

ВІДГУК

офіційного опонента Алієва Ельчина Бахтияра огли
на дисертацію **Бабина Ігоря Анатолійовича**
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ
ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК»,
що представлена до спеціалізованої вченої ради К 05.854.02
Вінницького національного аграрного університету на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

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

Якість виконання технологічного процесу промивання доїльних установок чинить значний вплив на якість отриманого молока. Так внаслідок проходження молока через забруднену молочну систему доїльної установки відбувається зміна його фізико-хімічного складу та бактеріального обсіменіння. При цьому збільшується кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, що погіршує санітарно-гігієнічні показники молока, як сировини при передачі його на переробку згідно ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови».

Основне завдання промивання молочно-доїльного обладнання – видалення з його внутрішньої поверхні, яка контактує з молоком, різноманітних забруднень (молочних залишків, бруду, бактеріальних скупчень та інших частинок і речовин).

Тому науково-практична задача, яка вирішується в представленій дисертації, з розробки нових систем і елементів промивання молочно-доїльного обладнання із обґрунтованими раціональними техніко-технологічними параметрами, що відповідають зоотехнічним, санітарно-гігієнічним та міжнародним техніко-технологічним вимогам (ISO 3918, ISO 5707, ISO 6690) має народногосподарське значення і є актуальною.

Актуальність теми підтверджується також тим, що дослідження виконувалися згідно з планом науково-дослідних робіт «Інтенсифікація процесів харчових, фармацевтичних та мікробіологічних виробництв шляхом механічної та теплофізичної технологічної дії» (ДР 0112U006704) та «Педагогічні та технічні основи розвитку наукової діяльності з проектування сільськогосподарських машин й технологічних процесів» (ДР 0117U007539).

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 ефективність роботи системи промивання доїльних установок залежить від гідродинамічних процесів руху двофазного мийного розчину і може бути підвищена шляхом використання відповідного устаткування, призначення якого створити умови інтенсифікації процесу руйнування молочних відкладень на поверхнях молокопровідного обладнання, які контактують із молоком.

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

Перший пункт загальних висновків характеризує стан питання, критичний аналіз проведених досліджень, обґрунтовує доцільність і ефективність виконання технологічної операції промивання доїльних установок. Також в результаті аналізу існуючих конструкцій техніко-технологічного забезпечення промивання автор зазначає, що даний процес повинен бути адаптивним на основі даних, отриманих із засобів контролю оцінки стану поверхонь молокопровідної системи і гідродинамічних параметрів руху двофазного мийного розчину, що досягається використанням повітряних і гідро- інжекторів на базі автоматизованого керування. Повністю відповідає першій задачі досліджень.

Другий пункт присвячений аналітичним дослідженням явища адгезії між молочними відкладеннями і поверхнею молокопровідної лінії, що дозволило визначити четверту наукову новизну стосовно залежності швидкості руху мийного розчину з врахування силових характеристик адгезії та фізико-механічних показників молочних відкладень. Повністю відповідає другій задачі досліджень.

У **третьому пункті** зазначені результати чисельного моделювання руху двофазного мийного розчину молокопровідною лінією з урахуванням явища гідравлічного удару, що виникає внаслідок дії періодично працюючого повітряного інжектора, інтегрованого в систему промивання. Також вирішено задачу оптимізації режимних параметрів повітряного інжектора. Отримані результати покладені в основу першої і другої наукової новизни. Вирішує третю задачу досліджень.

У **четвертому пункті** вирішена четверта задача досліджень, згідно якої розроблено математичну модель роботи гідравлічного інжектора, інтегрованого в систему промивання.

П'ятий пункт присвячено розробленим математичним моделям процесу роботи промивання доїльних установок із повітряним і гідро-інжекторами, а також фотодатчика визначення забрудненості

молокопроводної лінії доїльної установки. Даний пункт покладено в основу третьої і п'ятої наукової новизни, а саме встановлення залежностей якісних показників процесу промивання. Відповідає п'ятій задачі досліджень.

