

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого дослідника
АЛІЄВА Ельчина Бахтияра огли на дисертацію
ЯЦУНСЬКОГО Петра Петровича «Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата»,
що подається на здобуття ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю
133 «Галузеве машинобудування» (13 «Механічна інженерія») у
Національний університет «Львівська політехніка»

1. Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

Доїння тварин – це складний процес функціонування біотехнічної системи «людина – машина – тварина». Машинна ланка системи має відповідати фізіологічним потребам тварин і забезпечувати: повноцінне стимулювання рефлексу молоковіддачі; якісне видоювання корів із певною періодичністю; убезпечення молочної залози та організму тварини від шкідливого впливу машини; одержання молока високої якості. Цього можна досягти за рахунок впровадження автоматизованих доїльних установок.

Пульсатор і колектор є основними складовими доїльного апарата, який безпосередньо контактує із твариною і молоком. Це ставить високі вимоги до їх конструкцій і режимів роботи, що повинні відповідати вимогам міжнародних стандартів ISO 3918, ISO 5707 і ISO 6690. За рахунок забезпечення автоматизованого керування пульсаторами (або пульсоколекторами) можливо виключити суб'єктивну оцінку оператора машинного доїння та динамічне підлаштування режимів роботи доїльного апарата до інтенсивності молоковіддачі корови.

З огляду на вищесказане можна стверджувати, що розробка або модернізація автоматизованих вузлів доїльних установок, таких як пульсоколектори, є актуальними та перспективними.

Дисертація Яцунського П.П., яка спрямована на підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом розроблення і обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата, вирішує актуальну задачу галузевого машинобудування.

Актуальність теми підтверджується також тим, що дослідження виконувалися відповідно до проєкту прикладного дослідження «Розроблення адаптивної кібер-фізичної системи процесу виробництва молока», який фінансувався з держбюджету Міністерства освіти і науки України (№ ДР 0116U004616, 2016–2017 рр.).

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації, є достовірними та належним чином обґрунтованими. Для цього автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження з використанням розроблених та відомих методик, використані літературні джерела та патентна інформація.

Автором визначена мета та сформульовані задачі дослідження, послідовне вирішення яких дозволило довести наукову гіпотезу, згідно з якою підвищення ефективності машинного доїння корів може бути досягнуто шляхом розроблення і обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата.

Висновки дисертації є достатньо обґрунтованими, вони підтверджені необхідною кількістю експериментальних досліджень, котрі проведені як в лабораторних, так і в умовах виробничої експлуатації.

Перший пункт загальних висновків характеризує стан питання, аналіз проведених досліджень, обґрунтовує доцільність і ефективність розробленого пневмоелектромагнітного пульсоколектора. Повністю відповідає першій задачі досліджень щодо розробки структурної схеми функціонування пневмоелектромагнітного пульсоколектора.

Другий пункт присвячено вирішенню другої задачі, а саме теоретичним дослідженням, які направлені на встановлення закономірності швидкості потоку повітря в міжстінному просторі «якір-клапан – внутрішня поверхня корпусу пульсоколектора» та дотичних напружень. На основі даного пункту виділена перша наукова новизна щодо взаємозв'язку між характеристикою середовища, вакуумметричним тиском і конструкційними параметрами якоря-клапана, що уможливорює моделювання кінематичних характеристик руху повітря й динамічного зусилля на якір-клапан.

У третьому і четвертому пунктах зазначені результати теоретичних досліджень, що повністю відповідає третій задачі. Отримані результати

покладені в основу другої наукової новизни щодо отримання аналітичної залежності 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, параметрами електромагніту.

