

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента,
професора кафедри теоретичної механіки та гідравліки
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
Рогового Андрія Сергійовича
на дисертацію Степанової Оксани Геннадіївни
«Покращення експлуатаційних характеристик технологічного
обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
131 – Прикладна механіка, галузь знань 13 – Механічна інженерія

Актуальність теми дисертації

Широке застосування на промислових підприємствах машинобудівної галузі знайшло технологічне обладнання з електрогідравлічними приводами, а саме, металорізальні верстати і комплекси, обладнання для пластичного формоутворення конструкцій і деталей, обладнання інструментального виробництва тощо. Разом з тим, значна частина парку технологічного обладнання перестала відповідати сучасним вимогам до експлуатаційних характеристик, не дає можливості освоювати новітні технології та потребує модернізації і оновлення. Крім того, існуюче обладнання стає енергетично неефективним, програє у продуктивності зарубіжним аналогам. Тому, покращення таких експлуатаційних характеристик як енергетична ефективність та продуктивність обладнання приведе до суттєвого економічного ефекту.

Доцільність вибору теми дослідження та її актуальність підтверджується тим, що вона відповідає науковому напрямку кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, а також напрямкам наукових досліджень освітньо-наукової програми зі спеціальності 131 – Прикладна механіка. Дисертаційна робота виконувалася в рамках держбюджетних тем кафедри відповідно до державних та галузевих програм і планів проведення науково-дослідних робіт.

Враховуючи вищевикладене, покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів є актуальною темою дослідження.

Наукова новизна

Авторкою враховано динамічні властивості електрогідравлічного підсилювача, що дозволило удосконалити математичну модель електрогідравлічного приводу обертового руху з об'ємним регулюванням. На підставі цього розроблено математичну модель приводу технологічного обладнання як об'єкту автоматичного управління для синтезу систем керування.

Обґрунтовано застосування у ланцюгу електромеханічного

перетворювача реальної пропорційно–диференціальної ланки для корекції автоматичних електрогідравлічних приводів з дросельним регулюванням. Параметри настроювань коригуючої ланки визначаються відповідно до заданого критерію якості регулювання, що дозволяє поліпшити динамічні властивості приводів обладнання.

Авторкою вперше запропоновано систему автоматичного керування електрогідравлічним приводом обертального руху при наявності стохастичних збурюючих впливів та шуму спостереження, що забезпечує покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання.

Практичне значення

Авторкою представлені технічні рішення для покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання з електрогідравлічним приводом, що захищені патентами України на корисну модель. Обґрунтована можливість зменшення енергоємності обладнання з приводом обертального руху шляхом збільшення коефіцієнту корисної дії приводу за рахунок зниження втрат споживаної потужності на регулювання витрати до гідродвигуна.

Використання запропонованої системи автоматичного керування поліпшує динамічні характеристики приводів, розширює функціональні можливості та підвищує продуктивність технологічного обладнання. Авторкою на прикладах показано зниження коливальності в координато-свердлильних верстаках з гідроприводом головного руху, скорочення операційного часу в обладнанні для пластичного формоутворення конструкцій і деталей.

Авторкою розроблено методику інженерного розрахунку автоматичного електрогідравлічного приводу обертального руху та об'ємного регулювання. Це дозволяє по значенням максимального моменту навантаження і частоти обертання гідромотора оцінити основні параметри та здійснити вибір елементів і пристроїв приводу, провести прогнозний розрахунок його статичних і динамічних характеристик.

Основні результати дисертації впроваджено в науково-виробничих підприємствах при модернізації технологічного обладнання, а також у навчальному процесі Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, що підтверджується відповідними актами.

Достовірність та обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, проведенням порівняння результатів розрахунків з експериментальними даними як-от: порівняння перехідних процесів при подачі керуючої напруги для блока регулювання насоса та перехідних процесів для приводу в цілому.

Обґрунтованість наукових положень підтверджується застосуванням стандартних процедур математичного аналізу й методів математичної фізики,

відповідністю змісту математичних конструкцій фізичній суті описуваних процесів. При розробці та дослідженні систем автоматичного керування використано апарат математичного моделювання технічних систем та методи теорії автоматичного керування.

Значна кількість дослідних даних при параметрах, що відповідають реальним умовам роботи технологічного обладнання, використання сучасних засобів вимірювань під час експериментальних досліджень, а також методів підтвердження адекватності теоретичних моделей, свідчать про високий ступінь достовірності та обґрунтованості результатів.

Аналіз основного змісту дисертації

Дисертація містить анотацію, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел і додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 181 сторінку, з яких 144 сторінки основного тексту, робота має 44 рисунки та 2 таблиці за текстом, додатки на 18 сторінках. Список використаних джерел включає 186 найменувань на 19 сторінках.

У вступі до дисертації авторкою виважено представлено актуальність теми дослідження, наведено мету і задачі роботи, викладено методи досліджень, обґрунтовано достовірність отриманих результатів, доведено наукову новизну і практичну цінність, показано особистий внесок здобувача, а також дані про апробацію та публікації за темою дисертації.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу питання, для чого авторкою розглянуто сучасне технологічне обладнання промислових підприємств, що включає електрогідравлічні приводи. Відзначено, що покращення таких експлуатаційних характеристик як енергоємність та продуктивність обладнання приведе до суттєвого економічного ефекту. Наведені шляхи зниження енергоємності технологічного обладнання та збільшення його продуктивності. На основі проведеного аналізу стану питання, літературних джерел, що присвячені розробці машинобудівного технологічного обладнання, сформульовані мета та поставлені задачі подальших досліджень.

Доцільно було б використати більше сучасних закордонних публікацій.

