

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 2024р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
магістр
(назва освітнього ступеня)

Тема роботи **«Розробка та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів механічного пульсатора до доїльного апарату з доїнням у бідон.»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21з м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208«Агроінженерія»

Васильчук Р.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник канд. с-г наук, доцент Головатюк А.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма магістр
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
А.В. Войтік
“ ” _____ 2024р

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Студенту: Васильчуку Роману Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів механічного пульсатора до доїльного апарату з доїнням у бідон.»
керівник роботи Головатюк Анатолій Анатолійович, канд. с-г наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 24 ” вересня 20 24 р. № 01-06/258

2. Строк подання студентом роботи 20.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегатів і параметрів робочих органів для боронування посів пшениці з одночасним підживленням.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; обґрунтування конструктивно-режимних параметрів механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон; програма та методика досліджень механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату; охорона праці; економічна ефективність застосування адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; конструктивно-технологічної схеми апарату, параметрів та режимів роботи механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/ п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	16.10.2023 р.	
2.	Розділ 1. Сучасний стан досліджуваного питання. Мета та завдання дослідження	14.11.2023 р.	
4.	Розділ 2. Теоретичні дослідження	05.02.2024 р.	
5.	Розділ 3. Експериментальні дослідження	4.03.2024 р.	
6.	Розділ 4. Охорона праці	24.05.2024 р.	
7.	Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології	15.09.2024р.	
8.	Виконання ілюстративної частини роботи	5.10.2024р.	
9.	Представлення роботи керівнику на перевірку	20.10.2024 р.	

Студент _____ Васильчук Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Головатюк А.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Робота присвячена розробці пульсатора для доїльного апарату з доїнням в бідон, у якого в залежності від інтенсивності молоковіддачі будуть змінюватися частота пульсацій і співвідношення тактів.

Ціллю досліджень є підвищення ступеня видоюваності та зниження захворюваності корів на мастит шляхом розробки та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- встановити основні тенденції у створенні пульсаторів адаптивних доїльних апаратів з доїнням у бідон та розробити його нову конструкцію.
- розробити математичні моделі, що характеризують робочий процес механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон.
- обґрунтувати шляхом експериментальних досліджень режими та параметри роботи пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон.
- вивчити вплив адаптивного доїльного апарату з новим механічним пульсатором на ступінь видоюваності корів та захворюваність на мастит, оцінити ефективність застосування.

Об'єктом досліджень є робочий процес пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон.

Предмет досліджень – закономірності зміни параметрів роботи пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон.

Зміст

ВСТУП	6
1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1 Аналіз досліджень доїння корів адаптивними доїльними апаратами.	8
1.2. Класифікація та аналіз адаптивних доїльних апаратів	16
1.3. Класифікація та аналіз пульсаторів адаптивних доїльних апаратів.	22
Мета та завдання дослідження	
2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З ДОЇННЯМ У БІДОН	
2.1 Розробка конструктивної схеми адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон із механічним пульсатором. Висновки.	25
2.2 Теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора адаптивного доїльного апарату.	31
3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ МЕХАНІЧНОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ.	41
3.1 Методика визначення переміщення золотника по висоті залежно від вакуумметричного тиску, що подається, під шток.	46
3.2 Результати досліджень механічного пульсатора доїльного апарату щодо визначення часу включення тактів	47
3.3 Результати досліджень щодо визначення співвідношення тактів пульсатора.	49
3.4. Результати досліджень щодо визначення потрібної потужності приводу золотника пульсатора в залежності від конструктивних параметрів пульсатора.	50
3.5 Господарські випробування переносного адаптивного доїльного апарату. Висновки	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Загальні визначення та поняття	60
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів	60
4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від шкідливих та небезпечних факторів.	61
4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів	62
4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях. Висновки.	66
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З МЕХАНІЧНИМ ПУЛЬСАТОРОМ	68
5.1 Розрахунок економічної ефективності розробленого доїльного апарату з механічним пульсатором	68
ВИСНОВКИ	70
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	73

ВСТУП

Україну можна сміливо назвати однією з провідних країн Європи з експорту зернових культур. Однак і інші сфери сільського господарства у нас знаходяться на хорошому рівні. У багатьох регіонах активно розвивається тваринництво. Не в останню чергу через постійне зростання кількості приватних підприємств і угідь. Це зростання обумовлюється тим, що багато людей бачать в тваринництві перспективи відкриття бізнесу. І вони абсолютно праві, адже від цієї сфери сільського господарства багато в чому залежить харчовий ринок країни, а потреба в їжі ніколи не вичерпається.

