

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

Обґрунтування параметрів індивідуального лічильника молока

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІ-2-22

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Стойко Сергій Дмитрович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Леперда Володимир Юрійович

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем
Освітній ступінь: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«09» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Стойку Сергію Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів індивідуального лічильника молока

керівник роботи Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від

«09» листопада 2023 року № 3422

2. Строк подання студентом 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Аналіз стану питання процесів та обладнання для приготування комбікормів, зокрема подрібнювачів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз стану питання. 2. Теоретичні дослідження автоматизованої системи вимірювання надоїв молока. 3. Лабораторні дослідження процесу 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Економічна оцінка розробленої доїльної установки. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (2 аркуші, А4). 2. Теоретичні дослідження (2 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (2 аркуші, А4). 4. Охорона праці (1 аркуш, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (1 аркуш, А4)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Дудін В.Ю., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 09.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 17.11.2023 р.	
2	Теоретичний	до 17.11.2023 р.	
3	Експериментальний	до 17.11.2023 р.	
4	Охорона праці	до 17.11.2023 р.	
5	Економічний	до 25.11.2023 р.	
6	Демонстраційна частина	до 04.12.2023 р.	

Студент

(підпис)

Стойко С.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Стойко С.Д. Обґрунтування параметрів індивідуального лічильника молока/Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

У цій роботі представлено огляд та аналіз засобів обліку молока в доїльних установках. У розділі 2 розглянуто конструктивно-технічну схему нового індивідуального лічильника молока та проведено його теоретичні дослідження..

Третій розділ присвячений розробці програм та методик експериментальних досліджень та аналізу їх результатів. У четвертому розділі проведено вивчення розробленої конструкції з точки зору охорони праці. У п'ятому розділі проведено економічне обґрунтування розробки. Зроблено висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: молоко, надій, лічильник, доїльна установка.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Аналіз стану питання	9
1.1 Аналіз технічних засобів для загального та почетвертного обліку молока	9
1.2 Аналіз технічних засобів та технологій доїння	16
1.3 Висновки, цілі та завдання досліджень	25
2 Теоретичні дослідження автоматизованої системи вимірювання надоїв молока	26
2.1 Дослідження та обґрунтування математичної моделі похибки датчика-лічильника молока.	26
2.2 Дослідження силових характеристик, що діють на 2-х рухому кінематичну пару поплавець-трубка	27
2.3 Розрахунок сил, що діють на поплавок	29
2.4 Висновки	36
3 Лабораторні дослідження процесу	38
3.1 Методика визначення часу заповнення та спорожнення	38
3.2 Методика оптимізації конструкційних параметрів лічильника датчика потоку молока	40
3.3 Методика обробки експерименту з оптимізації конструкційних параметрів 2 ²	43

3.4	Методика проведення досліджень щодо вибору заспокоювача потоку молока	47
3.5	Результати експериментальних досліджень з вдосконалення розрахункової формули алгоритму обліку молока	48
3.6	Результати обробки експериментальних даних на вибір заспокоювача потоку молока	52
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
4.1	Загальні визначення та поняття	56
4.2	Шкідливі та небезпечні виробничі фактори	57
4.3	Заходи по забезпеченню захисту оператора від дії шкідливих та небезпечних факторів	58
4.4	Правила безпечного виконання робіт при подрібненні зерна	59
4.5	Порядок дій у надзвичайних ситуаціях	61
4.6	Висновки	62
5	Економічна оцінка розробленої доїльної установки	64
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
	БІБЛІОГРАФІЯ	69

ВСТУП

Процеси доїння корів та обробки молока – заключні етапи багатопланової діяльності людини з виробництва та перетворення рослинного білка у тварині. Тому будь-які помилки чи недоробки на цих етапах по суті знецінюють працю та витрати всіх попередніх.

Сучасний етап розвитку машинних технологій виробництва молока характеризує перехід від концепції «людина керує доїнням і годівлею» до концепції корова управляє годуванням та доїнням». Ці концепції реалізовані у вигляді прив'язного змісту та безприв'язного застосуванням доїльних роботів. У країнах із розвиненим молочним скотарством свого роду стандартом став проміжний варіант - безприв'язний спосіб утримання із доїнням у доїльному залі за участю людини.

Розглянуті процеси одночасно є як при прив'язному, і при безприв'язному утриманні найбільш трудомісткими. За цієї причини конструкція, режими та параметри доїльного обладнання визначають ефективність функціонування ферми загалом.

У процесі доїння кожна частка вим'я функціонує практично автономно і має свою продуктивність (удій) та швидкість молоко виведення, що й обумовлює різний час їхнього видоювання. При цьому частки, що видоїлися раніше, частіше піддаються «сухому доїнню», при якому вакуум, проникаючи у внутрішню порожнину вим'я і травмує її до кровотворення. При сухому доїнні зазнає значного руйнівного впливу поверхнева тканина соска.

Дослідження показали, що у процесі експлуатації корів виникають суттєві порушення симетрії у продуктивності лівих та правих часток чи половин вим'я. Уражена маститом чверть знижує продуктивність, і згодом настає часткова фізіологічна компенсація її здоровою чвертю тієї самої половини. Перехворілу праву передню чверть компенсує права задня, а ліву задню компенсує ліва передня, і навпаки.

Оскільки кожна частка доїться різний час, необхідно після закінчення доїння своєчасно відключати відповідну доїльну склянку та утримувати його у

вертикальному або похилому положенні, уникаючи засмокування в нього вакуумом забруднень та перерозподілу маси доїльного апарату на чверті, що ще продовжують доїтися.

Таким чином, дуже гостро стоїть проблема диференційованого обліку молока на автоматизованих доїльних установках. Лічильник молока є основним елементом управління доїльною установкою, за допомогою якого можна підвищити ефективність роботи. Створення почетверених систем доїння дозволить практично виключити сухе доїння, зберегти здоров'я та продуктивність тварин і підвищити якість молока.

Мета та завдання дослідження

Метою цієї роботи є обґрунтування параметрів датчика лічильника потоку молока для загального і почетверного доїння.

Завдання дослідження

1. Провести аналіз існуючих лічильників молока для загального та почетверного доїння.
2. Визначити основні чинники, які впливають похибку вимірів порційних молокомірів.
3. Розробити математичну модель та алгоритми вимірювання загального та почетвертних потоків молока при доїнні корів
4. Розробити методику проведення експериментальних досліджень
5. Провести лабораторні та виробничі випробування розроблюваного пристрою.
6. Провести техніко-економічну оцінку результатів досліджень.

Область дослідження

Технології та засоби механізації сільського господарства

Об'єкт дослідження

Процес доїння індивідуального, загального та почетвертного виміру потоку молока.

Предмет дослідження

Автоматизована система вимірювання індивідуальних, загальних та почетвертних надоїв молока.

1 Аналіз стану питання

1.1 Аналіз технічних засобів для загального та почетвертного обліку молока

Вимірювання витрат різних речовин проводиться у багатьох галузях народного господарства з метою управління основними технологічними процесами. Велике значення ці виміри мають так само для цілей обліку і крім того, при вирішенні багатьох завдань, що висуваються сучасною наукою та технікою.

Аналіз сучасних типів доїльного обладнання показало, що в їх складі використовуються такі види пристроїв для реєстрації молока: вимірювальна ємність та потоковий лічильник-датчик потоку молока.

Вимірювальна ємність

1) Пропорційні лічильники молока відбирають певну порцію молока від усього надюю у вимірювальну колбу. Надій вимірюється візуально рівнем молока або шляхом передачі через електроди на цифровий дисплей. Проби молока беруться безпосередньо з колби або допоміжним пристроєм. Молоко розміщується впуском повітря в вимірювальну колбу або ручним збовтуванням.

2) Лічильники, що визначають порції постійної ваги чи обсягу.

- Постійна вага – за допомогою похилих жолобів весь потік молока поділяється на пропорції постійної ваги. Потік може бути розділений пристроєм, що використовується у пропорційних лічильниках. Надій вимірюється чисельно на механічному чи електронному дисплеї.

- Постійний обсяг – лічильники мають одиночну або складовою вимірювальної камери певної ємності. Рівень молока контролюється плаваючим або сенсорними електродами, що діють від клапана чи електричного мотора. Надій визначається на цифровому дисплеї.

3) Лічильники, що визначають порції змінної ваги та обсягу. Ці лічильники повинні відображати швидкість молоковіддачі. Кількість молока, приходить через лічильник, може бути підраховано виміром часу витікання. У цих

лічильниках використовуються асиметричні похилі. жолоби або волюметричні камери.

4) Вимірювачі швидкості молоковіддачі. Принцип приладів заснований на вимірі гравітаційних сил, що виникають при зміні напрямку потоку молока. Розрахунки надою ґрунтуються на крутному моменті.

5) Вимірники поточного рівня. Швидкість потоку розраховується в відповідно до рівня молока в розділовій камері. Кількість молока отримують інтегрування швидкості потоку часу.

Лічильники та вимірювальні ємності повинні виконувати операції з кожною твариною індивідуально без шкоди для їхнього здоров'я та зниження якості молока, одержуваного під час доїння та відбору репрезентативних проб. Камерними називаються тахометричні витратоміри та лічильники, рухомі елементи яких починають рухатися (безперервне або періодичне) під тиском вимірюваної рідини або газу і при цьому відмірюють певні обсяги або маси речовини, що вимірюється. Похибка лічильників рідини дорівнює $\pm(0,2-1) \%$. Камерні лічильники мають велику кількість різних різновидів. Усі вони можуть бути об'єднані у три групи:

- 1) Без рухомих розділових елементів;
- 2) з еластичними стінками камер;
- 3) з рухомими розділовими елементами.

Основні їх різновиди: поршневі, роторні, зубчасті, кільцеві, дискові, лопатеві, ковшові.

У Японії розроблено пристрій для визначення кількості молока отриманого в процесі доїння виконане у вигляді детекторного механізму, встановлений у молокопроводі. Є схема, інтегруюча електричні сигнали в залежності від об'єму молочного потоку .

Однак ці пристрої не дозволяють повною мірою простежити динаміку молока виведення з вим'я корів, оскільки здійснюють дискретну реєстрацію надоїв, не фіксуючи часу.

Наступні вимірювачі кількості молока мають робочі органи у вигляді мірних камер.

Мірну камеру, закріплену на мембрані, містить лічильник молока. На мірній камері закріплено датчик, виконаний у виді сердечника трансформатора та взаємодіє з реєструючим пристроєм. Молоко впливає на мірну камеру, яка за допомогою мембрани здійснює зворотно поступальний рух. В результаті переміщується і осердя змінює напругу та силу струму. Реєструючий пристрій фіксує ці зміни на реєстраторі.

Однак цей пристрій не дозволяє визначити інтенсивність молоковіддачі тварин у процесі доїння у будь-який момент часу, оскільки має недоліки, властиві раніше розглянутим пристроям.

Пристрій, захищений патентом США містить камеру поплавця в пустотілому корпусі і призначено для зчитування молоковіддачі та управління процесом доїння. Однак він не має реєструючого пристрою, складний у виготовленні та не забезпечує вимірювання інтенсивності молоковіддачі на малих швидкостях виведення.

Лічильник молока містить дві мірні камери із сифонами. У міру заповнення камери сифон спрацьовує. Поток рідини клапан, що закриває сифон знизу, відкривається, одночасно за допомогою тяг закриваючи клапан іншого сифона та перекидаючи напрямник для подачі молока в іншу камеру. При її заповненні відбувається зворотне перемикання. Залишкову порцію молока вимірюють за шкалою на порції камери.

Відомо пристрій для вимірювання удоїв корів, що містить приймальну камеру та мірну камеру з поплавком. Вимірювання здійснюється шляхом відбору до мензурки пропорційної порції молока.

Ці пристрої призначені для вимірювання індивідуальних надоїв молока, їх принцип роботи використовується в лічильниках молока УЗМ 1, що випускаються серійно.

Цікава конструкція молокоміра який містить вимірювальний приймач, виконаний у вигляді закритого циліндра. Циліндр має верхній впускний пристрій та нижній. Затвор, встановлений усередині циліндра, змінно відкриває їх. Молокомір має датчик, що зчитує залишковий рівень молока. Інший датчик рівня молока спрацьовує під впливом поплавця. Електричний лічильник, з'єднаний з датчиком, відраховує порції молока, що зливається. Як випливає з опису, цей молокомір також більшою мірою придатний для обліку надоєного молока, вимірювання інтенсивності молоковіддачі утруднене.

Пристрій призначений для обліку надоєного молока від кожної частки вим'я. Принцип роботи цього лічильника заснований на відмірювання порції молока об'ємом, що визначаються розмірами цих камер і керованих поплавцями. Облік кількості молока здійснюється суматорами.

Пристрій містить чотири приймальні камери та чотири мірні камери з поплавцями. При крайньому верхньому положенні поплавця магнітне поле магніту, закріпленого на поплавці, впливає на геркон, керуючий суматором, тим самим, реєструючи надій по одній частці вим'я. Одночасно ця мірна камера випорожнюється. Також відбувається вимірювання в інших камерах. Вимірювання залишкового молока здійснюють за шкалою, нанесеною на поверхню мірної камери.

Пристрій також призначений для обліку надоїв молока по кожній частці. Воно містить чотири окремих прийомних та мірних камер з поплавками, проте сигнал до суматора надою молока та залишкової порції молока надходить від термо-опорів, розташованих у мірних камерах.

Поряд з тим, що дані пристрої дозволяють вести облік надою по кожній частці вим'я корів окремо, все ж таки залишається скрутним вимір інтенсивності молоковіддачі тварин.

Відомий лічильник обліку молока з барабанним робочим органом . Він містить три камери, послідовно заповнюються молоком, що надходить. Злив

відміряної порції молока здійснюється при обертанні барабана. Магнітокерований контакт замикається при обертанні барабана. Лічильник виконаний чотирьох секційним із пристроєм для почетвертного обліку надоїв молока.

Викликає інтерес лічильник молока зі статичною корекцією визначення його якості. Відмінна його особливість – наявність у молокопроводі дискретного датчика, пов'язаного з обчислювальним пристроєм. Однак і цей пристрій призначений насамперед для вимірювання надою. Пристрій складний за конструкцією та в експлуатації.

Датчик тиску з чутливими елементами містить пристрій обліку молока. Приймальна та мірна камери цього пристрою виконані у вигляді сполучених судин причому датчик тиску встановлений у мірній ємності. При заповненні приймальної камери молоком, останнє проникає в мірну камеру, стискаючи в ній повітря. При досягненні певного тиску спрацьовує датчик тиску, відкриваючи зливальний клапан і закриваючи клапан подачі молока в приймальну камеру. Одночасно надходить сигнал суматора обліку порції молока.

Пропорційний відбір порції молока відбувається у вимірнику кількості молока. Кількість надоєного молока визначають за шкалою мірного циліндра.

Однак наведені конструкції так само не повною мірою відповідають вимогам.

Практика показує, що лічильники молока на фермах та комплексах не повною мірою відповідають вимогам, що пред'являються, мають достатньо низьку надійність роботи, не високі метрологічні показники, а деякі конструкції морально застаріли.

При доїнні корів у доїльних залах на установках типу «Тандем», «Ялинка», конвеєрних та з прохідними верстатами за кордоном широко використовують скляні молокоміри, місткістю 25...30 дм³. На поверхні молокоміра нанесена шкала, з похибкою виміру $\pm 0,1$ дм³. Скляні молокоміри дозволяють оператору постійно стежити за фізіологічним станом тварин та у разі його пору-

шення приймати екстрені заходи. При цьому візуальне спостереження надходження молока від кожної корови можна вести з будь-якого місця перебування оператора в робочій траншеї.

Оригінальний пристрій Melatron німецького концерну GEA Farm Technologies застосовується для автоматизованого контролю за молочною продуктивністю тварин та збору даних про корову в процесі її видоювання. Пристрій складається з електронного, керованого молоком, терміналу та вимірювальної ємності. Герметична, компактна та добре вимірювальна ємність, що промивається, монтується на молокопроводі у верхньої кромки траншеї доїльного майданчика. Функціонально принцип вимірювання дозволяє точно фіксувати надій без урахування утворення піни. Можливе автоматичне взяття проб у вигляді окремої дози молока для його оцінки за допомогою підключення пробовідбірника.

