висновок, що сформульовані автором висновки та рекомендації ґрунтуються на результатах досліджень та не викликають сумніву.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше встановлено залежність для визначення загального ККД гідромоторів на базі циліндрів при парній їх кількості, яка дозволяє визначити його внутрішні втрати енергії на етапі проектування.

Встановлено залежність для визначення основних параметрів циліндрів на основі знання загального ККД мотора та корисної потужності на його валу, яка враховує з'єднання різнойменних порожнин при парній кількості циліндрів.

Теоретично встановлено закономірності зміни тиску рідини в напірній магістралі та частоти обертання вихідного вала низькообертового високомоментного гідромотора на базі циліндрів, які відображають характер їх зміни в залежності від положення вихідного валу.

При створенні теоретичних основ інженерного розрахунку низькообертових високомоментних гідромоторів на базі циліндрів вирішена задача визначення загального ККД низькообертових високомоментних гідромоторів. Яка полягає у дослідженні мотора як системи зі змішаним з'єднанням елементів. Такий підхід дозволяє отримати загальний ККД гідромотора на етапі його проектування.

Вперше дослідження закономірностей функціонування гідромоторів на базі циліндрів проведені на базі фізичного моделювання створених моделей мотора на базі елетро-, пневмо- та гідроциліндрів, аналіз яких дозволяє виявити взаємовплив роботи циліндрів у складі мотора та отримати рекомендації щодо їх зниження.

Практичне значення одержаних результатів.

Запропоновано гідравлічну схему включення робочих порожнин гідроциліндрів низькооберткових гідромоторів на базі трьох пар циліндрів, яка забезпечує максимальне використання робочих порожнин циліндрів.

Застосовано стикове з'єднання зворотних клапанів з гідروуправлінням, за допомогою яких вперше створено клапанний двохпозиційний чотириохлінійний гідророзподільник з електрогідрууправлінням.

Розроблено систему управління скоординованим рухом штоків циліндрів у складі гідромотора яка забезпечує безперервне обертання вала та його реверсування.

Запропоновано методику проектування низькооберткових гідромоторів на базі застосування парної (3...7 пар) кількості циліндрів, з урахуванням відношення діаметрів штока і циліндра та корисної потужності на валу НВГ.

Результати досліджень доведені до створення інженерної методики розрахунку, що дозволяє визначити основні параметри низькооберткового гідромотора на базі циліндрів на основі знання корисної потужності та його ККД.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в філії «ЦТС «Ліски» АТ «Укрзалізниця», а також на кафедрі будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних УкрДУЗТ при викладанні дисциплін «Гідравлічний привод машин», «Колійні машини», «Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини» спеціальності 133 – Галузеве машинобудування.

Оцінка змісту роботи, її завершеність.

Дисертаційна робота Чмужа Я. В. представляє собою закінчену наукову працю і складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 150 найменувань на 15 сторінках та 5 додатків на 20 сторінках. Основна частина викладена на 124 сторінках, містить 73 рисунки з текстом та 15 таблиць.

У **вступі**, згідно з вимогами, обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання досліджень, вибрано об'єкт і предмет досліджень, відображено основні методи досліджень, визначено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** зроблено огляд та аналіз існуючих конструкцій механізмів машин з низьким обертковим рухом робочого обладнання та технічного рівня гідромоторів серійного виробництва.

За даними аналізу, існуючі гідромотори не дозволяють реалізувати оберти робочого обладнання в діапазоні 0-10 об/хв. Забезпечення необхідних режимів роботи обладнання досягається шляхом застосування редукторів та в деяких випадках гальмівними пристроями.

Проведено аналіз стану досліджень в напрямку високомоментних низькооберткових гідромоторів на базі циліндрів, сформульовані задачі наступних досліджень.

У **другому розділі** виконано вибір методів дослідження низькооберткових високомоментних гідромоторів на базі циліндрів, які базуються на кінематичних закономірностях поршневих насосів.

Наведений метод визначення загального ККД високомоментного гідромотора на основі розподілення енергії в механізмі при змішаному з'єднанні елементів. Перевірка запропонованого метода виконана при розрахунку загального ККД високомоментного гідромотора серійного виробництва.

Розглянуті конструктивні рішення управління потоком робочої рідини за допомогою зворотних клапанів з гідроправлінням стикове з'єднання яких призведе до зменшення втрат рідини в гідросистемі.

Приведена методологія експериментальних досліджень, яка дозволяє визначити кількість повторень дослідів для отримання достовірних результатів.

У **третьому розділі** запропонована конструкція низькообертового високомоментного гідромотора з застосуванням парної кількості циліндрів. Така конструкція обумовлює механічне з'єднання штоків на кривошипі та гідравлічне з'єднання різнойменних порожнин циліндрів розташованих на зустріч один до одного. Застосування такої конструкції дозволяє забезпечити максимальне використання робочих порожнин циліндрів. Гідро-кінематична схема низькообертового високомоментного гідромотора на базі трьох пар циліндрів обумовлює застосування зворотних клапанів з гідроправлінням при стиковому їх з'єднанні, які утворюють двопозиційний чотирьохлінійний гідророзподільник з електро-гідроуправлінням.

На основі циклограм роботи циліндрів у складі мотора запропонована електрична схема системи управління, яка забезпечує реверсування обертового руху вала мотора.

Запропонована залежність для визначення загального ККД гідромотора яка базується на його структурно-функціональній схемі з'єднання елементів. Разом з тим запропонована гідро-кінематична, структурно-функціональна схеми гідромотора з застосування трьох циліндрів, за допомогою яких визначено його загальний ККД.