У п'ятому і шостому пунктах вирішена четверта задача досліджень. Так, отримані рівняння регресії, які описують взаємозв'язок між споживаною потужністю пневмоелектромагнітного пульсоколєктора й інтенсивністю молоковіддачі та частотою пульсації, співвідношенням такту ссання до такту стиску й вакуумметричним тиском. Окрім цього, отримані рівняння регресії, які описують взаємозв'язок між вакуумметричним тиском в міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів та частотою пульсації, співвідношенням такту ссання до такту стиску й вакуумметричним тиском. Данні пункти загальних висновків складають третю, четверту і п'яту наукову новизну щодо подальшого розвитку кореляційних залежностей потужності споживання пневмоелектромагнітного пульсоколєктора, інтенсивності молоковіддачі і вакуумметричного тиску в піддійковій і міжстінковій камерах доїльного стакана.

Сьомий пункт вирішує п'яту задачу досліджень, яка висвітлена у п'ятому розділі «Економічна ефективність використання пневмоелектромагнітним пульсоколєктором», і зазначає, що розрахунковий річний економічний ефект від впровадження доїльного апарата з пневмоелектромагнітним пульсоколєктором на тваринницькій фермі з поголів'ям 100 корів, завдяки росту середньодобового надою на 8,7 %, становить 470293 грн.

Усі пункти висновків логічно впливають із результатів досліджень, приведених автором у дисертації.

3. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 12 наукових працях, у тому числі: 3 статті у науково періодичних виданнях інших держав, 2 статті у науковому фаховому виданні України; 7 матеріалів тез у збірниках доповідей міжнародних науково-практичних конференцій).

Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

4. Наукова новизна одержаних результатів та їх значення для науки та виробництва

Отримані аналітичні залежності швидкості потоку повітря в міжстінному 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 уможлиблює моделювання кінематичних характеристик руху повітря й динамічного зусилля на якір-клапан. Отримані аналітичні залежності часової характеристики переміщення якоря-клапана за його динамічного навантаження, які встановлюють взаємозв'язок між конструкційними параметрами якоря-клапана, дотичними напруженнями, швидкістю потоку повітря, вакуумметричним тиском, характеристикою середовища, ампер-витками електромагніту, що уможлиблює моделювання часової характеристики переміщення якоря-клапана та обґрунтування потужності електромагніту пневмоелектромагнітного пульсоколектора. Удосконалено методику дослідження часових характеристик режимів роботи пульсоколектатора на основі диференціального вивчення перехідних процесів шляхом високочастотного сканування зміни вакуумметричного тиску.

З використанням раціональних конструкційно-технологічних параметрів розроблено пневмоелектромагнітний пульсоколектор доїльного апарата, який забезпечує підвищення ефективності машинного доїння, стимулюючи видоювання відповідно до фізіології молоковіддачі корови, розроблена конструкція пневмоелектромагнітного пульсоколектора може бути використана як елементна база для автоматизованих доїльних систем. Результати дослідження передані ТОВ «МЕТАЛВОРКЩОР» Львівської області для розроблення технологічної документації на виготовлення дослідної партії пневмоелектромагнітного пульсоколектора.

5. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Повний обсяг дисертації складає 166 сторінок, у тому числі 10 додатків на 52 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 113 сторінок,

містить 44 рисунка, 17 таблиць. Список використаних джерел нараховує 126 найменувань.

У **вступі**, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета й задачі досліджень, представлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів наукових досліджень.

У **першому розділі** «Аналіз сучасного розвитку пульсаторів доїльних апаратів» отримані наступні результати. У результаті аналізу впливу конструкційно-технологічних параметрів пульсаторів й пульсоколекторів доїльних апаратів на процес молоковіддачі корови встановлено, що досі відсутній єдиний алгоритм роботи, який би забезпечив адекватну реакцію молоковиділення корови на режимні зміни в роботі пульсоколектора, при цьому основним параметром залишається інтенсивність молоковіддачі.

Аналіз існуючих конструкцій пульсоколекторів та пульсаторів доїльних апаратів показав, 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.

Аналіз наукових праць з теорії роботи пульсаторів й пульсоколекторів доїльних апаратів показав, що основними параметрами, які досліджуються є втрати тиску, швидкість молоковіддачі частота пульсацій в залежності від конструкційних параметрів та технологічних режимів машинного доїння.