Фірмою Delaval (Швеція) запропоновано одну з найбільш досконалих програм автоматизації технологічних процесів виробництва молока. Вона реалізується за допомогою автоматизованих спільно працюючих систем доїння та роздачі концентрованих кормів, базовими елементами яких служать сучасні пристрої обліку на основі застосування мікропроцесорної техніки. Фірмою DeLaval рекомендуються автоматичний молокомір FloMaster, який реєструє персональний номер корови, час доїння, масу молока, величину інтенсивності молоковіддачі, тривалість доїння, знімає інші лактаційно-фізіологічні показники. Дані вводяться в пам'ять комп'ютера та при необхідності роздруковуються. Крім того, прилад регулює автоматичний режим роботи доїльних апаратів.

Найбільш пильної уваги заслуговує молокомір «Weighall» ірландської фірми "DAIRYMASTER" (див. рис. 1.1). Він зважує все молоко, що надходить від корови в молокопровід, і має високу точність вимірювань. Цей молокомір може працювати, як в якості автономного електронного лічильника, так і як компонент повністю автоматизованої системи. Також він може використовуватися як датчик управління автоматизованим доїльним апаратом.



Рисунок 1.1 - Молокомір «Weighall» фірми DAIRYMASTER

Аналіз інформації про молокомір «Weighall» показує, що крім врахування кількості надоєного молока, також важливо стежити і за іншими параметрами, що протікають у процесі доїння, зокрема за швидкістю молоковіддачі тварини. Однак можливості доїльних апаратів, а це прозорі шланги, оглядові конуси доїльних склянок не дозволяють контролювати процес закінчення молока з вим'ї з достатньою точністю. За ними дуже важко візуально визначити момент відключення доїльного апарату, тому що жодних кількісних показників тут оцінити неможливо. До того ж навіть за нормальної освітленості з робочого місця оператора потік молока погано видно. Не випадково згідно результатів перевірок більшість порушень технології доїння падає на контроль за процесом (тільки половина досвідчених, навчених майстрів виконують цю роботу правильно), і на машинне додоювання (тут лише у 25% операторів немає порушень).

Узагальнюючи проаналізований вітчизняний та зарубіжний досвід розвитку лічильників надоїв молока, можна говорити, що вчені досі не можуть дійти спільної думки, який тип лічильника забезпечить більш якісну роботу. Складністю тут є велика кількість факторів, які потрібно враховувати при розробці таких пристроїв, а саме:

- робота лічильника відбувається в умовах пульсуючого потоку молокоповітряної суміші;

- при використанні у технології прив'язного утримання тварин лічильник повинен бути компактним для зручного транспортування;
- всі елементи лічильника повинні бути легко розбірними і добре промиватися;
- лічильник повинен мати високу пропускну здатність до 6 л/хв з похибкою менше 5% при доїнні високопродуктивних корів;
- лічильник не повинен впливати на вакуумний режим, одночасно об'єднувати пристрій для відключення вакууму та вимірювання кількості молока;
- в умовах ведення молочного тваринництва повинні розроблятися лічильники, придатні для почетвертного контролю молоковіддачі та управління процесом доїння.

1.2 Аналіз технічних засобів та технологій доїння

Основні фізіологічні вимоги до доїльних апаратів сформульовані у працях машинного доїння: стимуляція повноцінного рефлексу молоковіддачі без великих витрат ручної праці; повнота видоювання при кожному доїнні; інтенсивність видоювання, відповідна молоковіддачі тварин, тобто підстроювання параметрів та режимів роботи залежно від динаміки молоковіддачі; без шкоди для вим'я.

Захворюваність на мастити скорочує надій перехворілою частки вим'я навіть при наступних циклах лактації, а також призводить до атрофії частки. Внаслідок цього продуктивний термін використання корів у середньому скорочується до 2,5-3,5 років. Крім того, молоко від корів хворих на мастити не можна використовувати для дитячого харчування, виробництва йогуртів та си-рів.

Вибраковування корів

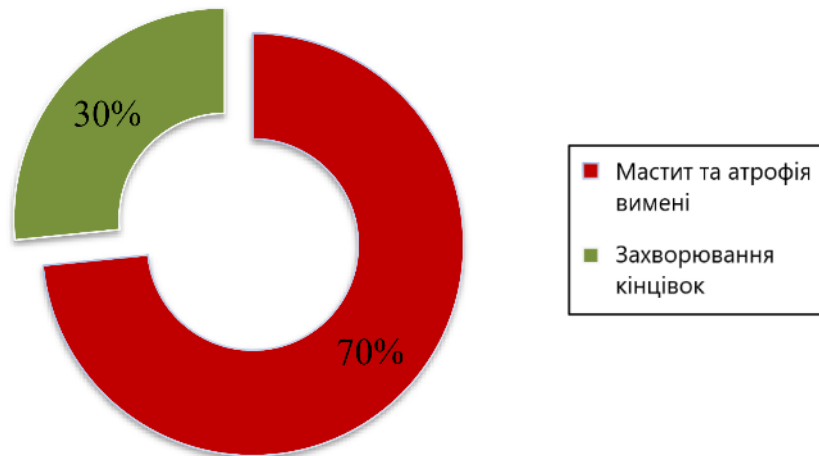


Рис. 1.2 – Відсоткове співвідношення вибраковування корів

Причини вибраковування корів

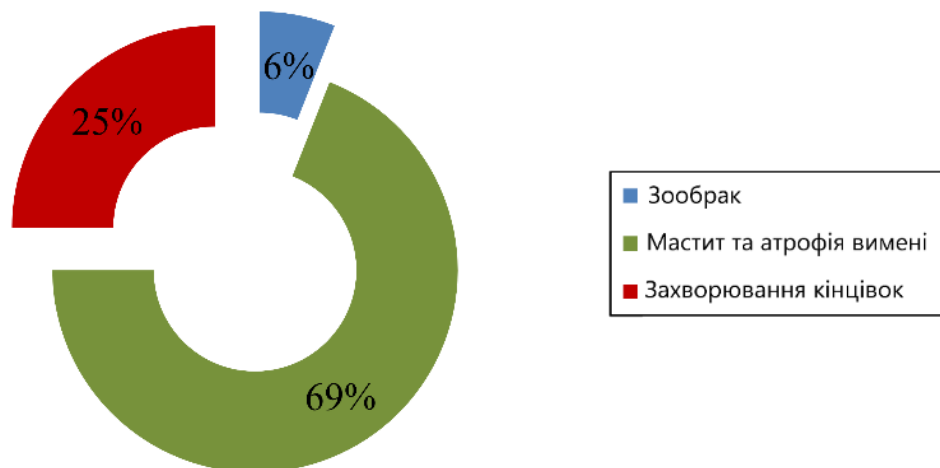


Рисунок 1.3 - Відсоткове співвідношення причин вибраковування корів

Нерівномірність розвитку часток вим'я властива більшості тварин. Про це свідчать дослідження С.Г. Піщана, який встановив, що у процесі видоювання корів однорежимним доїльним апаратом соски піддаються «холостому» доїнню протягом 10% від часу доїння, тому що кожна передня чверть секретує в середньому 20% молока, а кожна задня – 30%. Дослідженнями виявлено, що виведення молока із молочних залоз відбувається неодноразово. Так, якщо активна фаза молоковіддачі по заднім часткам становила 4хв 40с, то по переднім 4хв 5с.

Пасивна форма молоко виведення у передніх чвертях склала 17с, а задніх 6.5с. Найменша активна та велика пасивна фази молоковіддачі передніх чвертей у сумі залишалися коротшими за задні, що призводило до травмування передніх сосків вим'я при «холостому» доїнні.

В даний час відома велика кількість різних типів і конструкцій доїльних апаратів. У загальному вигляді їх класифікують за наступним ознакам:

- за родом сили, що використовується для вилучення молока: витискні та відсмоктувальні;
- за принципом роботи: тритактні, двотактні та безперервного відсмоктування;
- за конструкцією виконавчого органу (доїльної склянки): дво- та однокамерні;
- За характером доїння: одночасне, попарне, почетвертне;
- за способом збору молока: доїльне відро, рухома ємність, молокопровід з роздільним збором молока від кожного соска;
- За режимами доїння: однофазні, трифазні.

Слід зазначити, що відомі конструкції доїльних апаратів відрізняються різноманітністю способів впливу на сосок, про що свідчить наведена нижче класифікація (рис. 4). Дана класифікація дозволяє простежувати зв'язки та виявляти характерні їх ознаки, загальні риси та напрями у створенні доїльних апаратів.

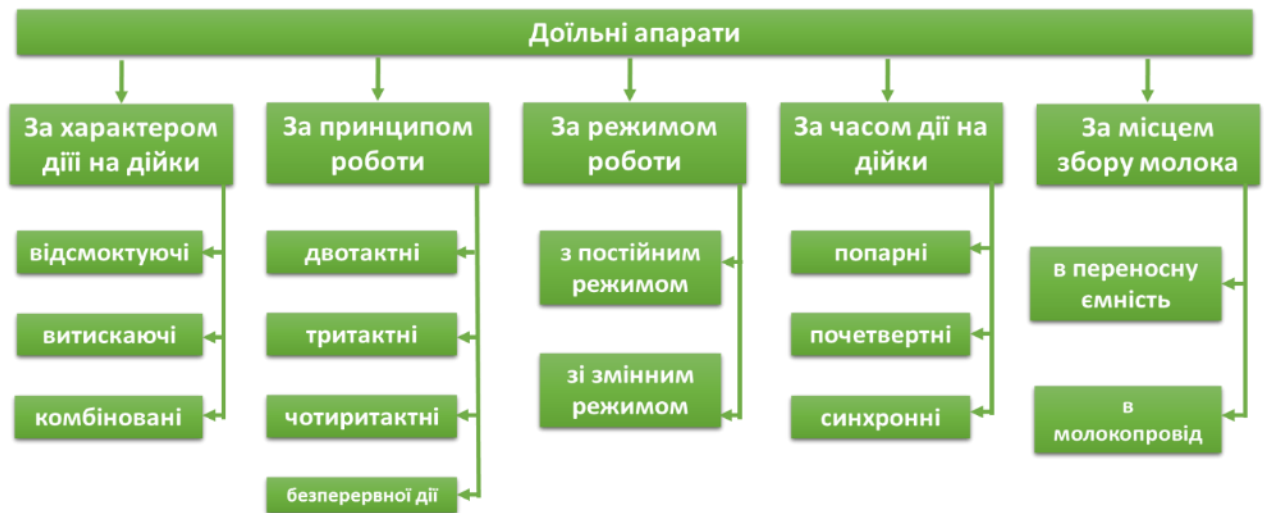


Рисунок 1.4 – Класифікація доїльних апаратів

До захворювань на мастити призводять, як порушення технологічних норм та правил експлуатації доїльного обладнання особливо на етапі роздою, коли закладається продуктивність на весь період лактації, і навіть нерівномірність розвитку вимені. Встановили, що порушення процесу машинного доїння, через перетримку двотактних доїльних апаратів внаслідок невчасного їх відключення є основною причиною маститів у тварин, що призводять до втрати від кожної корови за лактацію до 10-12% річного надою молока.

Сформулювали єдиний підхід, як у теоретичному, так і в практичному плані до створення доїльних апаратів з керованим режимом доїння. Спираючись на фізіологічні особливості тварин розробили доїльний апарат, адекватній фізіології доїння.

Як і раніше, найбільш дієвим залишається створений природою смоктальний апарат теляти. А численні спроби оптимізувати конструкцію доїльних пристроїв – лише знижують ступінь негативного на молочну залозу.

За даними Ожигова В.П., порція молока, що заковтується телям, виводиться лише з порожнини соска, причому відбувається це шляхом вичавлювання молока язиком з тиском 70-92 кПа. Тому, на думку автора, найбільш прийнятний спосіб доїння корови вичавлювання, за принципом впливу подібний до ручного доїння. А при використанні відсмоктуючих доїльних апаратів - їх

швидкість молотовиведення не повинна перевищувати швидкості виділення молока з альвеол вимені в цистерни часток і далі в сосок.

Однак досить жорсткі вимоги висуваються і до самих тварин, морфофункціональним властивостям їх вимені. Одним з вимог є рівномірність розвитку їх чвертей. За даними цілого ряду дослідників різниця тривалості доїння часток вимені має перевищувати 60 с. Ще більш вимогливі автоматизовані доїльні установки, обладнані маніпуляторами додоювання та зняття доїльних склянок. За даними, непридатними до доїння на таких установках також є корови з інтенсивністю молоковіддачі нижче 0,8 кг/хв. Оцінюючи фізіологічних властивостей вимені корів дослідник керувався вимогою, що різниця часу видавання чвертей має перевищувати 60с.

Вирішити це на перший погляд просте завдання насправді не так просто. Однією з перших цю проблему намагалася вирішити американська фірма "Перфекшн", що випускала доїльні апарати з вимикачами висохлих сосків, розташовані на доїльному відрі, яке підвішується під черевом корови. У цьому випадку доїльна склянка, впав із соска не падає в бруд. При доїнні в молокопровід це завдання ускладнюється, оскільки відключення окремих склянок від вакууму без додаткової їх підтримки призведе до їхнього неминучого спадання з вимені і ускладнить видавання інших часток (найчастіше задніх).

Тому пропонується компромісний варіант: відключення індивідуальної пульсації видоєних сосків (Фірма «Міллайн» Італія) у такті стиснення із збереженням номінального підсоскового вакууму або зниження останньої до фізіологічно безпечної межі (33 кПа – відомий бренд «Дуовак-300» компанії Де Лаваль) без зняття апарату з вимені, при цьому зберігається небезпека холостого доїння, особливо в останньому варіанті. Більш радикальне рішення – це індивідуальне зняття доїльних склянок з вимені, реалізоване у конструкції доїльного апарату фірми IMPULSA AG Elsterwerda Німеччина під назвою «Мультилактор», який не має колектора, що дозволяє підключати та вимикати доїльні склянки незалежно. Однак безколекторний варіант підвісного доїльного апарату

складно реалізувати без спеціальної механічної підтримки на лінійних доїльних установках.

Простішим, але стосовно умов доїльних залів, виявилось технічне рішення Італійської фірми «Milkpro», розробила систему почетвертного доїння "Milkpro P4c", суть якої полягає в тому, що в колекторі доїльного апарату встановлено дефлектор, що розділяє потоки молока з різних часток вимені у свої комірки. Вбудовані в них електроконтакти фіксують присутність або відсутність молока потоку молока в осередку і за принципом так-ні виконує доїння або зупинку доїння, інші частки продовжують доїтися, завдяки наявності в системі електронного пульсатора «Serropuls» з незалежною пульсацією вакууму в кожній доїльній склянці.

Почетвертне доїння та відключення доїльних склянок тісно пов'язане із завданням надійного утримання доїльних склянок на видоєних сосках. У системі вона вирішена шляхом постійного стиснення соска сосковою гумою у фазі такту стиснення та представляється вимушеним напівзаходом загрожуючи негативними наслідками для здоров'я сосків, які можуть бути стиснутими під вакуумом досить тривалий час, 1-2 хв і більше, і як наслідок, больове відчуття, негативна реакція на процес доїння, які, звичайно ж, не сприяють формуванню позитивного стереотипу доїння для повноцінного рефлексу молоковіддачі.

Працюючи за принципом «так-ні» молока, система, що розглядається здатна оцінювати лише орієнтовну інтенсивність потоку молока в процесі доїння, що вкрай важливо та необхідно для управління процесом видоювання, особливо високопродуктивних корів, у яких почетвертна неузгодженість їх динаміки молоковіддачі може бути дуже значною.

У Латвійській СГА на кафедрі механізації тваринництва Гриневич І.І. та Палкіним Г.Г. розроблений доїльний апарат з інтенсивністю видоювання передніх і задніх часток, що змінюється. вимені.