При цьому дуже важлива як технологія вирощування та утримання корів, так і технологічне обладнання для виробництва та переробки молока. У цьому доїння корів – одне з найважливіших операцій технологічного процесу. Від того, наскільки відповідає доїльне обладнання фізіології тварин залежить молочна продуктивність і здоров'я вимені корів [2, 3]. На ці параметри впливає як режим доїння, і фізіологія вимені тварин [4, 5]. Найбільше адаптовано доїння корів на доїльних установках типу «Ялинка», «Паралель», «Тандем» в автоматизованих доїльних залах. Виробництвом таких установок займаються зарубіжні фірми "Імпульс", "Вестфалія", "Де Лаваль", а також вітчизняні підприємства. Як правило, вони містять у складі елементи автоматики, які дозволяють процес доїння зробити керованим, залежно від інтенсивності молоковіддачі, забезпечуючи різний режим стимуляції молочних залоз [6]. При цьому змінюються такі важливі параметри, як частота пульсацій, співвідношення тактів пульсатора та вакуумметричний тиск доїння.

У той же час виникає необхідність доїння тварин у бідон або молокопровід при прив'язному утриманні, пологових приміщеннях, а також при захворюваннях корів маститом. При цьому доїльний апарат має відповідати фізіологічним особливостям вимені тварин.

Нині у конструкціях доїльних апаратів використовуються пульсатори як вітчизняного, і зарубіжного виробництва, механічного, електромагнітного, гідравлічного, електромеханічного, пневмомеханічного, електричного,

пневматичного типу. Однак у КФГ і ЛПХ при доїнні корів у бідон, як правило, підтримується постійний вакуум метричний тиск і використовуються пневмомеханічні пульсатори або пульсатори попарного доїння з гідростабілізацією, що володіють постійним співвідношенням тактів і частотою пульсацій.

Роботу викладено на 75 сторінках машинописного тексту, включаючи список літератури з 31 найменувань, містить 6 таблиць та 30 рисунків.

1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Аналіз досліджень доїння корів адаптивними доїльними апаратами.

Статистика останніх років, як загалом у Україні, і у нашому регіоні, показує, що підвищення ефективності молочного виробництва – це основне завдання сучасного агропромислового комплексу. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми вважають те, що необхідно конструктивно покращувати обладнання, що використовується для машинного доїння корів.

Машинне доїння – складний процес. Це з тим, що йому доводиться враховувати велику низку чинників, визначальних інтенсивність молокоотдачі. Насамперед, необхідно брати до уваги фізіологічні та рефлекторні особливості організму, а по-друге, це правильно провести обґрунтування конструктивно-технічних параметрів доїльних апаратів.

При машинному доїнні корів доїльний апарат взаємодіє з організмом тварини. Цей процес повторюється [7].

З точки зору ефективності ручне доїння краще, але при машинному доїнні вище продуктивність, виходить чистіше і доброякісніше молоко за рахунок відсутності контакту із зовнішнім середовищем, оскільки воно відразу потрапляє в ємність для збору. Машинне доїння також полегшує працю оператора. У сукупності молоко, одержуване шляхом машинного доїння, має низьку собівартість [8].

На повноту та ефективність вилучення молока при машинному доїнні впливають як фізіологічні особливості організму тварини, так і технічні характеристики доїльних установок і апаратів, що застосовуються. При зміні і експлуатаційних правил доїльних апаратів порушується функція молочної залози тварин [9].

Карташов Л.П. говорив, що молоко виводиться із молочної залози лише у процесі доїння [10]. При цьому відбувається виділення гормону окситоцин, який потім надходить у кров. Процес потрапляння в молочну залозу триває 40-50 секунд, після чого відбувається скорочення альвеол, за рахунок чого

стискаються соски і молоко надходить у молочні протоки, а потім у цистерни. Гормон діє протягом 57 хвилин, після чого відбувається його руйнування. У зв'язку з цим процес доїння слід розпочинати відразу після того, як вим'я тварини буде підготовлено [11].

Оскільки вим'я корів розвинене нерівномірно, потрібно створення доїльного апарату, що має високі показники адаптивності і пропускну здатність [12].

Підвищення молочної продуктивності, а також зниження захворюваності на кори маститом можливе при використанні адаптивних доїльних апаратів [13, 24].

Доїльне обладнання, що застосовується, за словами Петухова Н.А., Петухова В.М. та Діденко А.А., впливає на продуктивність праці операторів та на продуктивність корів у період лактації, що підтримується на певному рівні [14].

