

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри технології машинобудування
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
Драгобецького Володимира В'ячеславовича
на дисертаційну роботу Степанової Оксани Геннадіївни
«Покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання
удосконаленням електрогідравлічних приводів»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
131 – Прикладна механіка, галузь знань 13 – Механічна інженерія

Актуальність теми дисертаційної роботи

Певним резервом розвитку економіки держави є розвинення машинобудівної галузі, що потребує оновлення парку морально застарілого технологічного обладнання промислових підприємств, зокрема, обладнання з електрогідравлічним приводом, яке не відповідає сучасним вимогам до експлуатаційних характеристик та потребує модернізації.

Серед основних експлуатаційних характеристик, покращення яких дає значний економічний ефект, є енергоємність та продуктивність технологічного обладнання. Так, зменшення енергоємності обладнання знижує собівартість виробів, а збільшення продуктивності підвищує економічну ефективність виробництва. Для підприємств машинобудівної галузі важливими експлуатаційними характеристиками технологічного обладнання є надійність та довговічність, а також рівень охорони праці при його експлуатації.

Актуальність теми також підтверджує проведення дисертаційних досліджень в рамках плану науково-дослідних робіт Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля відповідно до державних та галузевих програм, зокрема, відповідно до завдань держбюджетних тем кафедри машинобудування та прикладної механіки «Підвищення ефективності верстатних систем та спеціального технологічного обладнання для механічної обробки деталей методами різання та пластичного деформування», «Оптимізація верстатних систем, удосконалення автоматичних приводів технологічного обладнання, підвищення ефективності віброобробки та технологій матеріалобробки в машинобудуванні», у ході виконання яких здобувачка була відповідальним виконавцем окремих етапів робіт. Тема дисертації відповідає напрямкам наукових досліджень освітньо-наукової програми кафедри зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

Отже, актуальною є задача покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів, що дозволить зменшити енергоємність та збільшити продуктивність обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів

Автором удосконалено математичну модель автоматичного електрогідравлічного приводу з дросельним регулюванням за рахунок використання технічних даних базових пристроїв, що дозволяє забезпечити уточнення розрахунків параметрів робочих процесів.

Розвинена математична модель електрогідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням урахуванням динамічних властивостей електрогідравлічного підсилювача. Це дозволило побудувати математичну модель приводу обладнання як об'єкту керування, що взята за основу для розробки та дослідження систем автоматичного керування.

Автором запропоновано для корекції автоматичних електрогідравлічних приводів з дросельним регулюванням використання у ланцюгу електромеханічного перетворювача реальної пропорційно–диференціальної ланки, що дозволяє підвищити швидкодію приводу та знизити його швидкісну погрішність.

Вперше розроблено систему автоматичного керування електрогідравлічним приводом обертального руху, що враховує стохастичні збурюючі впливи та шум спостереження, яка дозволяє покращити експлуатаційні характеристики технологічного обладнання.

Практичне значення результатів дослідження

Автором розроблено технічні рішення, на які отримано патенти України на корисну модель, що покращують експлуатаційні характеристики технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами. Показана можливість зменшення енергоємності обладнання з приводом обертального руху підвищенням коефіцієнту корисної дії приводу за рахунок зниження втрат споживаної потужності, які пов'язані з процесом регулювання витрати, що надходить до гідромотора.

Запропонована система автоматичного керування, яка поліпшує динамічні характеристики приводів, розширює функціональні можливості та підвищує продуктивність технологічного обладнання.

Автором показано, що застосування реальної пропорційно–диференціальної ланки у ланцюгу електромеханічного перетворювача автоматичного електрогідравлічного приводу з дросельним регулюванням дозволяє ефективно корегувати динамічні характеристики приводу, зокрема, характер і тривалість перехідного процесу.

Представлено інженерну методику проектного розрахунку автоматичного електрогідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням, яка дозволяє провести оцінку основних параметрів та вибір елементів і пристроїв приводу, виконати прогноз його статичних та динамічних характеристик.