Принципова відмінність даного доїльного апарату – зменшення такту смоктання передніх доїльних склянок, що дозволяє зблизити моменти закін-

чення виведення молока з передніх та задніх чвертей. Крім створення укороченого такту смоктання в передніх доїльних склянках апарат забезпечує та асинхронний режим роботи. На думку розробників такий режим впливу на обидві частини вимені має ряд переваг перед традиційним способом доїння:

- доїльний апарат рідше спадає з вимені, оскільки в одній парі доїльних склянок завжди відбувається такт ссання;
- молоковіддача більш рівномірною, внаслідок чого у процесі транспортування молока в колекторі встановлюється стабільний вакуумметричний тиск і відбувається поступове динамічне падіння тиску;
- можна використовувати колектор меншої ємності;
- збільшується інтенсивність масажу сосків гумою та швидкість доїння, оскільки скорочується час перехідних процесів; знижується шум у роботі пульсатора, так як потік повітря одночасно надходить тільки в два. Недоліком роботи даних пристроїв є можливість роботи лише у двох режимах величини вакууму. Необхідно враховувати, що у тривалому режимі зниженого вакууму відбувається не додоювання корови. До недоліків даних систем слід віднести управління загалом по вимені без урахування індивідуальних особливостей розвитку часток вимені.

У пристрої для машинного доїння, запатентованому в Швейцарії, молокоприймальна камера забезпечена мембраною, що перекачує і пристроєм для періодичного впуску повітря із клапаном. Поліпшення режиму доїння здійснюється шляхом зміни вакуумметричного тиску пульсацій, а також впуску повітря в камеру, синхронно з пульсаціями.

Датчик, чутливий до зміни потоку молока, запатентований у США, має порожнистий корпус, який надходить молоко. У корпусі встановлений поплавек, пов'язаний із клапаном. Датчик встановлюється в молочній лінії, що веде до групи доїльних склянок, щоб відключити або зменшити розрідження, що подається в них, коли припиняється чи значно зменшується потік молока. Певний інтерес викликає автоматичний пристрій, відмінною особливістю якого є можливість відключення кожної доїльної склянки доїльного апарату окремо після

завершення доїння відповідної частки вимені . Для цього колектор доїльного апарату містить чотири молоко пастки, в яких розміщені поплавці з клапанами. Перед початком доїння фіксаторами поплавки встановлюються у стартове положення, при якому молоко збірна камера та підсоскові камери доїльних склянок повідомлені між собою. За наявності потоку молока в молокопастці відповідної доїльної склянки достатньої інтенсивності поплавки спливає та звільняється від фіксатора. При завершенні доїння поплавки опускається в молокопастці та клапаном роз'єднує молокозбірну та підсоскову камери, тим самим відключається доїльна склянка.

Коцеев П.С. у своїй роботі проаналізував вплив доїльних апаратів стандартної дії (синхронної) та попарної (асинхронної) на морфологічні ознаки вимені корів. У кожній групі було по 10 корів які доїлися три рази на добу, доїльними апаратами АДУ-1 з пульсатором синхронної дії та дослідна група тим же доїльним апаратом із асинхронним пульсатором. Він зазначає, що кореляційна залежність між морфологічними властивостями вимені та молочною продуктивністю корів позитивна обох групах. Ця робота напевно заслуговує на увагу, але вимагає деякого продовження в тому плані, що не до кінця розкрито фізіологічні особливості будови вим'я, які говорять про те, що кожна частка може виступати окремим біологічним об'єктом і необхідно для кожної підбирати свої параметри вакууму і зміни її будови.

При створенні доїльної машини, що відповідає основним фізіологічним та зоотехнічним вимогам (повнота видоювання, повна відсутність молока та відсутність шкоди вимені) ми повинні спиратися на закономірність акта ссання теля. У кожному акті ссання відбувається зниження вакууму до 8 кПа (такт відпочинку), а транспортування у свою чергу не впливає на зниження вакууму в підсосковому просторі. Також необхідно розділяти процеси вилучення молока із соска та його транспортування з колектора, здійснювати їх паралельно, незалежно одне одного. Однак, Корольов пише, що при зниженні вакууму в підсосковому просторі нижче 20 кПа, велика ймовірність спадання доїльних склянок з вимені корови, що загрожує попаданням бруду і засмокуванням вакуумом

нечистот. Так ж залишається питання своєчасного відключення та утримання склянок на вимені корови, після закінчення молоковіддачі окремої частки. Ці проблеми і були свого часу приводом для відмови від тритактних доїльних апаратів.

Було розроблено регулятор вакуумметричного тиску, для робочого процесу, якого було складено математичну модель. На підставі її було розроблено лабораторний зразок, який був перевірено в умовах ферми, як показали результати досліджень, експериментальний доїльний апарат сприяє більш повній реалізації рефлексу молоковіддачі порівняно з доїльним апаратом фірми «GASCOIGNE MELOTTE. Однак виникає ряд питань, як утримуються доїльні склянки після відключення, якщо все ж досягнуто ефекту синхронності видоювання, то перед нами стоїть не менш важливе завдання, розробки подібних систем для прив'язного вмісту корів, які за прогнозами налічують не менше 60% всього доїльного обладнання, складність розробки таких систем обумовлюється певними факторами, як технічними, так і проблемами людського чинника. Якщо на «Ялинці», доїльний апарат розташовується стаціонарно, то тут апарат необхідно носити з молочної до стійла та між стійлами, у зв'язку з чим потрібно враховувати вагу доїльного апарату, зручність при перенесенні.

Проаналізувавши досвід вчених, слід зазначити, що у конструктивному плані завдання управління доїльним апаратом по чвертях вимені, розглянута досить повно, існують конструкції доїльного обладнання, що виконує цю операцію, проте варто зазначити, що при розробці таких апаратів вчені приділяють недостатньо уваги фізіологічній складовій тварин, а саме аналізу біологічної складової молоковиведення за реальними кривими молоковіддачі. Дані наявні у цьому напрямі морально застаріли й у більш ефективного управління процесом почетвертного доїння необхідно мати більш точну інформацію.

1.3 Висновки, цілі та завдання досліджень

1. Проведений аналіз стану та перспектив розвитку машинних технологій доїння корів показує необхідність поглиблення досліджень та пошуку нових технічних рішень для управління процесом доїння та вимірювання кількості молока в потоці для різних технологій доїння.

2. Камерний потокомір є найпоширенішим пристроєм для вимірювання кількості молока в потоці та дозволяє на його основі створити пристрої для почетвертного процесу доїння, об'єднати на базі одного пристрою лічильник молока та вимикач вакууму доїльних склянок, що створює великі перспективи.

3. Актуальним завданням є розробка адаптивних керуючих алгоритмів почетвертним процесом доїння, що узгоджують швидкість молоковіддачі тварини зі швидкістю молоковиведення за окремими частками вимені для мінімізації сухого доїння та забезпечення повнішого видоювання окремих часток вимені.

Виходячи з вище викладеного, метою цієї роботи є обґрунтування параметрів датчика-лічильника потоку молока для загального та почетвертного доїння.

2 Теоретичні дослідження автоматизованої системи вимірювання надоїв молока

2.1 Дослідження та обґрунтування математичної моделі похибки датчика-лічильника молока.

Найбільшого поширення у доїльних установках набули поплавкові потокоміри.

Для обґрунтування математичної моделі пристрою необхідно дослідити його функціональні характеристики, що визначають пропускну здатність та інші фактори.

Об'єм молока, що надходить у молокоприймач за цикл роботи в загальному вигляді виражається так:

$$V_p^\Sigma = f(t_{оп}, t'_з, \Delta t_{мп}, \Delta t_{ел}) \quad (2.1)$$

Даний вираз враховує інерційність спрацьовування електроприводу пристрою, що відкачує.

До дестабілізуючих факторів, що впливають на похибку обліку відносяться:

1. Значна флуктуація потоку молока в молочному шлангу, що призводить до різких перепадів швидкостей та прискорень порцій молока, що надходять із молокопроводу в молокоприймач;
2. Конструкція молокопроводів, молокоприймача (тангенціальні, Г – образні).
3. Крім технологічних факторів на точність обліку молока впливає точність виміру складових математичної моделі, а саме: V_p , $t_{оп}$, $t'_з$.

Аналізуючи вищесказане, можна виділити такі складові загальної похибки обліку молока:

Технологічна похибка $\sigma_{\text{тп}}$, яка залежить від випадкового потоку молока, що надходить від доїльного апарату, конструкції молоководів молокоприймача (випадкова похибка $\sigma_{\text{вип}}$)

Систематична апаратна похибка математичної моделі $\sigma_{\text{сис}}$, що залежить від точності вимірювання складових $V_P, t_{\text{оп}}, t_3$.

Систематична алгоритмічна похибка, яка залежить від способу реалізації математичної моделі на мікропроцесорі $\sigma_{\text{сист}}$.

2.2 Дослідження силових характеристик, що діють на 2-х рухоми кінематичну пару поплавець-трубка.

На рис. 2.1 показаний падаючий потік, який діє лише на половину поплавця. Для того, щоб знизити похибку роботи лічильника і рівномірно розподілити тиск рідини на поплавець, необхідно розрахувати тиск рідини на поплавець у базовому варіанті.

Відповідно до рівняння Бернулі:

$$\frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2 \cdot g} = \text{const} \quad (2.2)$$

Сума трьох видів енергій для цього потоку є величина постійна.

Величиною Z можна знехтувати, перетин через, який проходить рідина менше 10 висот датчика, крім того надходить молоко у вигляді пульсуючої суміші з повітрям і питома вага знижується, тоді

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2 \cdot g} = \text{const} = \frac{P^*}{\gamma} \quad (2.3)$$

$\frac{P}{\gamma}$ — енергія тиску потоку в камері у всіх перерізах постійна.

Тоді тиск струменя визначатиме швидкісний напір $\frac{v^2}{2g}$ або

$$P^* = \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \quad (2.4)$$

γ - питома вага молока

P^* - динамічний тиск

$$Q_1 = Q_2$$

Q_1 - витрата молока при вході в датчик

Q_2 – витрата струменя, що ударяє в поплавець

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} * V_1 \quad (2.5)$$

$$Q_2 = \frac{\pi \cdot |D^2 - D'^2|}{4} * V_2 \quad (2.6)$$

Прирівняємо праві частини рівнянь

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot V_1 = \frac{\pi \cdot |D^2 - D'^2|}{4} \cdot V_2 \quad (2.7)$$

Звідси

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \quad (2.8)$$

$$V_2 = \frac{d^2 \cdot V_1}{D^2 - D'^2} \quad (2.9)$$

Тоді сила тиску струменя на поплавець (діє на половину)

$$P^* = \frac{16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 2g} \cdot \gamma \quad (2.10)$$

За відеофіксацією та візуальним спостереженням реально видно пульсуючий потік, крім того потік схильний до турбулентного режиму руху.

На рисунку 2.2 під час перекосу положення магніту змінюється і датчик може показувати (зайві обсяги) молока, що надходить є причинами похибок роботи датчика, які носять випадковий характер і не можуть бути враховані таруванням або іншими методами обліку похибки. Щоб уникнути цього, необхідний заспокоювач молока у вигляді тарілки, щоб молоко розтікалося рівномірно по всієї поверхні поплавця, тим самим усуваючи одну з причин перекосу і заклинювання.

2.3 Розрахунок сил, що діють на поплавок.

Для обґрунтування форми заспокоювача потоку молока нами було проведено теоретичне дослідження та розрахунок, за результатами якого можна говорити про ідеальний варіант виконання, при якому забезпечується ефективність роботи лічильника датчика-потoku молока

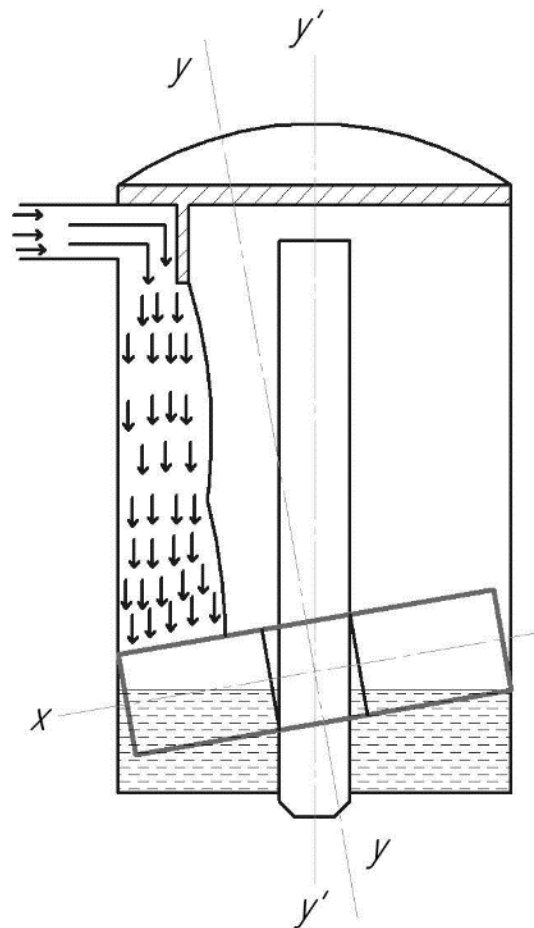


Рисунок 2.1 - Схема діючих на поплавець сил у базовому варіанті лічильника датчика потоку молока.

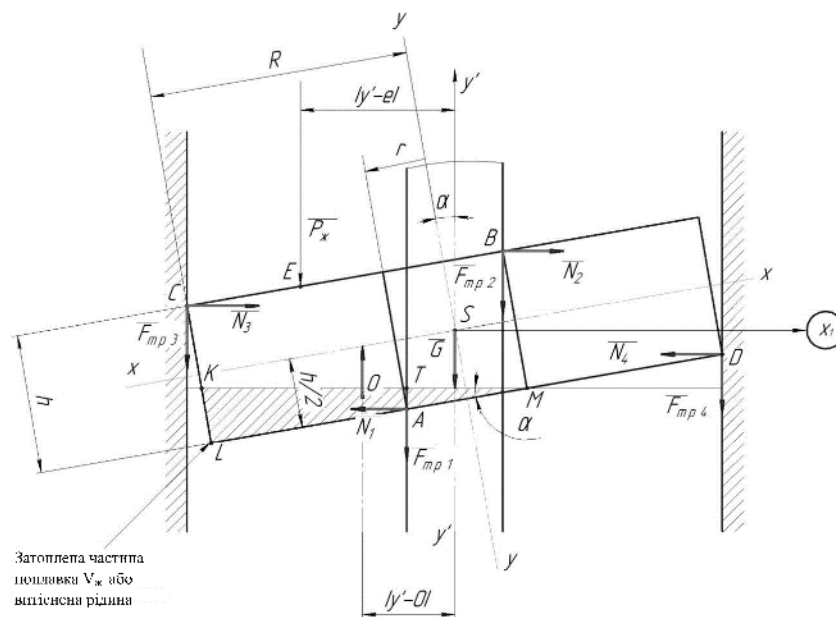


Рисунок 2.2 - Схема сил, що діють на поплавець у лічильнику-датчику потоку молока з Т-подібним заспокоювачем.

($x-x$) - головна центральна вісь інерції поплавця (горизонтальна - може не збігатися з віссю його симетрії (горизонтально-геометричної))

($y-y$) – головна центральна вісь інерції – вертикальна-збігається з віссю симетрії

($y'-y'$) – вісь симетрії клапана (лічильника)

S – центр мас поплавця. При перекосі може зміститися відносно ($y'-y'$) у разі, якщо ($x-x$) не збігається з горизонтальною віссю симетрії.

r, R, h – внутрішній радіус, зовнішній радіус, висота поплавця

A, B, C, D , - точки торкання поплавця поверхні клапана та корпусу датчика може не стикатися з корпусом C, D або навпаки з клапаном точка A, B . Тобто. можуть бути лише дві точки дотику – зв'язків або навіть одна!

E – точка застосування результуючої сили динамічного тиску потоку рідини, що падає на поплавок зверху.

O – точка застосування Архімедової сили, тобто. центр водотоннажності поплавця. Розташована в центрі мас фігури, що є затопленою частиною поплавця, тобто. у центрі мас трикутника KLM , а точніше об'ємної фігури, перерізом якої є трикутник KLM . Точка O – зміщується за зміни куту перекоосу, тобто. після положення залежить від кута α .

За відсутності перекоосу точка розташовується на осі ($y-y$)=($y'-y'$) нижче від центру мас s .

α - кут перекоосу поплавця між ($y-y$) та ($y'-y'$) несуттєвий.