Якість молока та продуктивність корів, на думку Винникова І.К., залежить від безлічі факторів, зокрема від повноти та якості виведеного молока. Біологічна система "корователенок" за цими параметрами - ідеальна система для виведення молока. Однак у даної системи є недолік: теля швидко насичується і у вимені залишається молоко. Отже, за цієї системи продуктивність корів не зростає. При ручному доїнні, навпаки, спостерігається зростання продуктивності тварин, але виникає обмеження щодо повноти вилучення молока, оскільки руки доярки швидко втомлюються. Доїльний апарат, у свою чергу, забезпечує повноту видаювання, але через перетримки у заключній фазі доїння виникає «сухе доїння». Це викликає болючі відчуття у корів, а також ряд захворювань вимені, що веде за собою передчасний запуск корів, зниження продуктивності та погіршення якості молока [15].

Відомо, що одним із значущих факторів, що впливають на підвищення молочної продуктивності корів, вважається застосування для доїння тварин адаптивних доїльних установок, при цьому вони повинні мати спеціальні конструктивно-технічні параметри, підібрані під кожну групу і породу тварин, щоб машинне доїння було на високому рівні [14, 35]. Як правило, біотехнічна система складається з трьох елементів: людина, технічний пристрій та тварина [6]. Ця система багаторівнева і самоналаштовується [7].

Дуже важливо дотримуватись режиму доїння для стимуляції процесу лактації. Сьогодні існує думка, що розроблені доїльні апарати і за кордоном, і в нашій країні не забезпечують достатню стимуляцію молоковіддачі. У багатьох моделях доїльних апаратів низька інтенсивність доїння, а також при їх використанні є ризик захворюваності на тварин маститом [16,36].

Сучасний доїльний апарат, як вважає Баришніков І.А., має стимулювати рефлекс молоковіддачі, повною мірою видивати і не завдавати шкоди вимені корови. При цьому параметри та режими апарату повинні відповідати фізіологічним параметрам тварин щодо машинного доїння [4].

На думку ряду авторів, процес стимулювання молоковіддачі повинен проходити разом із тактом відпочинку, що забезпечує нормальну роботу доїльного апарату. При цьому процес вилучення молока з вимені та його переміщення з колектора повинні проходити паралельно та незалежно один від одного [17].

Карташов Л.П. та Куранов Ю.Ф. вважають, що існуючі доїльні апарати працюють за принципом висмоктування молока з вимені та стиснення соска для того, щоб відновити кровообіг. Доїльний апарат, паралельно із вилученням молока, повинен стимулювати молоковіддачу, не перешкоджаючи закінченню молока [8].

Серед факторів, що впливають на ефективність процесу машинного доїння, такі як селекційно-генетичні параметри вимені і, отже, молоковіддачі, технологічні параметри процесу доїння, а також технічні параметри доїльних апаратів [9, 38].

Удосконалення процесу машинного доїння корів є одним із способів підвищення рентабельності молочного тваринництва. При розробці доїльних апаратів слід враховувати інженерні, ветеринарні, зоотехнічні та фізіологічні параметри [13, 16].

Слід пам'ятати і про випадкові фактори, що виникають у процесі машинного доїння. Їх вплив не менш значущий, наприклад, при поганому заземленні електрообладнання виникають витіку струму через каркас

доїльного обладнання, вакуумну лінію, водогін, які можуть знизити молочну продуктивність корів до 30% внаслідок впливу на тварин перед початком доїння змінного струму [10, 17].

Карташов Л.П. та ін вважають, що для повного видаювання корови і для того, щоб перешкоджати захворюванню вимені, потрібно точно дотримуватися технологічних операцій машинного доїння, які обов'язкові при роботі з будь-яким доїльним обладнанням [18].

Технічні характеристики доїльних апаратів значно впливають процес машинного доїння тварин. Межа їх зміни дуже широка при будь-якому порушенні технічного стану [19]. Якщо ці порушення виникають у процесі доїння, то істотно змінюється швидкість молоковіддачі і, отже, збільшується час доїння [20].

Зі збільшенням обсягів виробництва молока підвищилися зоотехнічні та технологічні вимоги під час доїння для підвищення продуктивності корів. Корови з високими показниками надої більш схильні до захворювань вимені при порушенні технологічного процесу доїння. Через це відбувається зниження продуктивності, згодом вибракування тварин, що веде за собою економічні втрати.

Безліч досліджень, проведених вітчизняними та зарубіжними вченими, встановлено, що для зниження захворюваності та підвищення продуктивності корів на 35% потрібно систематично діагностувати та своєчасно усувати дефекти технічного стану доїльного обладнання [21, 29].

