

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Чуйка Всеволода Петровича** “Поліпшення експлуатаційних характеристик об’ємних гідродвигунів поступального руху в складі гідроагрегатів шляхом компенсації впливу нерівномірної подачі насоса”, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідроневмоагрегати

1. Актуальність теми дисертації.

Підвищення характеристик гідравлічних агрегатів є невід’ємною частиною технічного прогресу. Велика кількість технічних систем містить гідроагрегати, актуальність дослідження і розвитку яких є більш ніж обґрунтованою.

Достатньо широкого розповсюдження дістали гідравлічні двигуни поступального руху, а інколи, лише застосування останніх дозволяє вдало виконати в рамках технологічних процесів поставлені задачі. При цьому, забезпечення контрольованих рухів виконуючих механізмів гідравлічного двигуна є одним пріоритетних завдань. Відомо, що для живлення гідродвигунів широко застосовуються насоси об’ємного типу, які мають власні характерні закони зміни тиску та подачі. Вплив останніх на функціонування гідроагрегатів, як відомо, є предметом ряду досліджень. Їх метою є забезпечення рівномірної подачі насоса або ж усунення негативного впливу пульсації подачі на елементи гідравлічної системи.

Для більшості гідроагрегатів вже створені технічні рішення, що полягають у застосуванні накопичувачів, гасителів пульсацій, модернізації конструкції насоса, вибору оптимальних параметрів гідравлічної системи. Для систем з високим тиском реалізація стандартних рішень може викликати складнощі. Прикладом такої технічної системи є гідроагрегати для поздовжньої деформації кріпильних елементів при обслуговуванні корпусів обладнання. Альтернативним стандартним рішенням автор запропонував концепцію компенсації впливу нерівномірної подачі насоса з метою подолання негативного впливу пульсуючої подачі останнього на рух ланок гідродвигунів. Концепція реалізується застосуванням регульованого гідравлічного дроселя в зливній лінії гідроагрегата.

Актуальність даного дисертаційного дослідження обґрунтовано необхідністю розширення відомих технічних рішень при проектуванні гідроагрегатів та підкріплено важливою практичною задачею, пов’язаною з поліпшенням експлуатаційних характеристик об’ємних гідродвигунів поступального руху в складі гідроагрегата для деформації кріпильних елементів шляхом компенсації впливу нерівномірної подачі насоса.

2. Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась у рамках плану держбюджетних науково-дослідних робіт та науково-технічної програми МОН України кафедри прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету та

реалізована при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи №0110U001951- "Дослідження робочого процесу об'ємних машин і приводів".

3. Структура та зміст дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Вона містить вступ, чотири розділи, висновки, додатки, список використаних літературних джерел. Обсяг роботи становить 141 сторінку. Робота включає 57 рисунків, 5 з яких на окремих аркушах, 5 таблиць, 4 додатки. Список використаних літературних джерел містить 106 найменувань та складений на 11 аркушах.

У вступі наведено опис формальних характеристик дисертаційної роботи, а саме: актуальність теми, зв'язок з науковими програмами, планами, темами, мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження, методи досліджень, наукова новизна, практичне значення, структура та обсяг роботи, дані про апробацію результатів досліджень, перелік публікацій з описом особистого внеску здобувача.

У першому розділі проведено аналіз робочого процесу однопоршневого насоса та детально розглянуто його індикаторні діаграми. Наводиться зв'язок конструкції та типу насоса з формою його характеристик (миттєвої подачі та тиску па виході). Проводиться дослідження та узагальнення принципів керування рухомими елементами гідравлічних двигунів. В роботі пояснюються переваги дросельного способу керування та детально аналізуються схеми встановлення дроселів у гідроагрегат. За результатами аналізу вказуються переваги розташування гідравлічного дроселя на зливній лінії гідравлічного агрегату. Акцентована увага на швидкодії запірних елементів, як параметра оперативного керування. В розділі наводиться класифікація гідравлічних дроселів за конструкцією елементів, їх взаємному розташуванні, формі дроселюючих щілин та потоку в них. В роботі детально описуються переваги та недоліки як окремих елементів так і дроселюючих апаратів в цілому. В розділі приводиться опис пристрою для створення зусилля при деформації пружних кріпильних елементів - шпильок насосу ГЦН195-М. Обґрунтовується необхідність контрольованого рівномірного руху штоків пристрою та деформації шпильок відповідно.

У другому розділі на основі опису гідравлічного агрегату, наведеного у першому розділі, створено математичну модель його робочого процесу. Модель враховує показники змінного навантаження на шток гідродвигуна, двофазність та стискуваність рідини, сили тертя, що максимально наближає її до реальної. За розробленою математичною моделлю гідравлічного агрегату, який складається з одношунжерного насоса та гідравлічного двигуна, проведено чисельний експеримент, який підтвердив вплив пульсуючої подачі насоса на закон руху штоку гідро двигуна. Для компенсації впливу пульсуючої подачі насоса на рух штоку гідравлічного двигуна у зливну лінію гідравлічного агрегату встановлено регульований гідравлічний дросель. Встановлено аналітичний вираз для визначення площі дроселюючої щілини в залежності від кута повороту кривошипного насоса, яка забезпечує сталу швидкість руху штоку гідравлічного циліндра. На основі аналізу необхідного значення площі

дроселюючої щілини обґрунтовано конструктивну схему регульованого гідравлічного дроселя з обертовим профільованим золотником. Експериментально встановлена аналітична залежність для визначення коефіцієнту витрат дроселя.