G – сила тяжкості поплавця

$P_{ж}$ - результуюча сил динамічного тиску рідини на верхній торець поплавця

F_A – сила Архімеда

$N_1 N_2 N_3 N_4$ – нормальні складові реакцій стінок клапана та датчика на поплавок (може бути дві чи навіть одна сила)

$F_{\text{тр1}} + \dots + F_{\text{тр.n}}$ – дотичні складові реакцій, тобто. сили тертя.

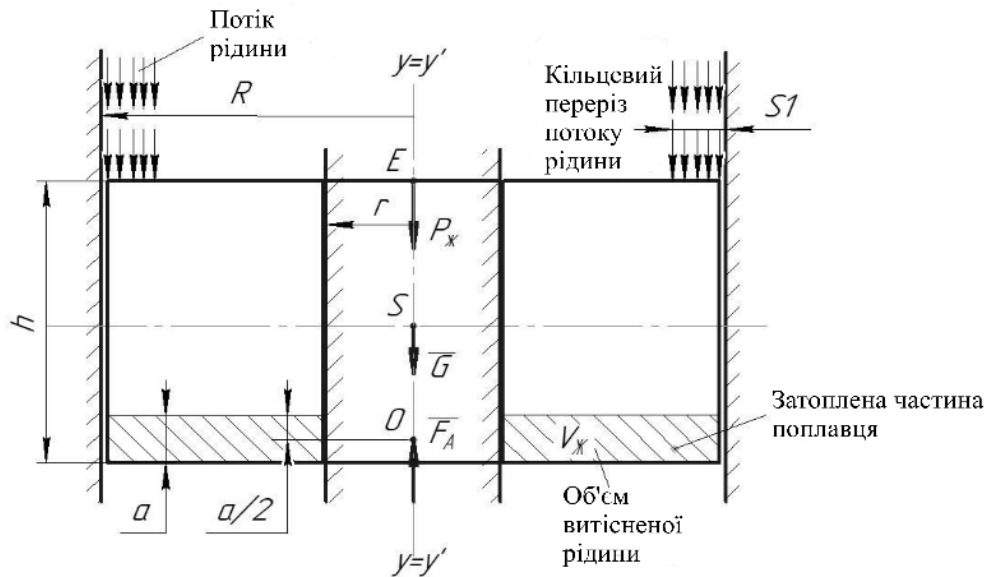


Рисунок 2.3 - Ідеальний варіант розташування поплавця в камері лічильника датчика потоку молока.

Ідеальний варіант: Перекосу немає $\alpha = 0$.

Сили: G , F_A , $P_{\text{ж}}$ – лежать на осі симетрії поплавця.

За відсутності перекосу, завдяки зазорам між поплавком і клапаном і корпусом – відсутні нормальні реакції стінок, отже і сили тертя. Потік рідини надходить концентрично осі датчика $y'-y'$, отже, що результує його динамічного тиску $P_{\text{ж}}$ прикладена на осі ($y'-y'$).

Призначення заспокоювача молока наблизитись до такого варіанту роботи.

Сила Архімеда розраховується так.

У спокої, тобто. коли в корпус не надходить рідина та поплавок нерухомий, що дорівнює силі тяжкості поплавця

$$F_A = G \text{ або } \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{ж}} \cdot g = m \cdot g \quad (2.11)$$

Де m - маса поплавка

$\rho_{\text{ж}}$ -щільність рідини

$V_{\text{ж}}$ - Обсяг затопленої частини поплавця

При подачі рідини зверху на поплавець він під дією динамічного натиску «просідає» глибше. Тепер F_A стає $>G$, т.к. обсяг затопленої частини поплавця збільшується.

$$F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot V'_{\text{ж}} \cdot g \quad (2.12)$$

Крім того, збільшенню F_A сприяють сили тертя, які перешкоджають руху поплавця – вгору.

$$F_A = G + P_{\text{ж}} + F_{\text{тр1}} + \dots + F_{\text{тр.н}} \quad (2.13)$$

Сила динамічного тиску рідини на верхній торець поплавця ($P_{\text{ж}}$)

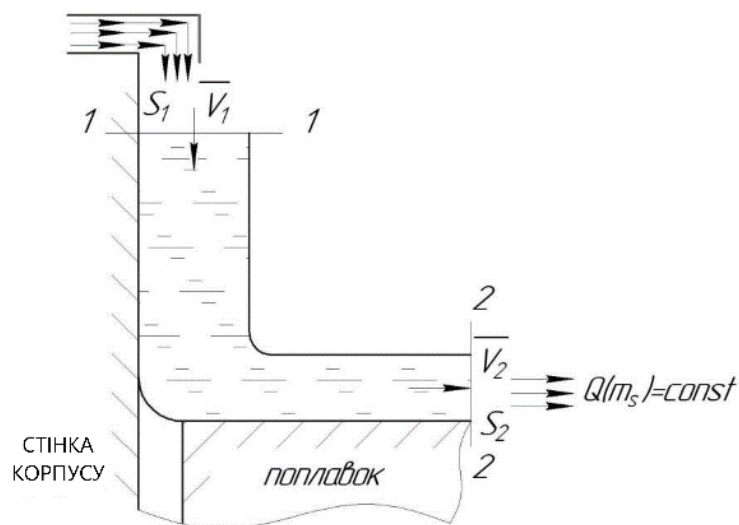


Рисунок. 2.4 - Розподіл рідини по верхній поверхні поплавця.

Умова нерозривності потоку, не стисливості потоку $\frac{V_1}{V_2} = \frac{S_1}{S_2}$

Приймаємо, що $Q(ms) = const$

Варіант струменя рідини, що б'є в один край поплавця (в базовому варіанті лічильника-датчика потоку молока)

Витоком рідини в зазор - нехтуємо. Вважатимемо, що рідина падає вертикально, ударяється об торець поплавця, розтікається горизонтально, а потім вже проходять через кільцевий зазор у порожнину під поплавцем.

Розглянемо два перерізи потоку рідини (1-1) та (2-2). Приймаємо припущення, що у кожному їх перебіг стаціонарне, паралельно струменеве з рівномірним розподілом швидкостей за площею кожного перерізу.

Так як рідина не стискається, то витрати в кожному перерізі рівні (об'ємні)

$$Q_1 = Q_2 = Q = const$$

Замінімо їх масовими витратами, тобто. масі рідини, що протікає через перетин у од. часу (або секундними масами)

$$m_{S1} = m_{S2} = m_S = \rho_{ж} * Q$$

Де $\rho_{ж}$ – густина рідини

$$Q = Q_1 = V_1 * S_1$$

$$Q = Q_2 = V_2 * S_2$$

S_1, S_2 – площі перерізів 1 та 2.

Використовуємо теорему Ейлера (частковий випадок теореми про зміну кількості руху для рідини), для об'єму рідини, ув'язненого між перерізами 1-1 та 2-2.

$$m_S \cdot \bar{V}_2 - m_S \cdot \bar{V}_1 = \sum \bar{F}_{об} + \sum \bar{F}_{пов} \quad (2.14)$$

Де V_1, V_2 – швидкості в кінцевому та початковому перерізах

$F_{об}$ – Об'ємні (масові) сили, що діють на об'єм рідини між перерізами.

$F_{\text{пов}}$ – поверхневі сили, що діють на поверхневий шар рідини, укладені в об'ємі між перерізами 1 та 2.

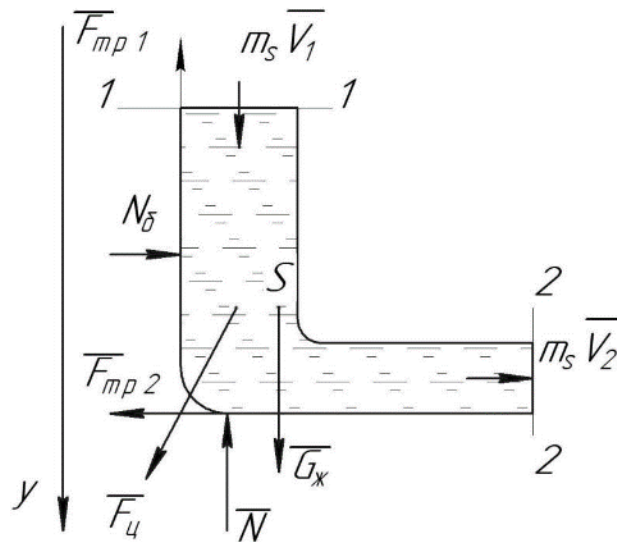


Рисунок 2.5 - Сили, що діють на поплавок.

$m_s V$ – секундна кількість руху рідини, що протікає через відповідний переріз.

Розставимо сили:

Об'ємні: сила тяжіння $G_{\text{ж}}$

Поверхневі: сили тертя про вертикальну стінку $F_{\text{тр1}}$ і днище поплавка $F_{\text{тр2}}$

Так як струмінь вільний, то тиск зі сторони бічної стінки малий. До того ж N направлено горизонтально і на зміну імпульсу рідини в вертикальному напрямі не впливає.

Так само знехтуємо п'єзометричним тиском у перерізі (1-1) з сторони наступного об'єму рідини, що натікає.

Реакція торця поплавця на рідину: N - перпендикулярна торцю.

Силами інерції у цій системі можна знехтувати.

Оскільки нас цікавить тиск рідини на торець поплавця $P_{\text{ж}}$, то вона дорівнює інерції N і їй протилежна (3-й закон динаміки):

$$P_{\text{ж}} = -N$$

Для її визначення спроектуємо векторне рівняння на вісь y :

$$m_s (V_2)y - m_s (V_1)y = (G_{\text{ж}})y + (N)y + (F_{\text{тр1}})y + (F_{\text{тр2}})y, \text{ де}$$

$$V_2 y = 0; (F_{\text{тр}2}) y = 0; (V_1)y = V_1; (N)y = -N$$

Отримаємо:

$$-m_s V_1 = -N - F_{\text{тр}1}$$

$F_{\text{тр}1}$ – у цьому випадку цією силою можна нехтувати.

Оцінимо лише динамічний вплив рідини, за рахунок її руху. Тоді в останній формулі припустимо $F_{\text{тр}1} = 0$, тоді

$$-m_s V_1 = -N_{\text{дин}} \text{ або } m_s V_1 = N_{\text{дин}}$$

Тут $V_1 = Q S_1$; $m_s = \rho_{\text{ж}} Q$; тоді

$$N_{\text{д}} = \rho_{\text{ж}} Q_2 S_1 = P_{\text{ж}}$$

Площа S_1 залежить від конструкції заспокійника потоку :Т-подібна, парасолька або пластина.

При Т-подібному можна взяти перетин на вході в корпус після повороту вниз (рис. 2.2.1). Для інших – концентричний кільцевий переріз між стінками корпусу та розсікачем (рис. 2.2.2)

2.4 Висновки

1. Аналіз факторів, що впливають на повну похибку вимірів загального та почетвертного надою, показав принципову можливість реалізації алгоритму на базі однокамерного датчика-лічильника, оснащеного датчиками-віртуальних об'ємів.

2. Дослідження гідравлічних та силових характеристик пристрою показує необхідність стабілізації вхідного потоку молока, що надходить від доїльного апарату з метою мінімізації впливу на поплавок, 2-х рухому кінематичну пару поплавець-трубка.

3. Введення в конструкцію проміжних віртуальних датчиків об'ємів дозволяє коригувати похибку вимірювання потоку молока, реалізувати почетвертний алгоритм вимірювання надоїв молока.

3 Лабораторні дослідження процесу

До завдань експериментальних досліджень входила перевірка теоретичних положень; оптимізація конструктивних та режимних параметрів датчика-лічильника потоку молока, що розробляється.

Для визначення оптимальних конструктивних параметрів експериментального пристрою нами були виконані дослідження шляхом постановки факторного експерименту з використанням відомих методик.

Фактори, що мають значний вплив на роботу пристроїв, вибирали аналізуючи відомості, отримані з літературних джерел, а також спираючись на дані своїх досліджень. При цьому в процесі обробки отриманої інформації виконувались статистичні обчислення серед Excel.

Вимірювання проводили у триразовій повторності.

Обробляли результати досліджень методами варіаційної статистики, а також кореляційного та регресійного аналізу з застосуванням комп'ютерних програм.

3.1 Методика визначення часу заповнення та спорожнення

Використовуючи дроселі встановлювали потоки рідини 1,2,3,4,5 л\хв, кожної інтенсивності запишемо час 10 циклів (випорожнення та заповнення), цей час необхідний для уточнення часу випорожнення яке варіюється в межах від 0,15 до 0,5. Далі обробляємо отримані записи на ПК за допомогою «Sony Vegas Pro», розбиваючи кожну секунду на 30 кадрів і шукаємо моменти коли починається підняття та опускання клапана, похибка цього методу $\pm 0,03$ с. і записуємо час, за яке відбувається випорожнення та заповнення в рамках одного циклу для кожної інтенсивності необхідне подальших розрахунків. Так само для уточнення отриманих даних проведемо ще один експеримент, час заповнення досить великий і його можна записати хронометричним методом, на секундомірі

відзначатимемо час заповнення та випорожнення, отриманий час заповнення ми можемо усереднити і відібрати від середнього часу повного циклу.

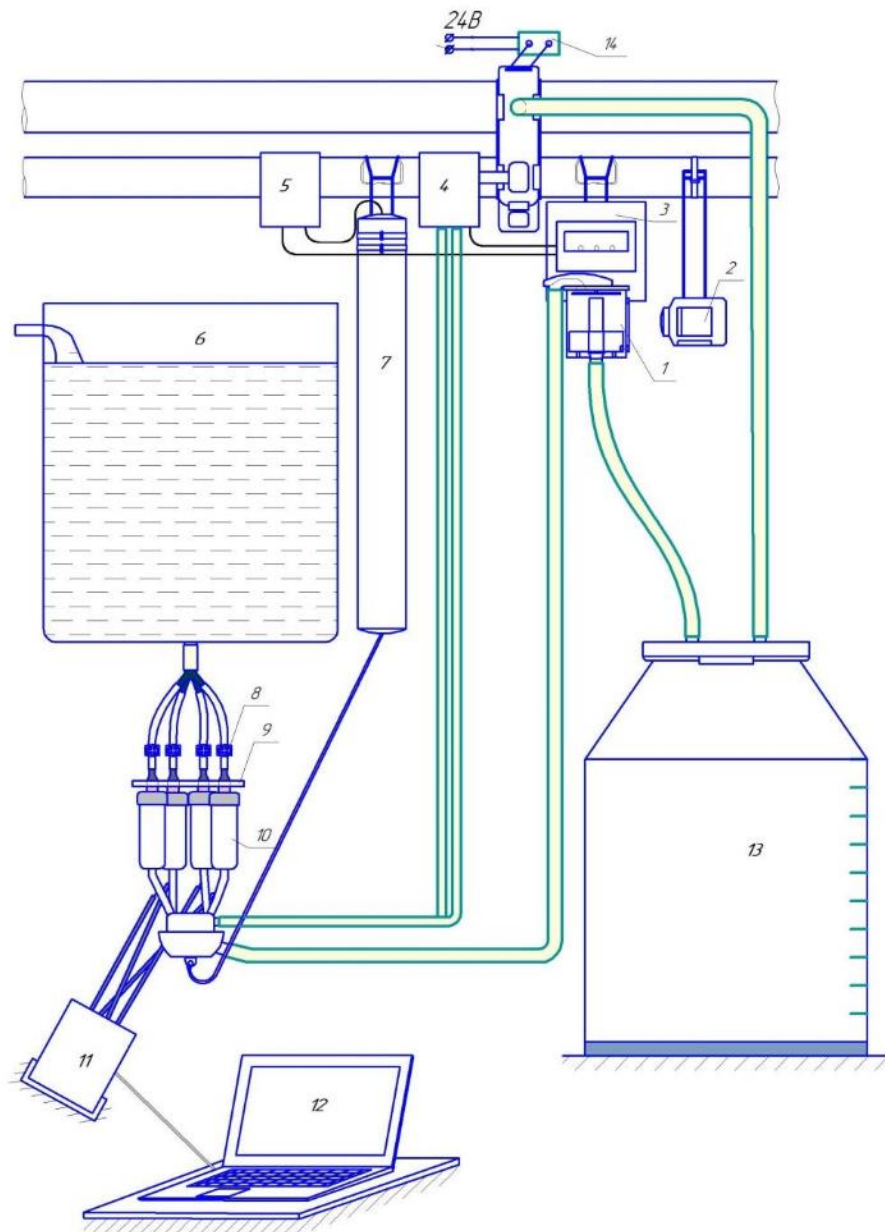


Рисунок 3.1 - Схема лабораторної доїльної установки.