Другий розділ дисертації присвячено розвиненню математичних моделей характеристик робочих процесів в електрогідравлічних приводах технологічного обладнання. Удосконалено математичну модель електрогідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням шляхом урахування динамічних властивостей електрогідравлічного підсилювача. На підставі цього розроблено математичну модель приводу обладнання як об'єкту автоматичного керування.

Третій розділ дисертації присвячено експериментальним дослідженням. Тут представлено експериментальний стенд для дослідження статичних і динамічних характеристик гідроприводу, методика проведення експерименту та перевірки адекватності удосконалених математичних моделей, оцінки ефективності способів регулювання гідроприводу. Авторкою виконано

експериментальні дослідження енергетичної ефективності способів регулювання вихідної ланки гідроприводу. Показана доцільність використання для зменшення енергоємності технологічного обладнання з електрогідравлічним приводом об'ємного способу регулювання за рахунок підвищення енергетичної ефективності обладнання шляхом збільшення коефіцієнту корисної дії приводу. Виконано перевірку адекватності удосконалених математичних моделей за критерієм Фішера порівнянням дослідних та розрахункових характеристик гідроприводу, а також осцилограм перехідних процесів для блоку регулювання насоса і приводу в цілому.

В четвертому розділі розглянуті питання розробки та дослідження систем автоматичного керування приводами технологічного обладнання. Обґрунтовано застосування у ланцюгу електромеханічного перетворювача реальної пропорційно-диференціальної ланки для корекції автоматичних електрогідравлічних приводів з дросельним регулюванням. Параметри налаштувань коригуючої ланки визначаються відповідно до заданого критерію якості регулювання, що дозволяє поліпшити динамічні властивості приводів обладнання. Авторкою вперше запропоновано систему автоматичного керування електрогідравлічним приводом обертального руху при наявності стохастичних збурюючих впливів та шуму спостереження. Розробку системи керування виконано згідно методу розділення, для чого проведено синтез спостерігача Калмана-Бюсі та детермінованого оптимального регулятора.

П'ятий розділ присвячено розробці рекомендацій та технічних рішень, що дозволяють покращити експлуатаційні характеристики технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами. Технічні рішення захищені патентами України на корисну модель. Обґрунтована можливість зменшення енергоємності обладнання з приводом обертального руху шляхом збільшення коефіцієнту корисної дії приводу за рахунок зниження втрат споживаної потужності на регулювання витрати, що надходить до гідродвигуна. Доведено, що використання запропонованої системи автоматичного керування поліпшує динамічні характеристики приводів, розширює функціональні можливості та підвищує продуктивність технологічного обладнання. Показано, що використання пропорційно-диференціальної коригуючої ланки дозволяє оптимально налаштувати динамічні властивості електрогідравлічного приводу з дросельним регулюванням, виходячи із вимог до експлуатаційних характеристик, що пред'являються до обладнання. Авторкою розроблено методику інженерного розрахунку автоматичного електрогідравлічного приводу обертального руху та об'ємного регулювання. Це дозволяє по значенням максимального моменту навантаження і частоти обертання гідромотора оцінити основні параметри та здійснити вибір елементів і пристроїв приводу, провести прогнозний розрахунок його статичних і динамічних характеристик.

Загальні висновки по роботі висловлені чітко і аргументовані конкретними результатами.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Результати дисертаційного дослідження опубліковано у 32 наукових працях, з них 5 статей в наукових фахових виданнях України та 7 публікацій в фахових виданнях іноземних держав. У виданнях, що обліковуються наукометричними базами Web of Science та Scopus, опубліковано 4 роботи. Авторкою отримано 6 патентів України на корисну модель.

Проведений аналіз публікацій показав повноцінне висвітлення в них основних положень та результатів дисертаційної роботи. Результати дослідження пройшли апробацію шляхом їх обговорення на чисельних міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях. Праці Степанової О.Г., в яких опубліковані основні наукові результати дисертації, відповідають вимогам п. 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою КМ України від 6.03.2019 р. № 167 (із змінами згідно Постанови КМ № 979 від 21.10.2020 р.).

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

В дисертаційній роботі відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей і результатів, а також текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дискусійні положення та зауваження по дисертації:

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи слід відмітити певні дискусійні положення та зауваження, а саме:

1. Вважаю, що доцільним було би використання терміну енергетична ефективність ніж енергоємність як експлуатаційну характеристику технологічного обладнання.

2. Авторкою практично не приділено уваги статистичним характеристикам збурюючих впливів та шумів спостереження для технологічного обладнання, що розглянуто у першому розділі, обмежившись лише посиланнями на літературні джерела.

3. В математичних моделях для дослідження робочих процесів в електрогідравлічних приводах технологічного обладнання не достатньо повно враховані особливості навантаження за рахунок сил сухого тертя.

4. При розробці математичних моделей робочих процесів в електрогідравлічних приводах застосовано лінеаризацію характеристик низки гідравлічних пристроїв, але методи її проведення та оцінки внесених похибок не представлені.

5. Потребує більшої деталізації опис технічних рішень, на які отримано патенти України на корисну модель.

Наведені зауваження не знижують наукової і практичної цінності дисертаційної роботи Степанової О.Г., не зменшують загального позитивного враження про роботу, а також не впливають на її загальну оцінку.

Висновок

Дисертаційна робота Степанової Оксани Геннадіївни «Покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів» є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову задачу, суть якої полягає в покращенні експлуатаційних характеристик технологічного обладнання шляхом удосконалення електрогідравлічних приводів, що забезпечує зменшення енергоємності та збільшення продуктивності обладнання. Дисертаційна робота відповідає вимогам п. 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою КМ України від 6.03.2019 р. № 167, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її авторка Степанова Оксана Геннадіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент
професор кафедри теоретичної
механіки та гідравліки
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету
доктор технічних наук, доцент

A. C. Rogoviy

А.С. Роговий