У третьому розділі наводяться матеріали експериментальних досліджень. Наведено схему експериментального стенда, обґрунтовано вибір приладів та контрольно-вимірювальної апаратури, методики проведення, результати досліджень, та їх обробки. Експеримент проводиться у два етапи – із застосуванням регульованого гідравлічного дроселя та без нього. Результати експерименту представлені у вигляді графічних залежностей деформації шпильки за тиском та часом. План експерименту наведено у розділі. Для порівняльного аналізу вводиться поняття ідеального рівномірного руху та характеристики відхилення від нього – максимальні та середні на досліджуваних проміжках. Аналіз достатньо очевидно вказує на поліпшення характеристики руху штоків гідродвигуна. Для обох випадків відхилень спостерігається їх зменшення більш ніж у три рази із застосуванням запропонованої концепції компенсації впливу пульсації подачі об'ємного насоса на рух штоку гідроциліндра в гідроагрегаті. Апроксимація експериментальних даних та оцінка відхилень підтверджують адекватність попередньо створеної математичної моделі.

У четвертому розділі приводяться економічні та ергономічні наслідки використання пристрою для створення зусилля при обслуговуванні корпусів ГЦН195-М. Акцентовано увагу на критично важливій ролі забезпечення рівномірної деформації кріпильних елементів, що забезпечується реалізацією запропонованої концепції. Наводяться рекомендації щодо проектування регульованого дроселя, вибору матеріалів для виготовлення його деталей. Вказуються рекомендації щодо коректного застосування запропонованої концепції

4. Новизна наукових положень, результатів, висновків та рекомендацій.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- уперше запропоновано концепцію компенсації впливу нерівномірної подачі об'ємного насоса для забезпечення рівномірного руху вихідної ланки гідравлічного двигуна за рахунок застосування регульованого гідравлічного дроселя в зливній лінії гідроагрегату;
- уточнено фізичну та розроблено узагальнену математичну модель робочого процесу гідравлічного агрегату для деформації шпильок при обслуговуванні роз'ємів корпусів технологічного обладнання, яка базується на елементній декомпозиції з урахуванням нелінійної сили тертя, нестационарних гідромеханічних процесів, нерівномірної зміни подачі насоса, стисливості та двофазності рідини, змінного навантаження вихідної ланки гідравлічного двигуна;
- виявлено особливості та закономірності робочих процесів, які відбуваються в гідроагрегаті, та підвищують точність математичної моделі, а саме: вплив на

характеристики руху вихідної ланки гідравлічного двигуна нерівномірної зміни подачі насоса та змінного навантаження;

- уперше теоретичними та експериментальними дослідженнями доведено можливість компенсації нерівномірної подачі об'ємного насоса на рух вихідної ланки гідравлічного двигуна шляхом встановлення регульованого гідравлічного дроселя в зливній лінії гідроагрегату з урахуванням нерівномірної подачі насоса, визначено вплив його параметрів на характеристики гідроагрегату, встановлено ступінь ефективності застосування регульованого гідравлічного дроселя та його вплив на параметри гідроагрегату, отримано нову аналітичну залежність для розрахунку його конструктивних параметрів.

5. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, результатів, висновків і рекомендацій.

Достовірність й обґрунтованість наукових положень, розроблених в дисертації базується на:

– використанні відомих методів механіки рідини і газу, теорії математичного моделювання

– коректному застосуванні математичних моделей для представлення закономірностей та особливостей робочих процесів, що відбуваються у гідроагрегатах;

– забезпеченні внутрішнього взаємозв'язку теоретичної й експериментальної частин дисертації;

– задовільному узгодженні результатів розрахунку і експерименту. Підтвердження достовірності результатів теоретичних досліджень і уточнення аналітичних залежностей автор проводив шляхом експериментальних досліджень.

– обробкою отриманих результатів експериментальних даних проведеною згідно загальновідомих методик та методів статистичної обробки з використанням регресійного аналізу експериментальних даних.

Аналіз експериментальних досліджень підтвердив достовірність отриманих теоретичних залежностей, що свідчить про їх придатність для практичних розрахунків.

6. Практична значимість отриманих у роботі нових результатів.