1 – Лічильник датчик потоку молока; 2 – відеокамера; 3 – контролер управління; 4 – пульсатор; 5 – блок клапанів; 6 – ємність із водою; 7 – циліндр зняття; 8 – дроселі; 9 - промивні головки; 10 – доїльні склянки; 11 - прилад вакууму; 12 - ноутбук; 13 - доїльне відро; 14 - напруга 24V

Так отримуємо час випорожнення на кожній інтенсивності, перевірки ряду даних та уточнення середніх даних, отриманих у результаті відео зйомки за кожною інтенсивністю і порівняємо з даними отриманими під час проведення пошукових експериментів. Потім робимо наступне налаштування стенду (ставимо дросель на більший потік) та експерименти повторюємо.

3.2 Методика оптимізації конструкційних параметрів лічильника датчика потоку молока

В результаті проведення попередніх пошукових експериментів нами було визначено два основні конструктивні елементи, які найбільш сильно впливають на продуктивність роботи датчика лічильника потоку молока.

Для експериментальної перевірки умов, за яких досягається максимальна продуктивність датчика-лічильника молока, виготовили дослідний зразок почетвертної доїльної установки (рис. 3.3) та розробили спеціальний стенд (рис. 3.2)



Рисунок 3.2 – Стенд для дослідження продуктивності лічильника-датчика потоку молока.

Стенд включає контролер управління доїнням 1 для здійснення роботи алгоритму доїння та вимірювання кількості молока, комп'ютер 2 для реєстрації імпульсів одержуваних від датчика холу, ваги 3 для реєстрації початкової та кінцевої кількості молока, вимірювальна ємність 4 для вимірювання фактичної кількості молока, лічильник датчика-потoku молока 5, блок живлення InterPuls.

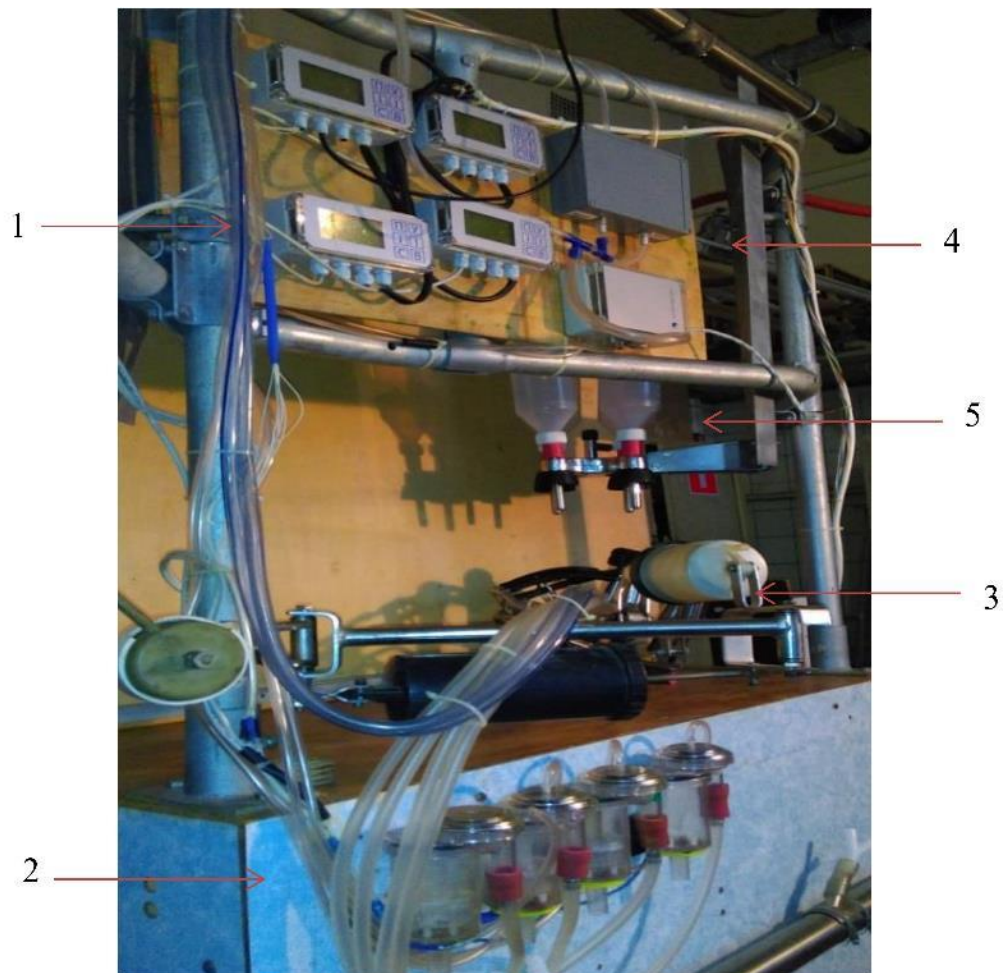


Рисунок 3.3 - Лабораторний зразок почетвертної доїльної установки.

1 – контролери управління доїнням; 2 – лічильники-датчики потоку молока; 3 – маніпулятор МДФ-1; 4 – блок клапанів; 5 – стенд штучне вим'я;

Результати вимірювання продуктивності реєстрували у пам'яті комп'ютера. Вакуумметричний тиск встановлювали рівним $48 \pm 0,1$ кПа.

Чинники, що мають значний вплив на критерій оптимізації, а також рівні їх варіювання наведені в таблиці 1.

Таблиця 3.1 Фактори, що впливають на якісні показники лічильника-датчика потоку молока.

Фактори	Позначення	Кодовані позначення	Натуральні рівні факторів	
			Верхній +1	Нижній - 1
Зазор між кришкою та заспокоювачем, мм	h	X1	3.5	0
Довжина клапана, мм	l	X2	95	89

За параметр оптимізації приймали продуктивність лічильника датчика потоку молока.

Для проведення досліджень приймаємо схему повного факторного експерименту. В основу матриці планування експерименту було покладено експеримент 2^2 .

Вимірювання здійснювали в такий спосіб. Відповідно до матриці планування експерименту та таблиці 1 варіювання факторів, встановлюємо зазор між розсікачем та клапаном та включаємо електронний контролер управління доїнням, електронні ваги, блок живлення «Inter Puls» та комп'ютер. Потім налаштували вакуумметричний тиск $48 \pm 0,1$ кПа. Після цього включали програму реєстрації в комп'ютері, даних вимірюваних імпульсів від лічильника-датчика потоку молока, так само знімали різницю даних між початковим значенням надоїв і кінцевим на терезах і знімали показання з контролера доїння працюючого за певним алгоритмом. Вимірювання параметрів здійснювали з триразовою повторністю. Потім робили наступне налаштування стенду та експеримент повторювали.

3.3. Методика обробки експерименту з оптимізації конструкційних параметрів 2^2

Методика обробки результатів експерименту при рівномірному дублюванні представлена наступною схемою :

1. Для кожного рядка матриці планування за формулою (3.1) обчислюємо середнє арифметичне значення y_{jcp} параметра оптимізації;
 2. За формулою (3.2) визначаємо дисперсію s_j^2 кожного досліду матриці планування та помилку дисперсій експерименту за формулою (3.3);
 3. Використовуючи критерій Фішера, перевіряємо гіпотезу однорідності дисперсій s_j^2 досвідів;
 4. Якщо дисперсії однорідні, то за формулою (3.4) обчислюємо дисперсію s_y^2 відтворюваності експерименту;
 5. За формулами (3.5), (3.6), (3.7) визначаємо коефіцієнта рівняння регресії;
 6. За виразом (3.3.8) знаходимо дисперсії $s^2\{b_i\}$ коефіцієнтів регресії;
 7. За формулою (3.3.9), другим способом встановлюємо величину довірчого інтервалу
 8. Перевіряємо статистичну значущість коефіцієнтів регресії;
 9. За виразом (3.3.10) визначаємо дисперсію $s_{ад}^2$ адекватності;
 10. За допомогою F-критерію перевіряють гіпотезу адекватності моделі.
- Для кожного рядка матриці визначаємо середнє арифметичне значення параметрів оптимізації:

$$\bar{y}_j = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{ju} \quad (3.1)$$

u – номер паралельного досвіду;

y_{ju} - значення параметра оптимізації в u -му паралельному досвіді j -го рядка матриці.

З метою оцінки відхилень параметра оптимізації від його середнього значення кожного рядка матриці визначимо статистичну дисперсію:

$$s_j^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{u=1}^n (y_{ju} - \bar{y}_j)^2 \quad (3.2)$$

Помилку дослідів визначаємо, як корінь квадратний з дисперсії дослідів:

$$s_j = + \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{u=1}^n (y_{ju} - \bar{y}_j)^2} \quad (3.3)$$

Після обчислень за формулою (2) дисперсії перевіряємо їх гіпотезу однорідності за допомогою критерію Фішера:

$$F_p = \frac{s_{jmax}^2}{s_{jmin}^2}, \text{ где } s_{jmax}^2 > s_{jmin}^2 \quad (3.4)$$

s_{jmax}^2 – велика дисперсія;

s_{jmin}^2 – менша дисперсія.

Розрахунковий критерій Фішера F_p для степенів свободи і прийнятого рівня значимості має бути менше табличного (табл. 1) F_T в цьому випадку дисперсія однорідності приймається, відповідно величина «у» підпорядковується нормальному закону розподілу.

Якщо дисперсії однорідні, то обчислюємо дисперсію відтворюваності кожного дослідів

$$s_{y1-4}^2 = \frac{1}{N} s_{j1-4}^2 \quad (3.5)$$

Для всього експерименту

$$s_y^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N s_j^2 \quad (3.6)$$

N - Число дослідів або число рядків матриці планування.

За результатами експерименту обчислимо коефіцієнти моделі, вільний член визначаємо за формулою

$$b_0 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \bar{y}_j \quad (3.7)$$

Коефіцієнти регресії, що характеризують лінійні ефекти, обчислюємо за виразом

$$b_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N x_{ij} \bar{y}_j \quad (3.8)$$

Коефіцієнти регресії, що характеризують ефекти взаємодії, визначають за формулою

$$b_{il} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N x_{ij} x_{lj} \bar{y}_j \quad (3.9)$$

де, i, l – номери факторів; x_{ij}, x_{lj} ,- кодовані значення факторів Формули(5), (6), (7) отримані в результаті використання методу найменших квадратів.

Оцінки знайдені за допомогою методу найменших квадратів, є найкращими, у тому сенсі, що вони розподілені нормально зі середніми значеннями, рівними теоретичним коефіцієнтам, і з найменшими можливими дисперсіями.

Перевірку значущості коефіцієнтів виконаємо за допомогою t -критерію Стьюдента за висловом

$$t_p = \frac{|b_i|}{s\{b_i\}} \quad (3.10)$$

$s\{b_i\}$ – помилка у визначенні і-го коефіцієнта регресії, обчислюємо за формулою:

$$s\{b_i\} = +\sqrt{s^2\{b_i\}} \quad (3.11)$$

Дисперсію $s^2\{b_i\}$ і-го коефіцієнта визначають за виразом:

$$s^2\{b_i\} = \frac{1}{Nn} s_y^2 \quad (3.12)$$

Коефіцієнт значущий, якщо $t_p > t_T$ прийнятого рівня значимості і числа ступенів свободи з якими визначалася дисперсія s_y^2 . Критерій Стьюдента обчислюємо для кожного коефіцієнта регресії.

Дисперсію адекватності визначають за формулою

$$s_{ад}^2 = \frac{n \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \tilde{y}_j)^2}{N - (k+1)} \quad (3.13)$$

\bar{y}_j - середньо арифметичне значення параметра оптимізації в j-му досліді;
 \tilde{y}_j - значення параметра оптимізації, обчислене за моделлю для умов j-го досліді;

N - число дослідів;

k – число факторів

Останнім етапом обробки результатів експерименту є перевірка гіпотези адекватності, яка виконується за F-критерієм Фішера:

$$F_p = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2}. \quad (3.14)$$

Якщо значення $F_p < F_T$ для прийнятого рівня значущості та відповідних числа ступенів свободи, то модель вважають адекватною.

Наприкінці слід зазначити, що використання критеріїв Стьюдента та Фішера передбачає нормальний розподіл результатів експерименту.

Для отримання оптимальних параметрів з нашої моделі необхідно декодувати фактори за формулою

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_i^0}{\varepsilon_i} \quad (3.15)$$

\tilde{x}_i – натуральне значення і-го фактора;

\tilde{x}_i^0 – натуральне значення основного рівня і-го фактора;

ε_i – інтервал варіювання і-го факт

3.4 Методика проведення досліджень щодо вибору заспокоювача потоку молока

Ці дослідження необхідно провести з метою зниження похибки роботи та зниження гідроудару на поплавок у мірній камері лічильника-датчика потоку молока.

Для проведення досліджень нами було розроблено лабораторний стенд (див. рис. 3.1.1) та 3 типи заспокійників потоку молока різних геометричних форм.

Вимірювання здійснювали в такий спосіб. На лабораторному стенді використовуючи дроселі різних діаметрів, встановлювали швидкість потоку $\approx 1,2,3,4,5$ л/хв. На кришку мірної камери лічильника молока, встановлювали по черзі різні заспокійники різних геометричних форм. За допомогою електронних ваг заміряли початкову кількість молока та звичайно, так само фіксувалися значення з контролера доїння, який вимірює за заздалегідь заданим алгоритмом. Далі за допомогою програми Excel обчислювали відносні та абсолютні похибки між фактичним результатом та показаннями з контролера.

Кожен вимір проводили у триразовій повторності.

3.5 Результати експериментальних досліджень з вдосконалення розрахункової формули алгоритму обліку молока

В результаті проведеного аналізу лічильників-датчиків молока за основу для подальших досліджень було обрано потоково-камерний молокомір, використовується в доїльних апаратах «Дуовак-300» або «Норлат» з подальшою модернізацією під раніше розроблений нами алгоритм виміру.

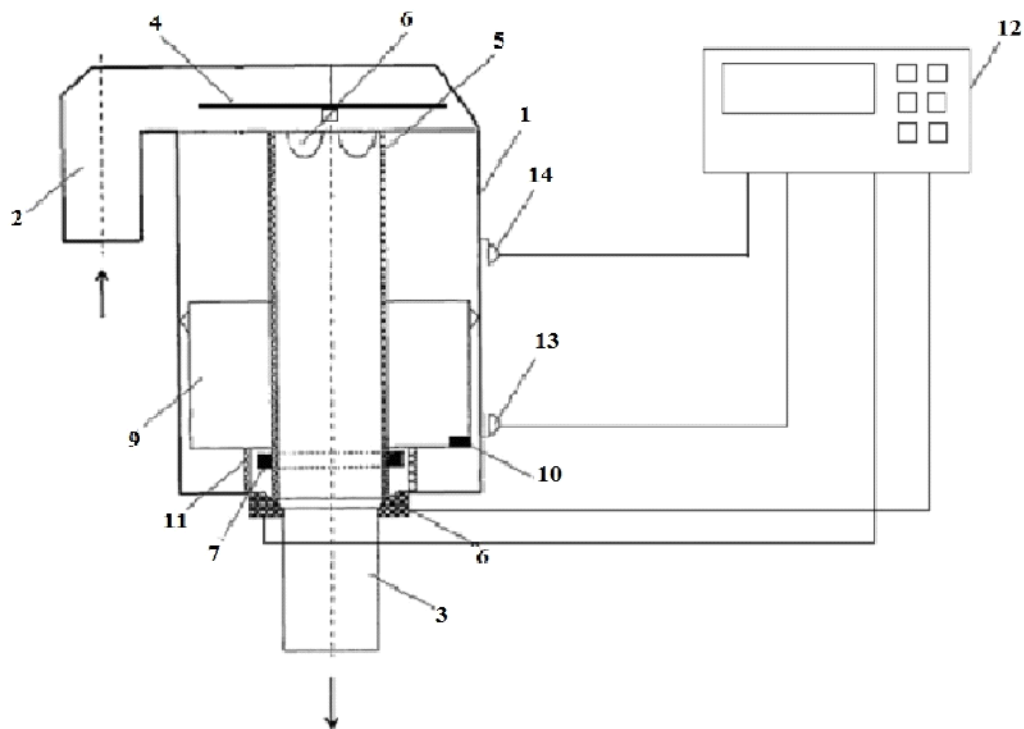


Рисунок 3.4 - Технологічна схема лічильника-датчика потоку молока.