У **другому розділі** «Теоретичні дослідження пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата» 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.

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.

Отримано аналітичну залежність для визначення магніторушійної сили електромагніту в режимі утримання якоря-клапана в положенні для такту ссання та в момент підняття якоря-клапана у такті стиску в залежності від технологічних характеристик і конструкційних параметрів пульсоколектора.

Аналіз теоретичних досліджень показав, що залежність тривалості піднімання якоря-клапана за переходу пневмоелектромагнітного пульсоколектора від такту «стиску» до такту «ссання» є нелінійною характеристикою (зі збільшенням магніторушійної сили електромагніту тривалість часу піднімання якоря-клапана зменшується).

У **третьому розділі** «Програма і методика експериментальних досліджень пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата» описано програму досліджень, наведено опис розробленого пневмоелектромагнітного пульсоколектора та лабораторного стенду для експериментальних досліджень, представлено методики експериментальних досліджень потужності пневмоелектромагнітного пульсоколектора, інтенсивності молоковіддачі і вакуумметричного тиску доїльного стакану.

У **четвертому розділі** «Результати експериментальних досліджень пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата» приведено аналіз результатів експериментальних досліджень споживаної потужності пневмоелектромагнітним пульсоколектором.

Встановлено, що зі зменшенням частоти пульсації та збільшенням вакуумметричного тиску в піддійковій камері доїльних стаканів інтенсивність молоковіддачі зростає. Співвідношення між тактами пульсоколектора на інтенсивність молоковіддачі впливає незначно.

Обґрунтовані раціональні діапазони режимів роботи пневмоелектромагнітного пульсоколектора: частота пульсації від 0,67 Гц до 1,33 Гц за вакуумметричного тиску в піддійковій камері доїльних стаканів від 37 кПа, співвідношення такту ссання до такту стиску в межах від 1,5 до 2,33.

У **п'ятому розділі** «Економічна ефективність використання пневмоелектромагнітного пульсоколектора» наведено методику і результати виробничої перевірки пневмоелектромагнітного пульсоколектора. Проведено розрахунок економічної ефективності використання доїльного апарата з пневмоелектромагнітним пульсоколектором.

6. Відсутність порушення академічної доброчесності

За результатами аналізу дисертації, публікацій автора та документів, що засвідчують перевірку стосовно плагіату на основі відкритих інтернет-ресурсів, ознак академічного плагіату не виявлено. У тексті дисертації здобувачем застосовано посилання на наукові публікації як власні, та і інших авторів. Елементів фальсифікації чи фабрикації тексту у роботі також не виявлено. Це дає можливість зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності у дисертації Петра ЯЦУНСЬКОГО.

6. Основні зауваження до дисертації

1. У першому завданні слід було конкретизувати «елементи математичних залежностей» функціонування пульсаторів й пульсоколекторів доїльного апарату.

2. У третьому завданні потребує пояснення необхідність обґрунтування потужності електромагніту пневмоелектромагнітного пульсоколектора теоретичним шляхом.

3. У четвертому завданні зазначено, що необхідно «експериментально дослідити потужність споживання пневмоелектромагнітним пульсоколектором». Доцільно було б в результатах експериментальних досліджень визначити динаміку її зміни під час експлуатації пульсоколектора.

4. У практичній новизні вказано, що «з використанням раціональних конструкційно-технологічних параметрів розроблено пневмоелектромагнітний пульсоколектор доїльного апарату, який забезпечує підвищення ефективності машинного доїння, стимулюючи видоювання відповідно до фізіології молоковіддачі корови...». Однак у роботі немає порівняння кривої молоковіддачі при використанні базового і розробленого пульсоколектора.

5. У розділі «1.2 Аналіз конструкцій пневмоелектромагнітних пульсаторів та суміщених пульсоколекторів» мало уваги приділено системам керування пневмоелектромагнітними пульсаторами і пульсоколекторами закордонного виробництва (наприклад GEA Metatron P21/S21). Також в цьому розділі наведені лише конструкції відомого обладнання і не приводиться критичний аналіз їх переваг і недоліків.