Практичне значення основних результатів досліджень полягає в спроектованому та виготовленому регульованому дроселі для забезпечення рівномірного руху штоків гідродвигунів гідроагрегата для обслуговування роз'ємів корпусів технологічного обладнання. Експериментально підтверджена концепція дозволяє використовувати отримані в дисертаційній роботі аналітичні вирази при проєктуванні гідроагрегатів. Розроблено рекомендації щодо застосування в промисловості запропонованої концепції забезпечення рівномірного руху. Вказано параметри гідроагрегата при яких можливо забезпечити компенсацію пульсацій тиску в напірній порожнині гідравлічного

двигуна шляхом встановлення регульованого гідравлічного дроселя в зливній лінії;

Основні результати досліджень впроваджені при проектуванні та виготовленні гідравлічного агрегату для обслуговування роз'ємів корпусів технологічного обладнання науково-виробничим підприємством «Сумизовнішсервіс» (м. Суми). Результати досліджень упроваджені в навчальний процес Сумського державного університету в дисциплінах «Гідро- і пневмоприводи та гідропневмоавтоматика» та «Об'ємний гідро- та пневмопривід».

Упровадження підтвержені відповідними актами.

7. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Наукові положення, висновки і рекомендації, які отримані в дисертаційній роботі детально висвітлені у 13 наукових працях, в тому числі: 5 статей в журналах фахових виданнях переліку ВАК України, 1 з яких у наукометричній базі Scopus, та 1 патент України на корисну модель.

Основні положення і результати дисертації доповідались й обговорювались на семи всеукраїнських і міжнародних конференціях і семінарах з проблем досліджень та застосування гідроаеромеханіки у виробництві за результатами яких опубліковані тези.

8. Загальні зауваження до дисертаційної роботи.

1. Як недолік слід відмітити те, що в дисертаційній роботі не вказано, яким чином при експериментальному дослідженні гідроагрегата підтримується постійна температура робочої рідини.
2. Доцільно було б привести результати порівняльного аналізу гідроагрегата з різними типами насосів та існуючого з використанням запропонованої концепції компенсації впливу пульсуючої подачі насосу на рух вихідної ланки гідравлічного двигуна.
3. В роботі відсутні відомості про вібраційні дослідження елементів гідроагрегата.
4. Було б доцільно навести фундаментальні залежності, що використовуються при математичному описанні робочого процесу гідроагрегата у першому розділі, і вже в другому вдосконалені для більшого розуміння в чому саме полягає вдосконалення базової математичної моделі.
5. При проведенні розрахунків використовувалися середні значення показників фізико-механічних властивостей робочих рідин. Для гідравлічних пристроїв та гідроагрегатів ці показники суттєво впливають на результати динамічних розрахунків, а при експлуатації в різних умовах властивості рідин взагалі змінюються. Тому слід було б вказати, як фізико-механічні властивості робочої рідини, що розглядалася при моделюванні впливають на коефіцієнт гасіння гасителя. Окрему увагу слід було б приділити чистоті робочої рідини.
6. В розробленій в другому розділі математичній моделі розглянуто роботу гідравлічного двигуна на вхід якого надходить основна гармоніка пульсацій,

обумовлена частотою обертання насоса. Але в поршневих насосах з клапанним розподіленням робочої рідини спектр пульсацій значно складніший, тому що з'являються додаткові гармоніки, які пов'язані з конструкцією та геометричними параметрами клапанів.. Тому у роботі слід було проаналізувати чи існують відмінності у застосуванні запропонованої концепції компенсації пульсації подачі, якщо на виході із об'ємного насосу діє не одна, а дві чи більше гармонік пульсацій.

9. Загальний висновок.

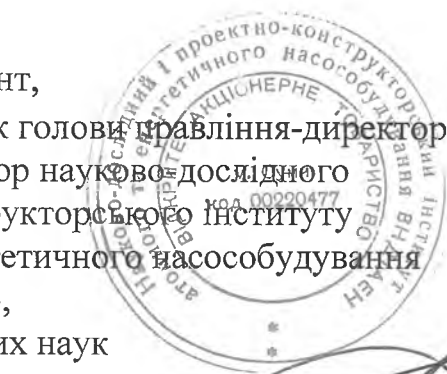
Дисертаційна робота Чуйка Всеволода Петровича “Поліпшення експлуатаційних характеристик об'ємних гідродвигунів поступального руху в складі гідроагрегатів шляхом компенсації впливу нерівномірної подачі насоса”, є завершеним науковим дослідженням, характеризується науковою новизною та має науково-практичну цінність, виконана особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертаційна робота викладена логічно, у ній чітко визначено мету, яка досягнута здобувачем. Теоретична частина роботи є ґрунтовною, що дозволяє у повноті зрозуміти завдання дослідження.

Автореферат об'єктивно висвітлює отримані у дисертаційному дослідженні результати і відповідає змісту дисертації.

У цілому рівень теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, практична значимість роботи повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11 та 12 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07. 2013 № 567, щодо кандидатських дисертацій. Вважаю, що представлена дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати, а її автор Чуйко Всеволод Петрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент,
перший заступник голови управління-директора-
технічний директор науково-дослідного
і проектно-конструкторського Інституту
атомного та енергетичного насособудування
ВАТ «ВНДІАЕН»,
кандидат технічних наук

А.А. Руденко



Руденко А.А. Верна Руф
24.10.13