1 – корпус склянки; 2 – приймальний патрубок; 3 – вихідний патрубок; 4 – заспокійник потоку; 5 – порожнистий шток-клапан; 6 – пази-проходи; 7 – кільцевий магніт; 8 – електромагнітна котушка; 9 – поплавець; 10 – плоский магніт; 11 - напрямні стійки; 12 - контролер доїння; 13 – нижній датчик Холла; 14 – верхній датчик Холла.

Для складання алгоритму роботи лічильника молока потрібно було уточнити, залежності зміни об'єму порції в залежності від швидкості потоку рідини

Для отримання цієї залежності був проведено експеримент за описаною методикою пункт 3.1.

Залежність часу заповнення камери від швидкості потоку представлена

Рис. 3.5

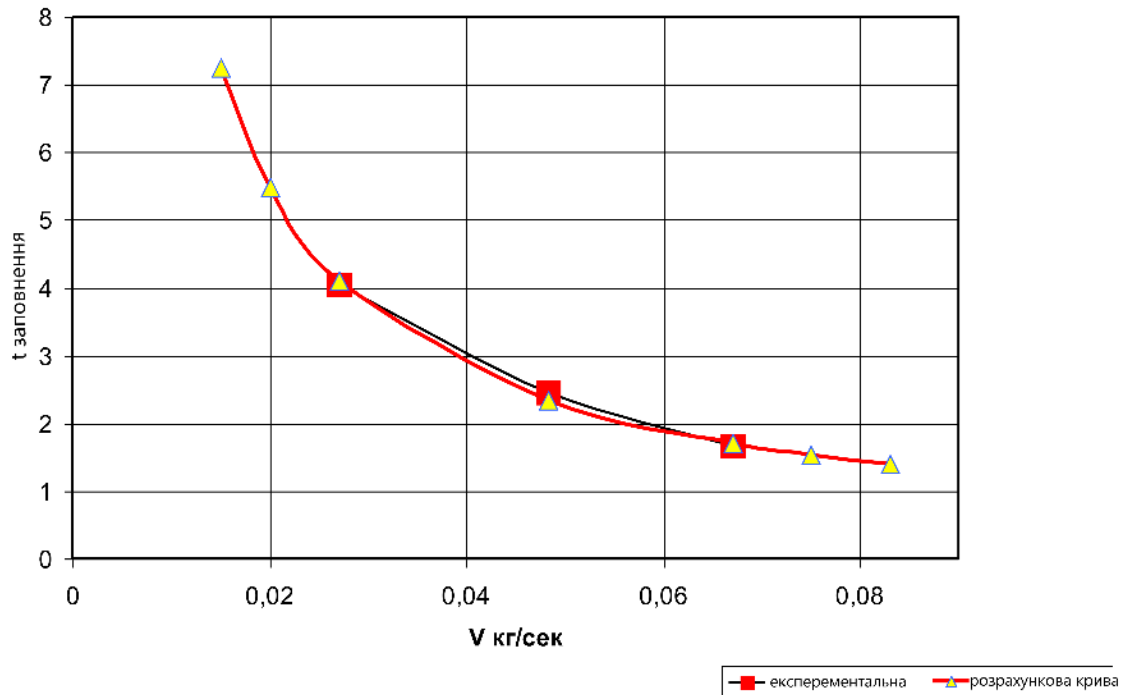


Рисунок 3.5 - Залежність часу заповнення швидкості потоку

Отримана залежність досить точно описується статечним рівнянням виду:

$$V = 0,1269 \cdot x^{-0.963} \quad (3.16)$$

V – швидкість заповнення камери, кг/сек

x – Час заповнення камери лічильника-датчика потоку молока, сек

Розмір достовірності апроксимації становить:

$$R^2 = 0,9931$$

За отриманим рівнянням розраховали, як змінюватиметься час заповнення в діапазоні від 0 до 0,08 л/сек.

Обсяг робочої камери лічильника, яка випорожнюється за 1 цикл, ми можемо розрахувати за формулою:

$$Q = V \cdot t_3 \quad (3.17)$$

V_p – Обсяг порції за 1 цикл роботи лічильника молока

q – Швидкість заповнення камери, кг/сек

t_3 - час заповнення камери за 1 цикл, сек

Отримані значення об'єму порції за різних швидкостей дозволяють нам побудувати криву зміни обсягу порції залежно від швидкості.

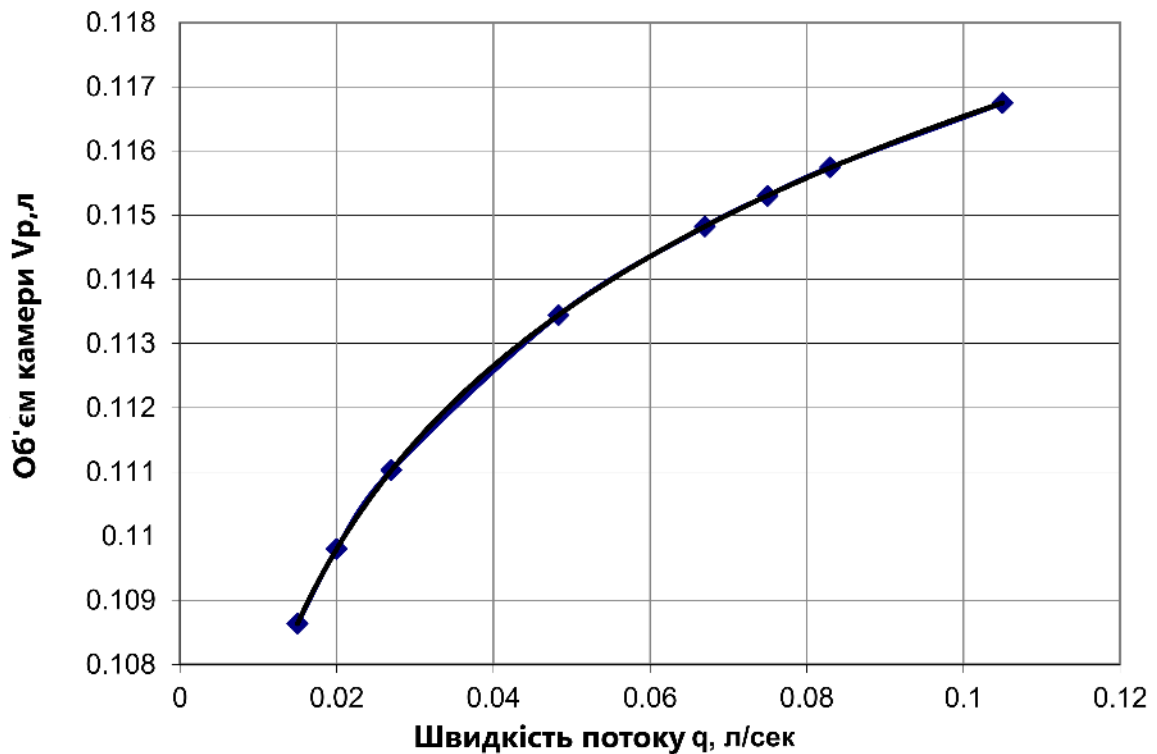


Рисунок 3.6 - Залежність обсягу порції молока протягом 1 циклу від швидкості потоку.

Ця залежність точно описується степеневим рівнянням виду:

$$V'_p = 0,1269 \cdot q^{0.037} \quad (3.18)$$

V_p' – Об'єм порції з молоко-повітряною сумішшю, кг/сек

q – швидкість потоку молоко-повітряної суміші, кг/сек

Розмір достовірності апроксимації становить:

$$R^2=1$$

З рис. 3.5 видно, що обсяг порції, що формується, не постійний, залежить від швидкості молоковіддачі, уточнена формула алгоритму обліку молока змінюється, виглядає так:

$$Q = V_p' \cdot \left(\frac{t_3 + t_{оп}}{t_{оп}} \right) \quad (3.19)$$

Q – Об'єм порції молока в камері лічильника-датчика потоку молока

V_p' - Фіксований обсяг камери лічильника-датчика потоку молока.

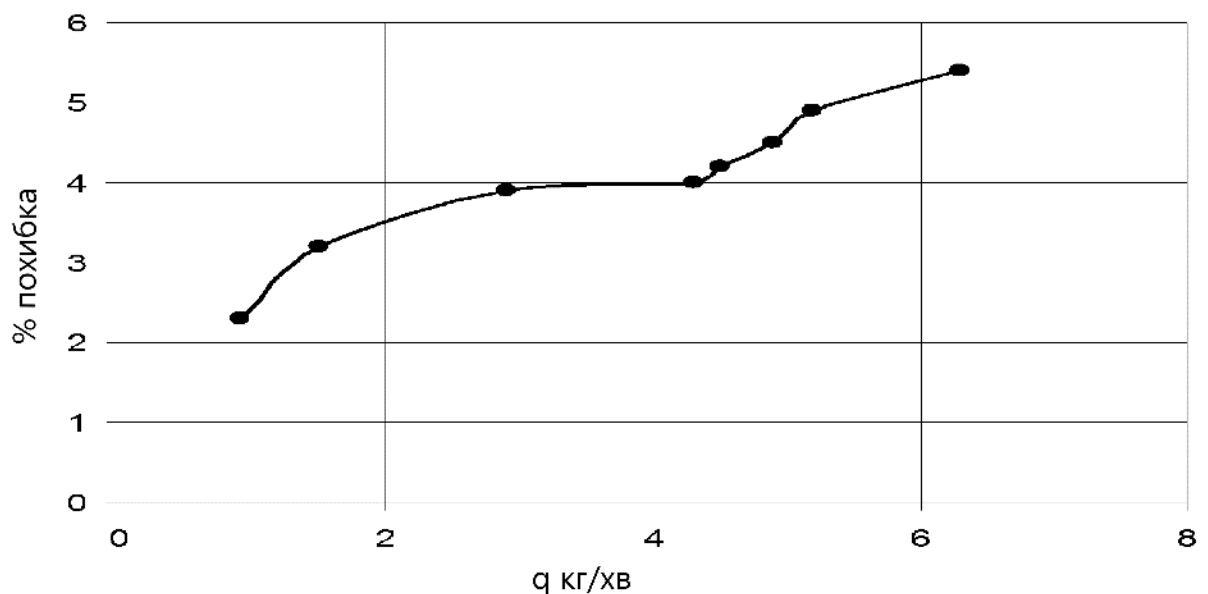


Рисунок 3.7 - Перевірка алгоритму з динамічним розрахунком порції камери.

Для більшої наочності результатів досліджень порівняємо вимірювання при старій формулі та новій.

Наклавши обидві формули на одну діаграму, ми отримуємо

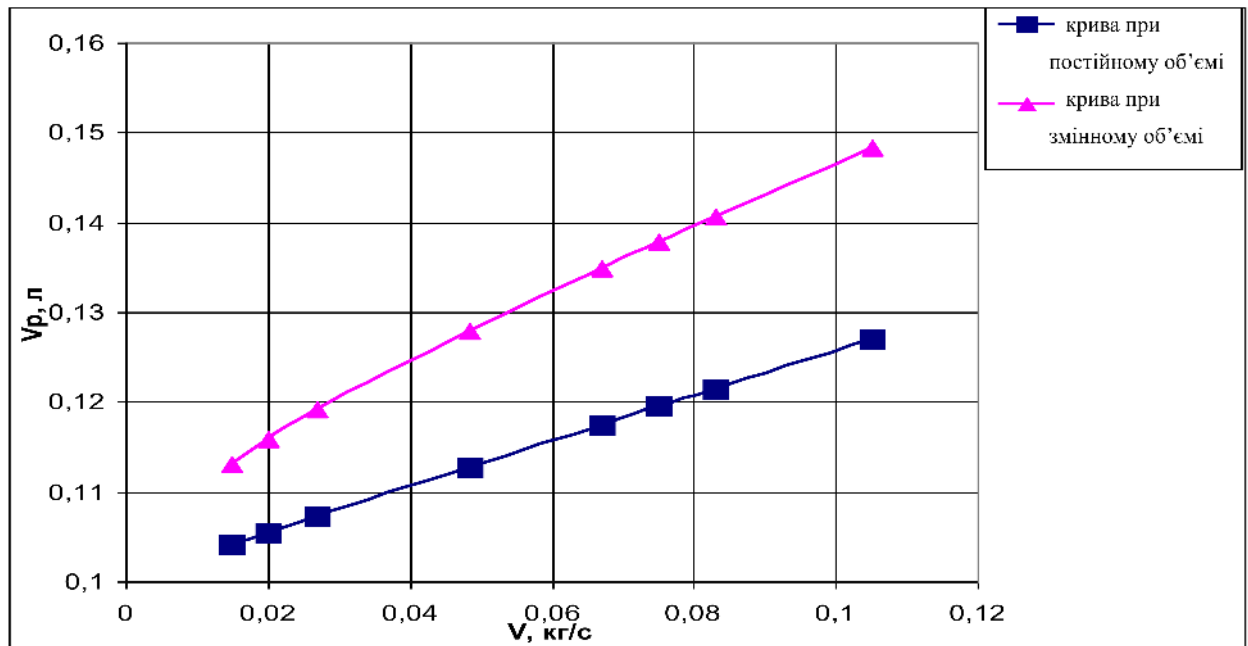


Рисунок 3.8 - Порівняння залежностей порції молока в камері лічильника датчика потоку молока під час використання вдосконаленого алгоритму та існуючого.

З цієї діаграми видно, що похибка вимірювань при використанні існуючого алгоритму в порівнянні з удосконаленим становить 11-13% за кожний цикл.

3.6 Результати обробки експериментальних даних на вибір заспокоювача потоку молока

В результаті теоретичного аналізу та знаходження умов, які б забезпечили необхідну роботу лічильника датчика потоку молока з мінімальною похибкою та плавною роботою без рясного піноутворення, було запропоновано низку заспокійників потоку молока, роботу яких потрібно було перевірити експериментально.

Для побудови графіків залежності та визначення найкращого заспокійника потоку молока було проведено низку експериментів за методикою описаної раніше (див. пункт 3.3), в результаті яких були отримані дані щодо кожного заспокоювача.

Для визначення відносної похибки вимірювання та побудови графіків залежності похибок різних типів заспокійників необхідно розрахувати фактичну кількість молока та відносну похибку лічильника молока для кожної швидкості для трьох різних типів заспокоювачів молока.

$$Q_{\phi} = Q_{\text{н}} - Q_{\text{к}} \quad (3.20)$$

$Q_{\text{н}}$ – початкова кількість молока у вимірювальній ємності

$Q_{\text{к}}$ – кількість молока, що залишилася у вимірювальній ємності

$$\sigma = \frac{Q_{\phi} - Q_{\text{сч}}}{Q_{\phi}} \quad (3.21)$$

Q_{ϕ} - Кількість молока у вимірювальній ємності

$Q_{\text{сч}}$ – Кількість молока на контролері доїння розрахована по алгоритму.

Побудуємо 3 графіки функцій для кожного заспокоювача. На рисунку видно, що похибка з тарілчастим заспокоювачем не перевищує 5%, час як у Т-подібного досягає 27%, а у заспокійника у вигляді парасольки на тій же швидкості потоку 8,7%. Виходячи з цих даних для подальших досліджень вибираємо тарілчастий розсікач.