Шостий пункт загальних висновків вирішує шосту задачу досліджень і стосуються експериментальним дослідженням запропонованої системи автоматизації контролю режимних параметрів роботи повітряних та гідравлічних інжекторів. Даний пункт покладено в основу другої і третьої наукової новизни, а саме розроблення математичної залежності, що уможлиблюють оптимізацію режимних параметрів повітряного інжектора в залежності від конструктивних параметрів молокопроводів за мінімізації швидкості зміни тиску на довжині молокопроводної лінії й забезпечує руйнування молочних відкладень.

Сьомий пункт вирішує сьому задачу досліджень, яка висвітлена у п'ятому розділі «Реалізація результатів досліджень», і стосується виробничої перевірки автоматизованої системи промивання доїльних установок з інтегрованими повітряними і гідро- інжекторами. Також у цьому пункті зазначається найбільший питомий економічний ефект при використанні розробленої системи промивання на доїльних установках УДМ-100 «Брацлавчанка» і УДЕ-16 Ялинка.

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 у 12 наукових працях, у тому числі: 6 статей у спеціалізованих наукових виданнях України; 1 публікація у закордонному виданні; 4 тези у збірниках доповідей наукових конференцій; отримано 1 патент на корисну модель.

Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

4. Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Автореферат дисертації відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Висновки автореферату і дисертації повністю ідентичні.

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

Встановлено аналітичну залежність руху двофазного мийного розчину молокопроводною лінією доїльної установки з урахуванням гідравлічного удару, які обґрунтовують амплітудно-частотні характеристики системи промивання в залежності від конструкційних параметрів системи й фізико-

механічних характеристик двофазного мийного розчину. Розроблено математичні залежності, що уможливають оптимізацію режимних параметрів повітряного інжектора в залежності від конструктивних параметрів молокопроводів за мінімізації швидкості зміни тиску на довжині молокопровідної лінії й забезпечує руйнування молочних відкладень. Отримано залежності якісних показників процесу промивання, які встановлюють вплив режимних характеристик повітряного інжектора системи промивання та конструкційних параметрів молокопровідної системи доїльної установки. Отримали подальший розвиток залежність швидкості руху мийного розчину з врахування силових характеристик адгезії та фізико-механічних показників молочних відкладень, яка враховує конструкційні параметри молокопроводу та фізико-механічні характеристики мийного розчину, за якої уможливується подолання сил адгезії молочних відкладень. Удосконалено методику дослідження забрудненості молокопровідної лінії на основі інтенсивності проходження світла заданого спектру через досліджуваний шар та встановлено кореляційний зв'язок між товщиною шару забруднення і інтенсивністю світлового потоку й коефіцієнтом поглинання світла шаром забруднення.

Розвинуто науковий напрямок математичного моделювання процесу промивання молочно-доїльного обладнання методами чисельного моделювання, параметричного синтезу технічних систем з використанням математичних моделей взаємодії компонентів багатофазних середовищ, основних положень механіки, законів гідро-пневмодинаміки, інтегрального й диференційного числення, з застосуванням методів оптимізації систем.

Значущість одержаних результатів для практики:

- на основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблено конструктивну схему автоматизованої системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок різних типів, які були впроваджені на підприємстві ТДВ «Брацлав» (сmt. Брацлав, Вінницька обл.), ПП «Агромех Плюс» (м. Дніпро);

- результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку та використані фермерськими господарствами ПП «АФ Батьківщина» і ПП «Радівське»;

- запропонований метод використання явища гідравлічного удару та струменевого потоку мийного розчину в системі промивання доїльних установок, як засіб інтенсифікації процесу руйнування молочних відкладень, підвищує ефективність системи промивання і якість промивання молокопровідних систем;

- результати дисертаційних досліджень впроваджені при викладанні навчальних дисциплін «Машини та обладнання в тваринництві», «Технічне обслуговування машин та обладнання» при підготовці бакалаврів та магістрів зі спеціальності «Агроінженерія» у Вінницькому національному аграрному університеті.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому.

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

Повний обсяг дисертації становить 235 сторінки, у тому числі 16 додатків на 50 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 185 сторінки, містить 80 рисунків, 11 таблиць. Список використаних джерел нараховує 224 найменування на 27 сторінках.

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 «Сучасний стан питання і вибір напрямів досліджен»** наведено чинники і наслідки неефективного промивання молочно-доїльного обладнання, проведено аналіз техніко-технологічного забезпечення промивання доїльних установок та їх режимних параметрів і проаналізовані існуючі моделі переміщення двофазного мийного розчину молокопровідною лінією доїльної установки.