Результати дисертації використано в науково-виробничих підприємствах та у навчальному процесі Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля за освітніми програмами з прикладної механіки та галузевого машинобудування.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, визначається високим методологічним та науковим рівнем проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

Методичні основи проведених автором досліджень базуються на системному підході до моделювання характеристик електрогідравлічних приводів машинобудівного технологічного обладнання. При розробці математичних моделей для дослідження робочих процесів в приводах обладнання застосовано відомі класичні рівняння, а також наближені формули та емпіричні залежності, що є цілком припустимим при удосконаленні таких складних систем, якими є електрогідравлічні приводи технологічного обладнання.

Для дослідження динамічних характеристик приводів, розробки та аналізу систем автоматичного керування використано апарат теорії автоматичного керування, математичної статистики і теорії ймовірностей, застосовані сучасні засоби вимірювань при уточненні та підтвердженні адекватності удосконалених математичних моделей на дослідних установках.

Достовірність та обґрунтованість результатів і висновків також доведено коректним застосуванням математичного апарату та значною кількістю дослідних даних в умовах, наближених до реальних умов роботи обладнання.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 181 сторінку, де 144 сторінки займає основний текст дисертації. Робота містить 44 рисунки, 2 таблиці, додатки на 18 сторінках та список використаних джерел з 186 найменувань на 19 сторінках.

У вступі автором показано актуальність теми роботи, представлено мету і задачі досліджень, надано характеристику методів досліджень, обґрунтовано достовірність отриманих результатів, наведено наукову новизну і практичну значимість, представлено особистий внесок автора та дані про апробацію результатів та публікації.

У першому розділі «Аналіз стану питання, ціль і задачі дослідження» приведено розгорнутий аналіз стану проблеми в теоретичному і практичному аспектах. Здобувачем розглянуто технологічне обладнання з електрогідравлічним приводом сучасних машинобудівних підприємств та вимоги до нього. Показано, що основними експлуатаційними характеристиками, поліпшення яких дає суттєвий ефект, являється енергоємність та продуктивність технологічного обладнання. Відзначено, що підвищення продуктивності можна досягти скороченням операційного часу, що забезпечується розробкою та дослідженням систем автоматичного керування приводами обладнання. Виконаний аналіз стану проблеми та наукових праць з питань розробки і проектування технологічного обладнання з електрогідравлічним приводом дозволив сформулювати мету та відповідні задачі дослідження.

У другому розділі «Теоретичні дослідження робочих процесів в електрогідравлічних приводах технологічного обладнання» удосконалено математичні моделі для дослідження робочих процесів в електрогідравлічних приводах технологічного обладнання. Автором розвинена математична модель для дослідження характеристик автоматичного електрогідравлічного приводу з дросельним регулюванням, що дозволило забезпечити уточнення розрахунків параметрів робочих процесів. Також, розвинена математична модель електрогідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням шляхом урахування динамічних властивостей електрогідравлічного підсилувача. Це дозволило побудувати математичну модель приводу обладнання як об'єкту керування, що взята за основу для розробки та дослідження систем автоматичного керування.

В третьому розділі «Експериментальні дослідження» представлено стенд для експериментального дослідження статичних та динамічних характеристик гідроприводу, методику проведення експерименту та перевірки адекватності розроблених математичних моделей, оцінки ефективності способів регулювання вихідної ланки гідроприводу. Автором виконано аналіз залежності коефіцієнту корисної дії приводу від глибини регулювання швидкості, показана доцільність використання способу регулювання зміною робочого об'єму насоса для зменшення енергоємності технологічного обладнання з гідроприводом обертального руху. Перевірка адекватності математичних моделей виконана по критерію Фішера. Адекватні математичні моделі покладені автором в основу наступних досліджень з покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів.

Четвертий розділ «Удосконалення систем автоматичного керування електрогідравлічними приводами технологічного обладнання» присвячено питанням розробки та дослідження систем автоматичного керування приводами обладнання. Автором запропоновано для корекції автоматичних електрогідравлічних приводів з дросельним регулюванням використання у ланцюгу електромеханічного перетворювача реальної пропорційно-диференціальної ланки, що дозволяє підвищити швидкість приводу та знизити його швидкісну погрішність. Вперше розроблено систему автоматичного керування електрогідравлічним приводом обертального руху, яка враховує стохастичні збурюючі впливи та шум спостереження. Для цього задачу синтезу оптимальної стохастичної лінійної системи в умовах неповної інформації про стан розбито на дві, зокрема, задачу синтезу оптимального спостерігача та розробку детермінованого лінійного оптимального регулятора. Використання запропонованої системи автоматичного керування дозволяє поліпшити динамічні характеристики приводу, розширити функціональні можливості та підвищити продуктивність технологічного обладнання.