6. У розділі «1.4 Аналіз теоретичних досліджень» не наведено критичний аналіз досліджень інших науковців із зазначенням слабких ланок в теоретичних розрахунках.

7. До багатьох формул не надано роз'яснення, щодо фізичних величин та їх одиниць виміру. Це дуже ускладнює аналіз теоретичних досліджень.

8. У рівності (2.11) з одного боку стоїть нескінченно мала величина dr , а з іншого кінцева величина F_B . Правильно dF_B . Таке саме зауваження щодо формули (2.12)

9. Виникає сумнів, щодо правильності побудови графіка функції (2.21) на рис. 2.10. У рівнянні містяться члени r^2 і $\ln(R_A/r)$. Коефіцієнти, які стоять при них враховуючи приведені дані є позитивними. Тоді гілки параболи повинні бути направлені вгору, а на рис. 2.10 вони направлені до низу.

10. Потребує пояснення подальше використання отриманої формули дотичних напружень (2.31).

11. У рівнянні (2.43) вказано «...sing...». У багатьох випадках не наведено розшифровку фізичних величин. Надайте пояснення щодо цього запису.

12. У третьому розділі слід було детально розкрити елементи лабораторної установки із зазначенням марок і виробників. Для вимірювального обладнання необхідно вказувати похибки вимірювання або клас точності приладу.

13. В експериментальних дослідженнях використовувалися повнофакторні трьохрівневі плани. Прошу надати обґрунтування щодо такого вибору.

14. У третьому розділі дуже багато уваги приділено загальноприйнятим формулам статистичної обробки даних. Достатньо було вказати відповідну літературу.

15. У четвертому розділі автор оптимізує значення частоти пульсацій n та співвідношення між тактами t/T за рахунок мінімізації споживаної потужності пневмоелектромагнітного пульсоколектора. Максимальне значення потужності при цьому складає 7,4 Вт, а мінімальне 1,75 Вт. Тобто ми отримуємо економію у розмірі 5,65 Вт. Для доїльної установки із 32 доїльними апаратами економія складає 180,8 Вт. Враховуючи загальну потужність доїльної установки із 32 доїльними апаратами – 55 кВт, то економія для всієї доїльної установки складає 0,3 %. Тому виникає питання:

чи необхідно було проводити подібну оптимізацію за рахунок зміни важливих параметрів (частоти пульсацій n та співвідношення між тактами t/T), які дуже сильно впливають на якість і кількість отриманого молока та здоров'я тварини?

16. Не зрозуміло, чи проводилося під час виробничої перевірки порівняння розробленого пневмоелектромагнітного пульсоколектора із міжнародними стандартами ISO 3918, ISO 5707, ISO 6690? Якщо так, то доцільно було надати ці дані і довести, що розробка відповідає міжнародним стандартам.

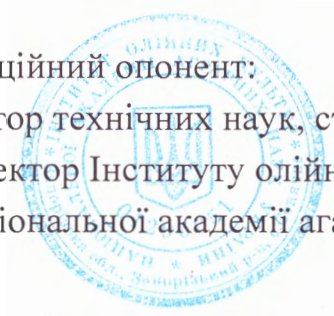
Відмічені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому. За обсягом і змістом дисертація відповідає вимогам МОН України, які пред'являються до дисертацій на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії.

ВИСНОВОК

Дисертація **«Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсоколектора доїльного апарата»** є завершеною науково-дослідною роботою, у якій розв'язана конкретна наукова задача підвищення ефективності роботи доїльної установки, що має важливе значення для галузі знань 13 Механічна інженерія, відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», вимогам постанови КМ України від 6 березня 2019 р. № 167 «Про присудження ступеня доктора філософії», а її автор **ЯЦУНСЬКИЙ Петро Петрович** заслуговує присудження йому **ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (13 «Механічна інженерія»)**.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, старший дослідник,
директор Інституту олійних культур
Національної академії аграрних наук України



Ельчин АЛІЄВ