У результаті аналізу техніко-технологічного забезпечення промивання доїльних установок автором встановлено, що найбільш ефективними є циркуляційні системи промивання із регульованим утворенням пробкового режиму з використанням повітряних і гідро- інжекторів на базі автоматичного керування. Тому, обрано напрям підвищення конкурентоздатності вітчизняного виробника молочно-доїльного обладнання ТДВ «Брацлав» на світовому ринку, шляхом удосконалення автомата промивки АП-03, що виробляється зазначеним підприємством.

У **другому розділі «Теоретичні дослідження процесу промивання молокопровідної лінії доїльної установки»** представлена конструктивно-технологічна схема система промивання молокопровідної лінії доїльних установок, обґрунтуванні умови подолання сил адгезії між молочними відкладеннями і поверхнею молокопровідної лінії, доповнено аналітичні моделі переміщення двофазного мийного розчину молокопровідною лінією із запропонованим повітряним інжектором, проведено чисельне моделювання руху двофазного мийного розчину горизонтальною молокопровідною лінією з запропонованим повітряним інжектором, удосконалено фізико-математичну модель роботи гідроінжектора системи промивання.

Автором внаслідок чисельного моделювання процесу промивання молокопровідної лінії доїльної установки із використанням інжектора в програмному пакеті STAR-CCM+ було встановлено залежності швидкості зміни тиску і зміни значення товщини шару молока на стінці молокопроводу при різних значень його діаметра від робочого вакуумметричного тиску,

тривалості такту впуску повітряного інжектора і тривалості паузи повітряного інжектора.

Внаслідок теоретичних досліджень отримані залежності радіуса ділянки удару струменя і його тиску на поверхню молокопровідної системи від внутрішнього діаметра насадки, відстані до неї при різних значеннях тиску на виході насадки.

В додатках наведені результати чисельного моделювання.

У **третьому розділі «Програма і методика проведення експериментальних досліджень»** описано програму досліджень; методику досліджень фотодатчика визначення забрудненості молокопровідної лінії; методики експериментальних досліджень режимів роботи повітряного і гідро- інжекторів системи промивання молокопроводів доїльної установки; засоби статистичного оцінювання експерименту.

У **четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень»** наведено результати експериментальних досліджень режимів роботи повітряного і гідро- інжекторів системи промивання молокопроводів доїльної установки.

В результаті експериментальних досліджень режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки було отримані залежності швидкості зміни тиску і зміни значення ступеня чистоти молокопроводу від робочого вакуумметричного тиску, об'ємних витрат повітря через повітряний інжектор, тривалості такту впуску повітряного інжектора і тривалості паузи повітряного інжектора.

В результаті експериментальних досліджень роботи гідроінжектора системи промивання встановлені залежності значення сили дії струменя мийного розчину на поверхню і ступеня очищення поверхні від молочних відкладень після промивання від тиску на виході насадки, відстані між насадкою і поверхнею і її внутрішнього діаметра.

В додатках наведені результати експериментальних досліджень.

У **п'ятому розділі «Реалізація результатів досліджень»** обґрунтовано конструктивно-технологічну схему автоматичної система промивання молокопровідної лінії доїльних установок, наведено методику і результати виробничої перевірки автоматичної системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок, проведено техніко-економічне обґрунтування застосування автоматичної системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок.

В додатках наведені результати виробничої перевірки і акти впровадження результатів досліджень.

7. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертації

1. Перший розділ є досить великим за обсягом. Теоретичні передумови дослідження техніко-технологічного забезпечення промивання доїльних установок слід було перенести у додатки.

2. В дисертації не надано фізичної суті отриманої залежності (2.8) зміни найменшої допустимої швидкості руху мийного розчину від фізико-механічних властивостей молочних відкладень при різних діаметрах молокопровідної лінії.

3. При чисельному моделюванні руху двофазного мийного розчину горизонтальною молокопровідною лінією з запропонованим повітряним інжектором розглядалося розповсюдження ударної хвилі в одному напрямку. Виникає питання, щодо гідродинамічного стану в молокопровідній лінії у протилежного напрямку.