В п'ятому розділі «Покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами» розглянуто технічні рішення для покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами. Обґрунтована можливість зменшення енергоємності обладнання з приводом обертального руху за

рахунок зниження втрат споживаної потужності, що пов'язані з процесом регулювання витрати, яка надходить до гідромотора. На представлені технічні рішення отримано 6 патентів України на корисну модель. Автором доведено, що застосування реальної пропорційно-диференціальної ланки у ланцюгу електромеханічного перетворювача дозволяє ефективно корегувати характер і тривалість перехідного процесу. Представлено інженерну методику проектного розрахунку автоматичного електрогідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням, яка дозволяє провести оцінку основних параметрів та вибір елементів і пристроїв приводу, виконати прогноз його статичних та динамічних характеристик.

Загальні висновки, що містять основні результати дисертаційних досліджень, викладені достатньо повно та відображають хід виконання поставлених завдань дисертаційного дослідження.

Робота створює добре враження діловим та послідовним розв'язанням комплексу питань. Відсутні суттєві перебільшення та недоробки.

Повнота викладу результатів в наукових працях

За темою дисертації опубліковано 32 наукові праці, зокрема, 7 публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати (публікації, що зараховані за темою дисертації), 14 публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації, 5 робіт, що додатково відображають наукові результати, крім того, отримано 6 патентів України на корисну модель. Слід відзначити, що автор має 4 праці, які проіндексовані в наукометричних базах Web of Science та Scopus.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на конференціях різного рівня. Публікації, що зараховані за темою дисертації, повністю відповідають вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою КМ України від 6.03.2019 р. № 167 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 979 від 21.10.2020 р.).

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерело для текстових та ілюстративних запозичень; навмисних ілюстративних спотворень не виявлено. Тому, можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

По роботі є наступні зауваження:

1. Для технологічного обладнання операційний час – це час, який безпосередньо витрачається на обробку виробу, а також на установку і зняття деталі, вимірвальні операції, що передбачені технологічним процесом. А в роботі розглядається лише час підводу, робочий хід та відвід робочого органу (інструменту).

2. Нема чіткого розуміння, що автор має на увазі під оптимальним законом руху робочого органу.

3. Функціональні вимоги до процесів в системах автоматичного керування приводами технологічного обладнання для механічної обробки матеріалів розкрито не повно.

4. Дослідження робочих процесів електрогідравлічних приводів обладнання для пластичного формоутворення конструкцій і деталей слід проводити разом з процесом пластичної деформації.

5. Цікавим було б розглянути сумісне використання електричних коригуючих ланок та гідромеханічних коригуючих пристроїв.

6. Критерій якості регулювання електрогідравлічних приводів технологічного обладнання для пластичного формоутворення конструкцій і деталей повинен обов'язково враховувати швидкісну погрішність робочого органу.

7. Поліпшення динамічних характеристик технологічного обладнання підвищує його надійність, довговічність та рівень безпеки праці при експлуатації, але цьому питанню не приділено достатньо уваги і воно розкрито не повністю.

8. Доцільно було б розглянути питання щодо вибору напрямів дослідження.

Приведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень.

Висновок

Представлена дисертаційна робота Степанової О.Г. «Покращення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання удосконаленням електрогідравлічних приводів» є завершеною науково-дослідною працею та присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі прикладної механіки, яка за своїм науковим рівнем та практичною цінністю відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Робота за змістом і оформленню цілком задовольняє наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» (із змінами, внесеними згідно наказу МОН № 749 від 31.05.2019 р.).

Дисертація відповідає пп. 9-12 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою КМ України від 6.03.2019 р. № 167 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 979 від 21.10.2020 р.), а її автор Степанова Оксана Геннадіївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент

Голова спеціалізованої вченої ради Д 45.052.06,
Завідувач кафедри технології машинобудування
Кременчуцького національного університету
Імені Михайла Остроградського,
Доктор технічних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України



В.В. Драгобецький