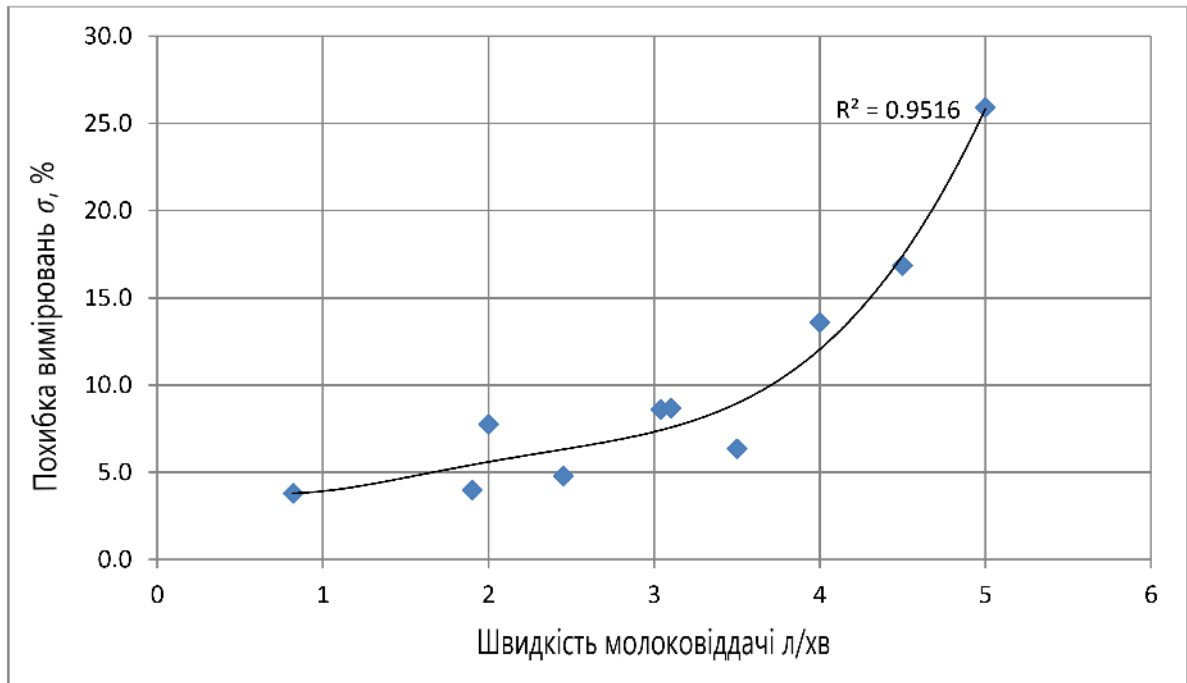


Рисунок 3.9 - Похибка лічильника молока під час використання Т образного заспокоювача потоку молока

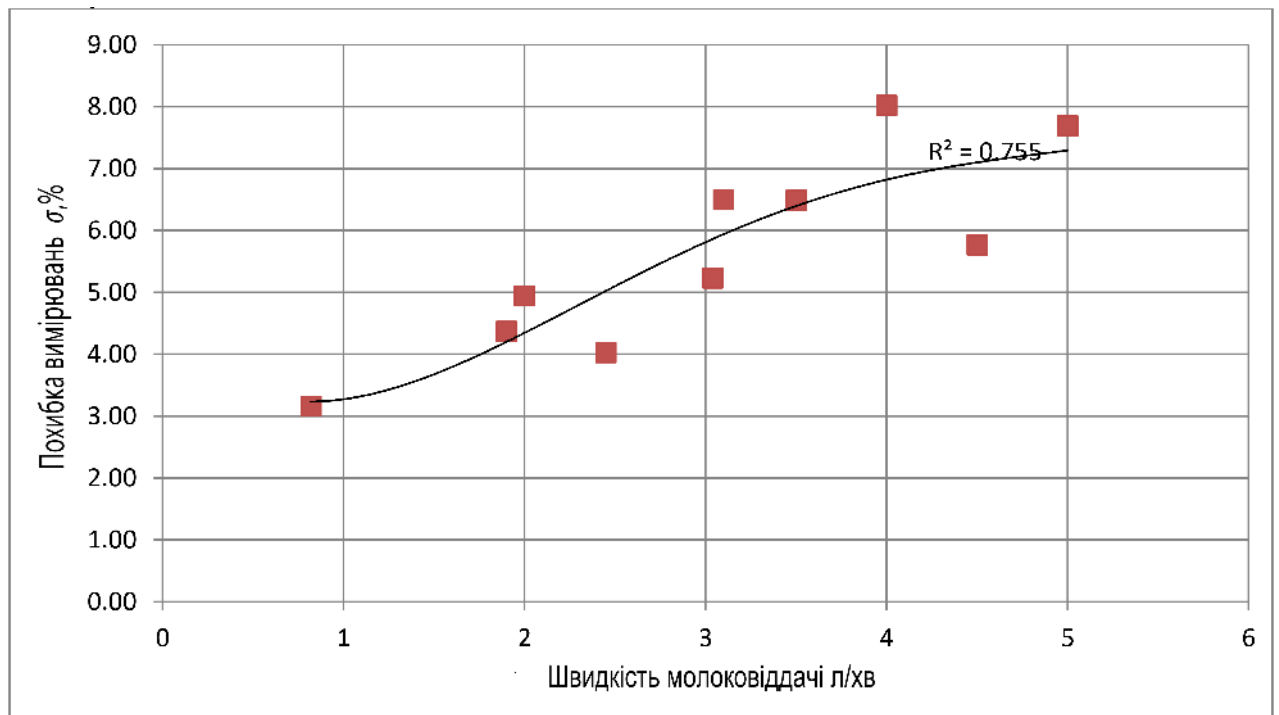


Рисунок 3.10 - Похибка лічильника молока під час використання заспокійника потоку молока із загнутими вниз краями (парасолька).

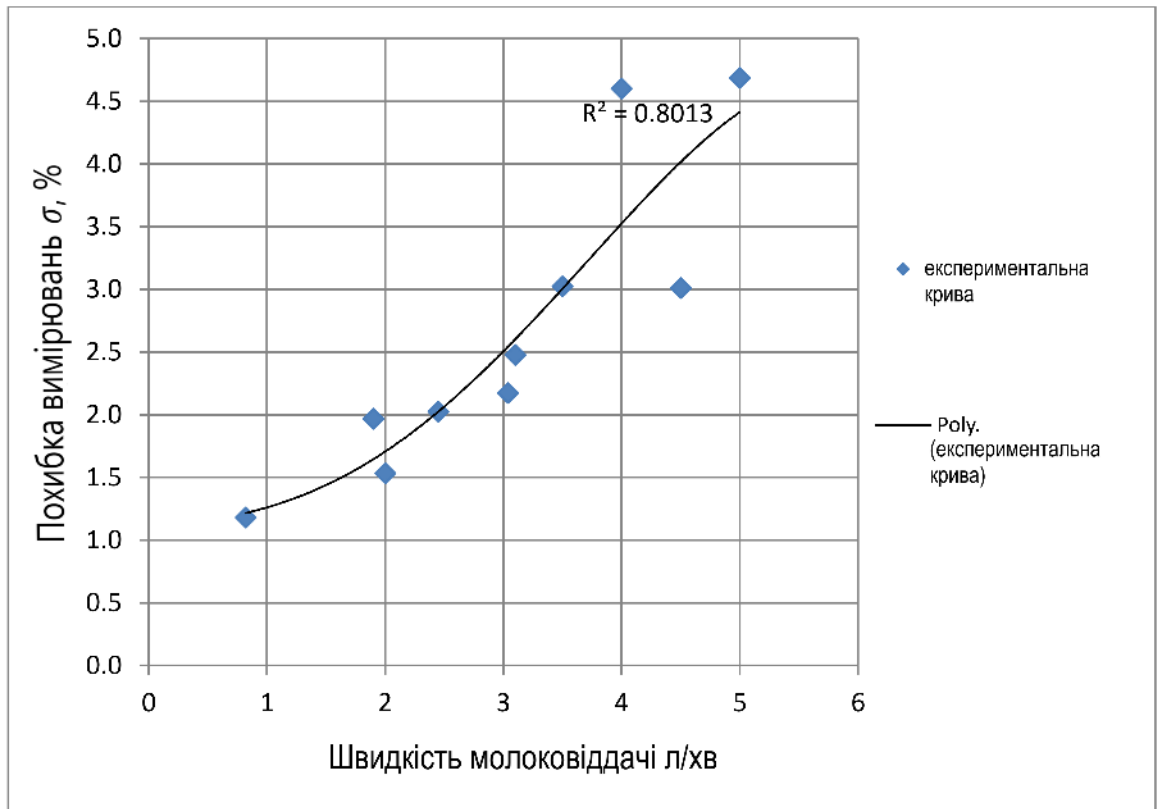


Рисунок 3.11 - Похибка лічильника молока під час використання тарілчастого заспокоювача молока.

В результаті обробки результатів досліджень на ПЕОМ встановлено, що між інтенсивністю потоку молока по частці вим'я та надою корів існує кореляційний зв'язок, який досить точно може бути представлений поліномом 4 порядку виду:

$$y = -0,0089x^4 + 0,0666x^3 + 0,0006x^2 + 0,1108x + 1,0915 \quad (3.22)$$

Розмір достовірності апроксимації становить:

$$R^2 = 0,8013$$

З графіків видно, що мінімальну похибку отримуємо з тарілчастим розсікачем, відповідно для подальшої роботи приймаємо його.

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Загальні визначення та поняття

Законодавство України про охорону праці ґрунтується на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантованому статтею 43 Конституції України.

Базовим документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який встановлює основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я та належну, безпечну і здорову працю під час виконання робіт. умови, регулюють відносини між роботодавцями та працівниками з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та встановлюють єдиний порядок діяльності організацій з охорони праці в Україні. "

Отже, охорона праці — це «система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, медико-профілактичних заходів і засобів, призначених для охорони життя, здоров'я та працездатності людини в процесі праці».

В Україні охорона праці регулюється рядом законодавчих актів та нормативно-правових документів. Загальні визначення та поняття, пов'язані з охороною праці, мають важливе значення для створення безпечних та здорових умов праці. Основні терміни та визначення в цій області включають:

Захворювання, яке працівник отримав у результаті впливу шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці.

Ураження, яке працівник отримав у результаті нещасного випадку під час виконання праці. Ймовірність виникнення негативних наслідків для здоров'я працівника у зв'язку з впливом шкідливих чи небезпечних факторів на робочому місці.

Заходи, спрямовані на попередження виникнення професійних захворювань та травм, а також на їхню своєчасну діагностику та лікування.

Засоби та обладнання, призначені для зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників (респіратори, окуляри, відсікання, засоби захисту від шуму тощо).

Проведення систематичних медичних обстежень працівників для виявлення можливих захворювань, пов'язаних з виконанням їх роботи.

Система управління, що включає в себе організаційні та технічні заходи для забезпечення безпеки та охорони праці на підприємстві.

Ці терміни визначають ключові поняття, які використовуються в законодавстві та практиці охорони праці в Україні. Охорона праці є важливою складовою сфери трудових відносин та визначається рядом нормативних актів, які встановлюють правила та вимоги щодо безпеки та охорони праці на робочому місці.

4.2 Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

Під час доїння тварин працівники можуть зазнавати впливу таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що потребують проведення профілактичних заходів :

- рухомі машини та механізми
- рухомі частини виробничого обладнання (двері, вакуумні насоси, підйомні установки)
- теплові. небезпеки (гаряча вода);
- підвищений рівень шуму;
- підвищена швидкість повітря (протяги);
- гострі краї обладнання;
- недостатнє освітлення робочих місць;
- підвищена вологість повітря;
- слизька підлога;
- біологічні небезпеки (патогенні мікроорганізми, тварини);
- хімічна небезпека
- небезпека ураження електричним струмом.

4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора від дії шкідливих та небезпечних факторів

Для забезпечення захисту оператора доїльного апарату від дії шкідливих та небезпечних факторів рекомендується вживати ряд заходів, спрямованих на запобігання негативному впливу виробничих умов. Нижче наведено загальний перелік таких заходів:

Організація робочого простору - забезпечення правильного розташування обладнання для доїння, щоб уникнути зайвого фізичного зусилля та забезпечити ефективність роботи.

Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) - надання операторам необхідних засобів індивідуального захисту, таких як респіратори, окуляри, відсікання, для захисту від хімічних, фізичних та біологічних факторів.

Охорона від шкідливих речовин - застосування безпечних хімічних засобів для дезінфекції та очищення обладнання, а також вживання заходів для мінімізації контакту з агресивними речовинами.

Технічні заходи - забезпечення безпечних технічних рішень, таких як автоматичні вимикачі, системи вентиляції та фільтрації, щоб зменшити вплив фізичних та хімічних факторів.

Контроль за умовами мікроклімату - підтримання оптимальних умов температури та вологості для забезпечення комфорту та здоров'я оператора.

Безпека електропостачання - регулярна перевірка та обслуговування електроустаткування для попередження аварій та уражень електричним струмом.

Організація робочого часу - забезпечення розумного розподілу робочого часу та періодів відпочинку для уникнення втоми та стресу.

Медичний контроль - проведення систематичних медичних оглядів для вчасного виявлення можливих проблем зі здоров'ям, пов'язаних з роботою.

Тренінг та навчання - проведення регулярних тренінгів та навчань з охорони праці та правильних технік роботи.

Ергономічне обладнання - застосування ергономічного обладнання та меблів для забезпечення правильної пози тіла оператора під час роботи.

Ці заходи спрямовані на створення безпечних та комфортних умов праці для оператора доїльного апарату, що допомагає запобігти травмам та зберегти здоров'я працівника.

4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів

Безпечне виконання робіт при доїнні корів є важливою частиною охорони праці в сільському господарстві. Нижче наведені загальні правила безпечного виконання робіт при доїнні корів:

Забезпечення достатнього освітлення в приміщенні для уникнення травм та помилок під час роботи. Здійснюйте ретельне миття рук перед початком та після закінчення роботи. Використовуйте засоби для дезінфекції вимені корів перед доїнням.

Носіть відповідний захисний одяг, такий як рукавички та халат, для запобігання можливому контакту зі шкідливими речовинами або інфекціями. Уникайте різких рухів, які можуть нашкодити корові чи вам самим.

Використовуйте безпечне та стійке обладнання для фіксації корів під час доїння. Налаштуйте робоче місце так, щоб забезпечити зручність та ефективність роботи, а також зменшити фізичне навантаження на оператора. Періодично перевіряйте та обслуговуйте доїльне обладнання для забезпечення його належної роботи. Використовуйте безпечні та перевірені засоби для доїння корів.

Дотримуйтеся правил безпеки щодо використання електричного обладнання. Впевніться, що всі електричні системи в гарному стані.

Завжди майте доступ до евакуаційних шляхів та плану дій у випадку надзвичайної ситуації.

Забезпечте вільний та безпечний доступ до доїльного апарату та корів, уникайте переповнення приміщення.

Регулярно перевіряйте та обслуговуйте обладнання, щоб уникнути можливих аварій та забезпечити безперебійну роботу.

Використовуйте хімічні засоби для дезінфекції вимені корів у відповідності з інструкціями та з дотриманням безпеки.

Вивчайте та впроваджуйте методи зменшення стресу для корів під час доїння, такі як спокійність та лагідність у взаємодії з тваринами.

Якщо виникли неполадки або помилки в роботі, припиніть роботу та виправте ситуацію, перш ніж продовжити доїння.

Дотримуйтеся етичних стандартів та відносьтеся з повагою до тварин. Спрощення та взаєморозуміння сприяють безпеці для обох сторін.

Ознайомтеся і використовуйте безпечні техніки та прийоми для доїння корів, щоб максимізувати ефективність та знизити ризик травм.

Уникайте прокладання електрокабелів на землі, якщо це необхідно, захищайте їх від механічних пошкоджень та тримайте обладнання у належному стані.

Періодично оновлюйте знання з охорони праці та техніки безпеки шляхом участі в навчаннях та тренінгах.

У разі виявлення патологій або хвороб у тварин, проводьте необхідні заходи та взаємодійте з ветеринаром для забезпечення здоров'я худоби.

Забезпечте себе регулярним відпочинком та враховуйте питання психологічної стійкості. Стрес та втома можуть впливати на робочу ефективність та безпеку.

Забезпечте приязний акустичний комфорт для тварин та операторів. Великий рівень шуму може бути стресовим для корів та впливати на робочу продуктивність.