4. Із результатів досліджень випливає те, що для ефективної роботи повітряних інжекторів – їх необхідно розташовувати на певній відстані один від одного. Виникає питання, щодо накладання зустрічних ударних хвиль від двох поблизу розташованих повітряних інжекторів.

5. В дисертації розглянуто рух мийного розчину лише по горизонтальній молокопровідній лінії. Відомо, що найбільша кількість молочних відкладень утворюється на перегибах і переходах молокопровідної лінії. Тому автору слід пояснити яким чином буде змінюватися гідродинамічний стан в зазначених місцях.

6. Запропонований в дисертації гідроінжектор використовується в деяких елементах молочно-доїльного обладнання (лічильники молока, молокозбірники). Цікавить чи можливо збільшити сферу застосування подібних гідроінжекторів в інших елементах молочно-доїльного обладнання.

7. В дисертації не надано фізичної суті отриманої залежності (2.54) зміни тиску струменя на поверхню молокопровідної системи від внутрішнього діаметра насадки і відстані до неї при різних значеннях тиску на виході насадки.

8. Недостатньо обґрунтовано вибір плану Хартлі-Коно ($Ha-Ko_4$) для експериментальних досліджень режимів роботи повітряного інжектора системи промивання молокопроводів доїльної установки.

9. Підрозділ «3.5 Статистична обробка результатів досліджень» слід було перенести у додатки.

10. В роботі немає пояснення, щодо вибору межі ефективної і неефективної промивки молокопровідної лінії згідно рис. 4.5 (динаміка зміни опору на фотодатчику).

11. У п'ятому розділі «Реалізація результатів досліджень» слід було навести алгоритм або програмний код роботи автоматичної система промивання молокопровідної лінії доїльних установок.

12. З методика виробничої перевірки автоматичної системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок незрозуміло, яким чином відбувається адаптація її режимних параметрів.

13. В загальних висновках зазначено, що автор вирішує наукову проблему. Однак насправді вирішується науково-практична задача.

14. Другий і третій пункти наукової новизни слід було об'єднати.

15. В першому висновку слід було представити числові значення вимог щодо якості виконання технологічної операції промивання доїльних установок та показників ефективності існуючих конструкцій техніко-технологічного забезпечення промивання.

16. В роботі є стилістичні і друкарські помилки.

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 кандидатських дисертацій.

8. Відповідність дисертації визначеній спеціальності

Дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва за пунктами: 2 – «Теорія, методи аналізу та синтезу структурних і кінематичних схем, конструктивних, динамічних і енергетичних параметрів, режимів роботи і навантажень сільськогосподарських машин»; 3 – «Методи моделювання, прогнозування, оптимізації та розрахунків робочих процесів, конструкцій машин і машинотракторних агрегатів, а також їх комплексів, режимів роботи та навантажень при різних умовах функціонування»; 4 – «Методи контролю і системи керування робочими процесами агрегатів і приводами сільськогосподарських машин із метою забезпечення необхідної ефективності та надійності їх роботи».

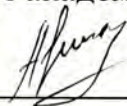
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертація **Бабина Ігоря Анатолійовича** за формою і змістом є завершеною самостійною науковою роботою, містить обґрунтовані наукові результати, які дозволяють вирішити актуальну наукову задачу – підвищення ефективності роботи системи промивання доїльних установок шляхом використання повітряних та гідравлічних інжекторів з автоматизованим керуванням режимних параметрів їх дії в залежності від показників забруднення молокопровідного обладнання. Задачі, що вирішені у дисертації, є актуальними для галузевого машинобудування.

Зміст дисертації, її структура відповідають паспорту наукової спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

За актуальністю розглянутої задачі, науковим рівнем її вирішення, загальним обсягом досліджень, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів, дисертація «**Підвищення ефективності роботи системи промивання доїльних установок**» повністю відповідає пунктам 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, **Бабин Ігор Анатолійович**, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент: доктор технічних наук, старший дослідник, завідувач відділу техніко-технологічного забезпечення насінництва Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України



Алієв Ельчин Бахтияр огли

Особу та підпис Алієва Е.Б. перевірено особою, уповноваженою директором науково-дослідної установи на таку перевірку: провідний фахівець відділу кадрів Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України



~~Жигунова Олена Іванівна~~

М.П.