Визначені закономірності зміни тиску в напірній магістралі та зміни частоти обертання вала в залежності від його положення, які створені на основі теоретичних досліджені кінематичних залежностей переміщення поршнів циліндрів у складі мотора.

У **четвертому розділі** представлено результати експериментальних досліджень моделей мотора з застосуванням електро-, пневмо- та гідроциліндрів.

Дослідження моделі з застосуванням електроциліндрів показали залежність впливу системи управління на функціональні показники роботи мотора. Застосування індивідуальних джерел живлення циліндрів дозволило виключити взаємовплив при їх роботі, що підтвердило видвинуту гіпотезу щодо живлення циліндрів у складі мотора. Разом з тим при застосуванні індивідуальних джерел живлення знижується рівень споживання енергії циліндрами на 20%.

Дослідження моделі мотора на базі пневмоциліндрів також підтвердили взаємовплив роботи циліндрів, виключення якого досягається при застосуванні регуляторів тиску. Це також призводить до підвищення рівномірності тиску повітря в напірній магістралі та частоти обертання вала.

Дослідження моделі з застосуванням гідроциліндрів дозволили запропонувати спосіб управління частотою обертання вала дросельним пристроєм в зливній магістралі при досягненні мінімального рівня взаємовпливу роботи циліндрів. Аналіз результатів дослідження роботи створеної моделі у складі вантажного механізму, визначили характер зміни його ККД в залежності від частоти обертання його вала.

Оцінюючи дисертаційну роботу, слід зазначити, що вона є закінченою і вирішує поставлені завдання. Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладення відповідають вимогам до кандидатських дисертацій.

Повнота опублікованих основних результатів дослідження.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно викладені в 17 наукових працях. Серед них 7 статей у фахових виданнях України, 1 стаття яка входить до науко-метричної бази SCOPUS, 9 – у матеріалах конференцій.

Рівень і кількість публікацій, а також апробація матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам, що ставляться до кандидатських дисертацій МОН України.

Відповідність автореферату основним положенням дисертації.

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

Загальні зауваження до дисертаційної роботи.

1. В огляді не достатньо розглянуті сучасні високомоментні гідромотори серійного виробництва.

2. При розгляді конструктивного рішення блока управління циліндрами (рис. 1.12 б) не приведено принцип його функціонування.

3. В пункті 2.5 наведено залежність для визначення гідравлічних втрат в трубопроводах при зменшенні довжин яких зменшуються втрати в гідросистемі. Разом з тим слід зазначити, що втрати рідини в гідросистемі залежать і від інших факторів які не розглядаються.

4. При розрахунку загального ККД стандартного гідромотора як системи (рівняння 2.17) не враховуються втрати в гідролініях мотора. Для підтвердження правомірності такого способу визначення загального ККД гідромоторів слід було виконати подібні розрахунки для різних їх типів та привести порівняльні результати.

5. Запропоноване схемне рішення низькообертового високомоментного гідромотора на базі трьох пар циліндрів (рис. 3.1) відображає однакове положення розподільників, що не дозволяє визначити послідовність роботи циліндрів та як наслідок напрямок обертання вихідного вала.

6. При визначенні загального ККД гідромотора на базі трьох циліндрів (рис. 3.5 а) застосована залежність для визначення ККД гідромотора з парною кількістю циліндрів, що потребує пояснень її застосування.

7. Розділ 4. При експериментальних дослідженнях створені моделі з застосуванням трьох електро-, пневмо- та гідроциліндрів, при цьому

недостатньо обґрунтовано подібність створених моделей з запропонованою конструкцією гідромотора з застосуванням трьох пар циліндрів.

8. Отримані закономірності роботи моделей моторів при застосуванні електроциліндрів з обертами вихідного вала в діапазоні 120-500 об/хв. (рис. 4.11), та пневмоциліндрів при обертах вала в діапазоні 60-180 об/хв. (рис. 4.18) не дозволяють віднести їх до низькообертових.

9. За результатами експериментальних досліджень роботи моделі мотора на базі гідроциліндрів в режимі без навантаження та з навантаженням не визначено необхідний рівень тиску підпору в зливній магістралі для досягнення стійких режимів роботи мотора.

10. При визначенні параметрів високомоментних низькообертових гідромоторів не розглядається раціональне застосування конструкцій моторів на базі трьох циліндрів або трьох пар циліндрів.

Вказані зауваження стосуються окремих деталей дослідження і не знижують наукового та практичного рівня дисертаційної роботи в цілому та не впливають на позитивну оцінку роботи.

Висновок.

Дисертаційна робота Чмужа Ярослава Валентиновича «Обґрунтування параметрів низькообертових високомоментних гідромоторів створених на базі циліндрів» є завершеною науково-дослідною роботою, що має теоретичне та практичне значення, містить нові рішення актуальної науково-практичної задачі, сутність якої полягає у зниженні внутрішніх втрат в гідросистемі мотора, побудоване на виявленні зв'язку між величиною корисної потужності, загальним його ККД та параметрами циліндрів. Актуальність, практичне значення, новизна і закінченість досліджень, обґрунтування та достовірність висновків заслуговує позитивної оцінки.

Зміст і структура дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.05.17 - гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

В цілому дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", що висуваються до кандидатських дисертацій, профілю спеціалізованої вченої ради К 55.051.03 у Сумському державному університеті, а здобувач Чмуж Ярослав Валентинович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 - гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри мехатронних
систем та транспортних технологій
Таврійського державного
агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного

Підпис Панченка А.І. засвідчую
Начальник відділу кадрів



А.І. Панченко

А.В. Терещенко