

Рецензія

рецензента, д. т. н., професора Ланця О. С.

на дисертаційну роботу Яцунського Петра Петровича

«ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПУЛЬСОКОЛЕКТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

До пульсоколекторів доїльних апаратів з кожним роком ставляться ще більші технологічні й конструктивні вимоги: стабільність частоти пульсації, співвідношення між тактами та надійності роботи, плавний та безболісний для тварини перехід між режимами технологічного процесу. Все це дозволяє отримувати якісніший продукт.

Дана дисертаційна робота присвячена якраз підвищенню ефективності обладнання для доїння корів і є актуальним питанням сьогодення.

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

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до проекту прикладного дослідження “Розроблення адаптивної кібер-фізичної системи процесу виробництва молока”, що проходив 2016-2017 роках і фінансувався з держбюджету Міністерства освіти і науки України (№ д.р. 0116U004616).

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, як містить анотацію, зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки.

У вступі наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність теми досліджень, розкритий зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульована мета, завдання, об'єкт та предмет дослідження, вказана наукова новизна та практичне значення

одержаних результатів, визначений особистий внесок здобувача, наведені дані про апробацію, публікації, структуру та обсяг роботи.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності машинного доїння корів шляхом розроблення і обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата.

Об'єктом дослідження є технологічний процес доїльного апарата з пневмоелектромагнітним пульсоколектор.

У дисертаційній роботі проаналізовано вплив конструкційно-технологічних параметрів на ефективність машинного доїння та молоковіддачу корови. Проведено аналіз конструкцій пневмоелектромагнітних пульсаторів та суміщених пульсоколекторів. Показано, що використання електромагнітного приводу непрямої дії веде до спотворення керуючого пневматичного сигналу, мінімальну потужність приводу клапана забезпечує мінімальний діаметр перепускного отвору, динамічність роботи системи перемикачів тактів пульсатора забезпечується напругою живлення електронного блоку пульсатора до 24 В. Встановлено, що допустимі межі вакуумметричного тиску – 32-48 кПа, частота пульсацій – від 30 хв-1 до 120 хв-1, а стимулююча частота пульсацій в такті ссання може становити 180 хв-1, 200 хв-1 і 300 хв-1.

Розроблено структурно-функціональну схему пневмоелектромагнітного пульсоколектора, що реалізує унеможливлення силового навантаження дійкової гуми на дійку методом урівноваження тисків в міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів.

Встановлено, що основними факторами, які впливають на ефективне функціонування пневмоелектромагнітного пульсоколектора є технологічні режими роботи доїльного апарата (вакуумметричний тиск, частота пульсації, співвідношення між тактами, інтенсивність молоковіддачі), конструкційні параметри пневмоелектромагнітного пульсоколектора (геометричні розміри якоря-клапана і внутрішні розміри корпусу пульсоколектора, параметри електромагніту та геометричні розміри повітряних каналів корпусу).

Отримано аналітичні залежності для моделювання швидкості потоку повітря в між стінному просторі “якір-клапан – внутрішня поверхня корпусу

пульсоколектора” та дотичних напружень, які встановлюють взаємозв’язок між характеристикою середовища, вакуумметричним тиском і конструкційними параметрами якоря-клапана, що уможливорює моделювання кінематичних характеристик руху повітря й дії динамічного зусилля на якір-клапан.

Проведено теоретичні дослідження з визначення ампер-витків електромагніту в режимі утримання якоря-клапана в положення для такту ссання та в момент підняття якоря-клапана в такті стиску в залежності від технологічних характеристик і конструкційних параметрів пульсоколектора. Встановлено, що із збільшенням зазору між верхньою площиною якір-клапана і магнітопроводом та із зростанням вакуумметричного тиску значення ампер-витків електромагніту зростає. Так, за зазору $\delta = 0,1$ мм і вакуумметричного тиску $P_B = 50$ кПа кількість ампер-витків електромагніта для утримання якір-клапана у такті «ссання» перевищує $IW = 9$ А·Вит, а за зазору $\delta = 1$ мм для утримання якір-клапана у верхньому положенні необхідно $IW = 90$ А·Вит електромагніту. Для підняття якір-клапана з нижнього положення (перехід від такту «стиску» до такту «ссання») та зміни вакуумметричного тиску від 5 кПа до 50 кПа ампер-витки електромагніту необхідно забезпечити від $IW = 106$ А·Вит до $IW = 335$ А·Вит.