Проводьте регулярний навчання та інструктаж для операторів щодо правил безпеки та коректного виконання робіт.

Ці правила безпеки підкреслюють важливість уважності, освіти та систематичного вдосконалення підходів до роботи з коровами під час доїння. Регулярна оцінка умов роботи та прийомів забезпечує постійне покращення безпеки праці та здоров'я оператора.

4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях

Порядок дій у надзвичайних ситуаціях під час доїння корів Надзвичайні ситуації під час доїння корів можуть включати пожежі, травми, аварії або інші непередбачені події.

Забезпечення безпеки для оператора доїльного апарату та тварин є пріоритетом у таких випадках. Нижче подано загальний порядок дій у надзвичайних ситуаціях під час доїння корів:

Забезпечте власну безпеку: Переконайтеся, що ви в безпеці. Якщо це можливо, вимкніть доїльний апарат та інші електричні пристрої. Викликайте допомогу: Викликайте службу екстреної допомоги, пожежну чи іншу відповідну службу за номером екстреної допомоги.

Вимкнення електропостачання: Якщо можливо, вимкніть електропостачання до доїльного апарату, щоб уникнути ризиків ураження електричним струмом. **Визначення джерела небезпеки:** Визначте джерело небезпеки, таке як пожежа, травма або інші фактори, які можуть призвести до надзвичайної ситуації.

Визначення та евакуація тварин: Якщо ситуація загрожує тваринам, розгляньте можливість евакуації їх з приміщення або корівника для їхньої безпеки. **Допомога тваринам:** Якщо можливо та безпечно, надайте допомогу тваринам, які можуть потрапити в стан стресу чи потребують медичної допомоги.

Взаємодія з екстреними службами: При прибутті екстрених служб, співпрацюйте з ними та дотримуйтеся їхніх інструкцій.

Інформування ветеринара: Якщо є проблеми зі здоров'ям тварин, зв'яжіться із ветеринаром для отримання допомоги. **Зберігання доказів:** Якщо це безпечно, зберігайте будь-які матеріали або обладнання, що може стати доказом подій.

Повідомлення власників та керівництва: Якщо ви не є власником, повідомте власників або керівництво про ситуацію та вжиті заходи.

Збір інформації: Збирайте інформацію про причини та обставини надзвичайної ситуації.

Запис подій: Запишіть події, включаючи хід подій, вжиті заходи та всі інші важливі деталі. Це може бути корисно при подальшому розслідуванні. Важливо проводити тренування та навчання для персоналу щодо надзвичайних ситуацій, щоб всі були готові діяти ефективно та безпечно у випадку аварій.

Евакуація з небезпечної зони: Якщо ситуація вимагає евакуації, виходьте з небезпечної зони за найбезпечнішим маршрутом. Слідкуйте за сигналами евакуації, якщо такі є.

Запобігання подальшим ризикам: Після того, як негайні загрози вже вирішені, дійте для запобігання подальшим ризикам та забезпечення безпеки всіх присутніх.

Психологічна підтримка: Доступ до психологічної підтримки може бути корисним для персоналу, який може відчувати стрес чи травму внаслідок надзвичайної ситуації.

Аналіз та вдосконалення: Після завершення надзвичайної ситуації проведіть аналіз подій. Визначте, що можна було зробити краще та розробіть заходи для запобігання подібним ситуаціям у майбутньому.

Перевірка стану тварин: Після вирішення надзвичайної ситуації перевірте стан та безпеку тварин. Забезпечте їм необхідний догляд та медичну допомогу, якщо це потрібно.

Цей порядок дій може бути адаптований в залежності від конкретних обставин та типу надзвичайної ситуації. Важливо, щоб персонал був обізнаний із планами екстреного реагування та регулярно проводив тренування для підтримання високого рівня готовності.

4.6 Висновки

Методом огляду та дотримуючись чинної нормативної документації з охорони праці, ми проаналізували доїльний апарат, визначили потенційні небезпечні та шкідливі фактори для оператора машинного доїння. З метою їх попередження розроблено відповідні заходи та сформульовано правила безпечного

виконання робіт. Виявлено, що ймовірність виникнення пожежі є найвищою серед можливих надзвичайних ситуацій на фермі, тому розроблено чіткий порядок дій персоналу у разі виникнення такої ситуації.

5 Економічна оцінка розробленої доїльної установки

В даному розділі ми будемо оцінювати економічну ефективність використання розробленого лічильника, у складі доїльної установки УДМ-50. Для порівняння економічних показників розробленої та зазначеної установки ми будемо враховувати експлуатаційні витрати, проводячи розрахунки для однакових робочих умов.

Витрати на заробітну плату

$$З = n \cdot t \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

де n – чисельність обслуговуючого персоналу, люд.;

f – годинна тарифна ставка одного працівника, грн/год.;

t – тривалість роботи установки на добу, год.;

D – кількість робочих днів на рік;

δ – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

Добовий час роботи доїльної установки визначається

$$t = t_1 \times m, \text{ год.}, \quad (5.2)$$

де m – кількість доїв на день;

t_1 – тривалість одного доїння.

Амортизаційні відрахування

$$A = \frac{B \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де B – балансова вартість доїльної установки, грн.

α – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %.

Відрахування на ремонт і ТО доїльної установки.

$$P = \frac{B \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де β – коефіцієнт відрахувань на ремонт та ТО, %.

Витрати на електроенергію визначимо за формулою

$$E = N \cdot t \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.5)$$

де N – потужність доїльної установки, кВт.;

c_e – вартість електроенергії, грн/кВт·год.

Загальні витрати

$$EB = Z + A + P + E, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Економія витрат

$$EEB = EB_1 - EB_2, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де EB_1 , EB_2 – експлуатаційні витрати для УДМ-50 та розробленої УДМ-50Л відповідно, грн.

Термін окупності нової доїльної установки

$$P = \frac{B_2 - B_1}{EEB}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де B_1, B_2 – балансова вартість УДМ-50 та УДМ-50Л, грн.

Вихідні дані та результати розрахунків приведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники економічної ефективності доїльної установки

№ з.п.	Показник	УДМ-50	УДМ-50Л
1	2	3	4
1	Чисельність обслуговуючого персоналу, люд.	1	1
2	Годинна тарифна ставка, грн/год.	112,5	112,5
3	Кількість робочих днів на рік	365	365
4	Поголів'я корів на приватній фермі, гол.	30	30
5	Річний надій, кг	7000	7150
6	Тривалість роботи машини на добу, год.	4,00	4,00
7	Балансова вартість машини, грн.	250000	272000
8	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %	10	10
9	Коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО, %	8	8
10	Вартість електроенергії, грн/кВт·год	2,32	2,32
11	Потужність на привід, кВт	2,2	2,2
12	Витрати на заробітну плату, грн.	200385,00	200385,00
13	Амортизаційні відрахування, грн.	25000,00	27200,00
14	Відрахування на ремонт і ТО, грн.	20000,00	21760,00
15	Витрати на електроенергію, грн.	7451,84	7451,84
16	Експлуатаційні витрати, грн.	252836,84	256796,84
17	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	-3960,00
18	Кількість додаткової продукції, грн	-	4500,00
19	Вартість молока незбираного, грн/кг	10	10,00
20	Вартість додаткової продукції, грн	-	45000,00
21	Економічний ефект, грн		41040,00
22	Термін окупності нової установки, років	-	0,54

Техніко-економічна оцінка експериментальної доїльної установки показала, що в порівнянні з базовою вона має переваги за рахунок збільшення надою. При вартості удосконалення (встановлення лічильника) 22000 грн. отримано економічний ефект у розмірі 41040 грн, отже строк окупності при впровадженні складе 0,54 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд існуючих технологій індивідуального обліку молока та контролю процесу доїння показав, що вимірювання швидкості молоковіддачі доцільно здійснювати за кожною часткою вимені тварини за допомогою датчиків, що об'єднують у собі пристрої для вимірювання потоку молока та відключення від вакууму окремих часток вимені.

2. Аналіз факторів, що визначають повну похибку вимірів загального та почетвертного надою показав принципову можливість реалізації алгоритму з урахуванням однокамерного датчика-лічильника. Розроблено конструктивно-технологічну схему поплавкового лічильника молока із застосуванням датчиків віртуального рівня (50, 100мл) та використанням тарілчастого заспокоювача молока.

3. Дослідження гідравлічних та силових характеристик пристрою показує необхідність стабілізації вхідного потоку молока, що надходить від доїльного апарату з метою мінімізації впливу на дворухливу кінематичну пару поплавець-трубка за рахунок використання тарілчастого заспокійника ($d=50$ мм, $h=0,133$ мм)

4. Розроблено математичну модель пропускної спроможності пристрою для вимірювання загальних та почетвертних потоків молока з похибкою, що не перевищує 5%.

5. За результатами 2-х факторного експерименту встановлено, що для забезпечення максимальної пропускної спроможності пристрою необхідні наступні значення основних конструкційних параметрів: зазор між кришкою лічильника та заспокоювачем молока $h= 0.133$ мм, довжина клапана $l=94.7$ мм. Мінімальне значення похибки досягається при використанні тарілчастого заспокоювача молока.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Смоляр В. Рівень захворюваності корів на мастит за використання різних типів доїльних установок. Техніка і технології АПК. 2014. №1. С 17–20.
2. Фененко А. І. Техніко-технологічні аспекти удосконалення біотехнічної ланки «машина-тварина» процесу виробництва молока. Механізація і електрифікація сільського господарства. 2007. Вип. 91. С 65–77.
3. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машини та обладнання для тваринництва : підручник. К. : Кондор, 2012. 713 с
4. Климчук А. А. Встановлення відповідності доїльних апаратів фізіологічним вимогам машинного доїння. Збірник тез науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 15–17.
5. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика. К., 2008. 200 с.
6. Дмитрів В. Т. Машиновикористання в тваринництві : курс лекцій. Львів : ЛДАУ, 2002. 202 с.
7. Кондур С. М. Адаптування режиму роботи доїльного апарата до умов доїння. Механізовані процеси сільськогосподарського виробництва : зб. наук. пр. Львів : Львів. держ. с.-г. ін-т, 1996. С. 82–85.
8. Дмитрів В. Т. Дослідження інтенсивності молоковіддачі при різних режимах роботи доїльних апаратів. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. 2006. № 10. С. 226–230.
9. Доїльний стакан : деклараційний патент на винахід 53341 Україна : МПК А01J 5/08. № 2002043658 / Чайковський Б. П., Лисий В. А., Занічковська Л. В., Павлик Н. І., Петришак Р. А. ; заявл. 30.04.2002; дата публ. 15.01.2003, Бюл. № 1.

10. Луценко М. М. Розробка зоотехнічних основ функціонування біотехнічних систем доїння і напрямків їх удосконалення : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня д-ра с.-х. наук. К.: УДАУ, 1993. 44 с.
11. Луценко М. М., Іванишин В. В., Смоляр В. І. Перспективні технології виробництва молока: монографія. К.: Видавничий центр «Академія», 2006. 192 с.
12. Заболотько О. О. Обґрунтування параметрів доїльного апарата попарно-комбінованого типу : дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. К., 2000. 150 с.
13. Медведський О. В., Климчук А. А. Обґрунтування параметрів та режимів роботи доїльного апарата зі стимулюючим ефектом. Матеріали науково-практичної конференції «Наукові читання–2020». Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 99–101.
14. Медведський О. В., Климчук А. А. Покращення транспортувальних характеристик доїльних апаратів. Біоенергетичні системи : Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. Ч. 2 С. 59–60.
15. Бойко А. В. Гідрогазодинаміка : підручник. Х. : НТУ «ХП», 2007. 444 с.
16. Бащенко М., Сотніченко Ю. Передові технології в молочному скотарстві // Тваринництво України. 2011. № 1-2. С. 2-5.
17. Бондаренко П. Г. Вплив режиму машинного доїння на повноту віддачі молока, жиру, білка у корів північно-східного молочного типу. Вісник Сумського НАУ: серія «Тваринництво». Суми, 2002. Вип. 6. С 257-259.
18. Відроджене скотарство : Національний проект / Міністерство аграрної політики та продовольства України ; НААН. К., 2015. 46 с.
19. 8. Галай О. В., Луценко М. М. Вплив технології підготовки корів до доїння на установках типу «Карусель» і «Паралель» на процес молоковіддачі. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв : МНАУ, 2018. Вип. 4. С. 101105.

20. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Воршук В. Я., Технологічне обладнання молочних виробництв. К. : Фірма "ІНКОС" ; Центр навчальної літератури, 2007. 337 с.
21. Закон України «Про цивільну оборону України», 1993 (1999). 12. Інтенсивні технології у молочному скотарстві : монографія / Т.В. Підпала, О. М. Остапенко, С.Є. Ясевін [та ін.] ; за ред. Проф.. Т. В. Підпалої. Миколаїв, 2018. 250 с.
22. Ковальчук І. В., Пасічник О. Л., Рибій Н. В. Організація доїння молочних корів у доїльному залі «Паралель» 2 х 4. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Вінниця, 2010. №3 (42-65).
23. Кудлай І. Технологічне удосконалення молочних ферм. Тваринництво України. 2010. №9. С. 14-18.
24. Луценко М., Зволейко Д. Дослідження процесу доїння корів у спеціалізованих доїльних залах. Техніка і технології АПК. 2012. №9 (36). С. 31-34).
25. Луценко М. М., Галай О. Ю. Дослідження ресурсощадної технології виробництва молока за використання доїльної установки типу «Карусель». Аграрна наука та харчові технології. 2017. Вип. 5/99, т. 1. С. 88-94.
26. Марикіна О. С. Молочна продуктивність корів різних порід в умовах інтенсивної технології // Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал : серія «Тваринництво». Суми, 2012. Вип. 10 (20). С. 97-100.
27. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр» та «Магістр», спеціальність 204 – Технологія виробництва і преробки продукції тваринництва / Т. І. Нежлукченко та ін. Миколаїв, 2020. 36 с.
28. Микитас А. М., Котелевець О. Ф., Микитас Р. Є. Технологія виробництва молока на промисловій основі при безприв'язному утриманні худоби. Херсон : Айлант, 2010. 188 с.

29. Палій А. П., Палій А. П., Науменко О. А. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві. Харків : «Місكدрук», 2015. 324 с.
30. Пелехатий М. С., Шуляр А. П. Морфо-функціональні властивості вим'я корів новостворених молочних порід // Зб. наук. праць Вінницького національного аграрно-технічного університету : серія «Сільськогосподарські науки». Вінниця : ВНАУ, 2011. Вип. 11 (51). С. 108-115.
31. Підпала Т. В. Доїння корів за умов безприв'язно-боксового утримання // Тваринництво України. 2011. № 1-2. С. 36-38.
32. Підпала Т. В., Ясевін С. Є. Інтенсивна технологія виробництва молока // Тваринництво сьогодні. 2021. № 7. С. 18-24.
33. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ. Дата оновлення: 14.08.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/269412#Text>
34. Бузун І.А. Поточкові технології виробництва молока. - К.: Урожай, 1989. – 192 с.
35. Довідник тваринника-любителя / М.Д. Самойлик, В.І. Сокрут, В.С. Козир та ін. – Дніпропетровськ: Промінь, 1990. – 239 с.
36. Зубець М.В., Ейснер Ф.Ф., Байда В.І. Молочне скотарство. – К.: Урожай, 1988. – 240 с.
37. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва / Г.М. Калетнік, М.Ф. Кулик, В.Ф. Петриченко та ін.; За ред. Г.М. Калетніка, М.Ф. Кулика, В.Ф. Петриченка, В.Д. Хорішка. – Вінниця: Енозіс, 2007. – 584 с.
38. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник. – Львів: Магнолія плюс, 2004. – 200 с.
39. Технологія виробництва продукції тваринництва: Підручник / О.Т. Бусенко, В.Д. Столюк, О.Й. Могильний та ін. – К.: Вища школа, 2005. – 496 с.
40. <http://milkua.info/uk/post/section/milk-and-milking>
41. <https://vseosvita.ua/library/tehnolog-na-temu-zabezpecenna-procesu-doinna-koriv-na-fermah-vid-vidra-do-doilnoi-ustanovki-420963.html>
42. <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/18988-pravylna-orhanizatsiia-doinnia-koriv.html>