У результаті теоретичних досліджень встановлено, що за $IW = 400$ А·Вит і вакуумметричного тиску $P_B = 50$ кПа, час піднімання якоря-клапана на віддалі $y = 4$ мм становить $t = 0,102$ с. За $IW = 100$ А·Вит час піднімання якоря-клапана становить $t = 0,23$ с. і із збільшенням потужності електромагніту тривалість піднімання якоря-клапана зменшується.

Тривалість піднімання якоря-клапана за переходу пневмоелектромагнітного пульсоколектора від такту «стиску» до такту «ссання» є нелінійною характеристикою із збільшенням ампер-витків електромагніту тривалість часу піднімання якоря-клапана зменшується. Із зменшенням вакуумметричного тиску тривалість піднімання якоря-клапана за переходу пневмоелектромагнітного пульсоколектора від такту «стиску» до такту «ссання» також зменшується.

Теоретичні дослідження проведено з використанням основних законів газової динаміки і пневматики та методів класичної механіки, інтегрального і

диференціального числення. Експериментальні дослідження виконані в лабораторних умовах з використанням тензометричного комплексу з цифровим комп'ютерним осцилографом та методів планування багатofакторних експериментів. Статистичне опрацювання експериментальних даних проводили із використанням відповідних програмних продуктів (Microsoft Excel, Statistica).

Удосконалений стенд для експериментальних досліджень пневмоелектромагнітного пульсоколектора, що уможливорює вимірювання в часі динаміки зміни вакуумметричного тиску в процесі роботи доїльного апарата з використанням імітатора інтенсивності молоковіддачі.

Розроблений експериментальний пневмоелектромагнітний пульсоколектор.

В основі проведення експериментальних досліджень є багатofакторний планований експеримент і отримані регресійної моделі в натуральних факторах для дво- і трифакторної моделі відповідного порядку.

Встановлено, що потужність споживання зростає із зменшенням частоти пульсації й збільшенням співвідношення тактів. За частоти пульсації 1 Гц і співвідношення такту ссання до такту стиску 70:30, споживана потужність пневмоелектромагнітного пульсоколектора не перевищує 5 Вт.

Інтенсивність молоковіддачі із зменшенням частоти пульсації та збільшенням вакуумметричного тиску в піддійковій камері доїльних стаканів – зростає. Співвідношення між тактами пульсоколектора на інтенсивність молоковіддачі впливає незначно.

Досліджено взаємозв'язок між вакуумметричним тиском в міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів та частотою пульсації, співвідношенням такту ссання до такту стиску й вакуумметричним тиском. За частоти пульсації 1 Гц, співвідношення між тактами від 0,67 до 1 вакуумметричний тиск в міжстінковій і піддійковій камерах буде коливатись від 14 до 16 кПа. Інтенсивність молоковіддачі із збільшенням веде до збільшення втрат вакууму.

Унеможливлення силового навантаження дійкової гуми на дійку відбувається за урівноваження тисків в міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів.

В виробничих умовах проведено перевірку ефективності машинного доїння доїльним апаратом з розробленим пневмоелектромагнітним пульсоколектором та порівняння його з доїльним апаратом в склад якого входив ДА-Ф-50 (прототип). Дане дослідження проводилось на навчально-демонстраційній фермі Золочівського фахового коледжу Львівського національного університету природокористування, а також проведено апробацію результатів експериментальних досліджень на молочній фермі в м. Сіндал (Данія). Початкові технологічні параметри відповідних доїльних апаратів були однаковими при обох варіантах: вакуумметричний тиск – 48-50 кПа; співвідношення тактів – 60:40 30:70 і 70:30; частота пульсацій – 1 Гц.

Висновки по роботі сформульовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані в роботі результати. За своїм рівнем висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості патентних матеріалів та іноземних джерел.

Додатки до роботи містять матеріали досліджень, що не увійшли в основну частину роботи.

4. Наукова новизна одержаних результатів

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, на мою думку, можна віднести те, що уперше:

- отримано аналітичні залежності швидкості потоку повітря в між стінному просторі “якір-клапан – поверхня корпусу пульсоколектора” та дотичних напружень, які встановлюють взаємозв’язок між характеристикою середовища, вакуумметричним тиском і конструкційними параметрами якоря-клапана;

- отримано аналітичну залежність часової характеристики переміщення якоря-клапана за його динамічного навантаження, яка встановлює взаємозв’язок між конструкційними параметрами якоря-клапана, дотичними напруженнями, швидкістю потоку повітря, вакуумметричним тиском, характеристикою середовища, ампер-витками електромагніту, що уможливорює моделювання

часової характеристики переміщення якоря-клапана та обґрунтувати потужність електромагніту пневмоелектромагнітного пульсоколектора.

Вважаю, що наукові результати здобувача є вагомим внеском у розвиток створення, теоретичного обґрунтування та експериментальному дослідженні нового пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата.

5. Достовірність отриманих результатів і висновків

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректною постановкою задачі, мети та завдань дисертаційного дослідження, які розв'язуються послідовно та аргументовано. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується відповідністю методології дослідження поставленої науково-технічної задачі, повнотою розгляду на теоретичному та експериментальному рівнях об'єкта дослідження, застосуванням комплексу методів, адекватних предмету дослідження.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що з використанням раціональних конструкційно-технологічних параметрів розроблено пневмоелектромагнітний пульсоколектор доїльного апарата, який забезпечує підвищення ефективності машинного доїння.

Результати дослідження передані ТЗОВ „МЕТАЛВОРКШОР” Львівської області для розроблення технологічної документації на виготовлення дослідної партії пневмоелектромагнітного пульсоколектора.

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи.

Проведено перевірку дисертації на наявність академічного плагіату, отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. По всьому тексту дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без

посилань на відповідні джерела.

Усі основні положення та найбільш важливі результати дисертації, подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних періодичних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 12 наукових працях, у т.ч. 2 одноосібні, з них – 2 статті у фахових виданнях, 3 у міжнародних виданнях, з них 2 статті у наукових виданнях зарахованих до Міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS, Web of Science; 7 тез доповідей на Міжнародних конференціях і симпозиумах. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Було б добре чіткіше сформулювати наукову задачу, що вирішується в дисертаційній роботі.

2. У першому розділі в висновках наведено гіпотезу про те, що підвищення ефективності машинного доїння корів може бути досягнуто шляхом обґрунтування розроблення і обґрунтування конструкційно - технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата. На мій погляд це твердження є дуже абстрактним і потребує вдосконалення. Крім того, варто було б сформулювати ідею наукових досліджень.

2. Бажано було би обґрунтувати вибір параметру μ_0 – магнітної проникності саме у вакуумі. Можливо правильніше було б взяти проникність у повітрі?

3. В рівняннях електромагнітної сили фігурує струм, що протікає в котушці. Для точного встановлення електромагнітної сили було б добре вивести рівняння струму, що враховує повітряний проміжок. Це також дозволило б краще дослідити динамічні процеси.

4. Некоректно здійснювати записи у вигляді $U \ln(U)$, адже не зрозуміло чи то добуток математичних функцій і параметрів, чи то нова функція. Чим відрізняються логарифми записані курсивом і прямі?

5. Висновки варто починати з того, яка наукова задача вирішена.

6. В роботі містяться стилістичні помилки.

Хотів би зазначити, що багато проведених робіт не знайшли відображення

в дисертації. Так, стажування за кордоном по програмі наукових дисертаційних досліджень. Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової та практичної цінності.

9. Висновки

Представлена дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 133 – Галузеве машинобудування.

Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація здобувача Яцунського Петра Петровича «ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПУЛЬСОКОЛЕКТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА» за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування. містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які мають теоретичне та практичне значення, що повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», від 12.01.2022 р. № 44 та «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 № 40, а її автор, Яцунський Петро Петрович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор, директор Інституту механічної
інженерії та транспорту Національного
університету «Львівська політехніка»



Олексій Ланець

Всіх секретарів забороняю!
Р. Р. Благодійник