Для доїльних апаратів, що розробляються, підбираються такі комбінації робочих параметрів, при поєднанні яких мінімальний збиток фізіології вимені тварини, при цьому забезпечується максимальне вилучення молока з мінімальним рівнем ручної праці.

Карташов Л.П. вважає, що через коливання вакууму під соском сильно знижується продуктивність машинного доїння. До причин цього можна віднести низьку продуктивність вакуумної лінії, зокрема насосів, малий переріз трубопроводів, синхронну роботу пульсаторів.

Проте, забезпечення постійного рефлексу молоковіддачі потрібен стабільний робочий вакуум [2, 12, 20].

Вилучення молока з вимені відбувається за рахунок різниці тисків у підсосковій камері та міжстінній камері доїльної склянки і чим більший перепад, тим вища молоковіддача. Але через високий тиск у підсосковій камері може виникнути травма тканин вимені, що підвищує ймовірність захворюваності на мастит. У публікаціях Карташов Л.П. пише, що найбільш оптимально для доїльних апаратів підтримувати значення вакуумметричного тиску діапазоні 4553 кПа [2, 3, 11].

У книзі Карташова Л.П. Машинне доїння корів є інформація, що деякі доїльні апарати повною мірою копіюють акт ссання (ефект ручного доїння). Але згідно з практичними даними механічно копіювати акт ссання (або ручне доїння) недостатньо, щоб здійснювати ефективне машинне доїння [7].

За даними багатьох досліджень виявлено, що захворюваність на мастит нижче при використанні доїльних апаратів, в яких протягом процесу доїння підтримується знижений вакуумметричний тиск [2, 4, 22].

Основні фізіологічні вимоги машинного доїння для доїльних апаратів:

- 1) стимулювання рефлексу молоковіддачі за мінімальних витрат ручної праці;
- 2) повноцінне вилучення молока при кожному доїнні;
- 3) автоматична зміна параметрів та режимів доїння в залежності від зміни значень молоковіддачі;
- 4) безпека щодо фізіології вимені.

Доїльні апарати індивідуального доїння на сьогоднішній день не повною мірою відповідають фізіології вимені. При неповному видаюванні молока відбувається зниження молочної продуктивності тварин, часта зміна груп лактуючих корів, і все це в результаті недосконалості машинного обладнання та їх низької ефективності [25].

У зв'язку з цим, фізіологічність – основний показник для вибору доїльного обладнання, здатного підтримувати режим доїння, при якому буде

забезпечено повне видавання корови і при цьому виключається негативний вплив на молочну залозу. Усе це з огляду на те, що частки вимені корів розвинені нерівномірно [2, 6, 13, 24].

Головні завдання при створенні оптимальної та досконалішої конструкції доїльного апарату наступні:

а) виправлення недоліків конструкції, що гальмують рефлекс молоковіддачі;

б) отримання повнішої взаємодії виконавчого механізму та вимені, яке б забезпечувало збудження рефлексу молоковіддачі при зменшенні витрат ручної праці;

в) досягнення спрощення конструкції, збільшення надійності її роботи та комфортабельності в експлуатації [27].

Періодично виникає втрата «стереотипів доїння» при неякісному складанні доїльних стаканів, незалежно від вдалого регулювання та налаштування доїльного апарату.

Соскова гума – це основний робочий орган доїльного апарату, що взаємодіє з вименем тварини. Необхідно, щоб застосована соскова гума відповідала одній групі на всіх доїльних апаратах, закріплених за оператором підприємства [2, 8].

При надяганні доїльних стаканів на соски спостерігається найбільший показник дестабілізації вакуумного режиму. У зв'язку з цим необхідно на фінальному етапі надягання кожної доїльної склянки подавати розрідження в підсоскові камери [14, 16].

Конструкції сучасних доїльних апаратів як в Україні, так і за кордоном найкраще можуть працювати при тиску 42-53 кПа, але деякі можуть і при 33,3-91,3 кПа. Щоб здійснити ефективний процес доїння слід забезпечити постійне робоче розрядження. Інакше при нестабільному розрідженні відбувається порушення стереотипу доїння, знижується рефлекс молоковіддачі, збільшуються витрати часу на доїння тварин, зменшується продуктивність корів [19].

Запалення вимені – це бич сучасних молочних комплексів. Причини виникнення криються в першу чергу в неправильному використанні доїльного обладнання, зокрема при жорсткому тиску на соски і відсутності повітря під ними, що призводить до утворення тріщин, а згодом до зараження, а по-друге - неякісне його регулювання, не точний підбір під конкретне дійне стадо, що в результаті призводить до додаткових травм у тварин [4].

На думку С.І. Щукіна та І.Є. Петрова, основний негативний параметр, який упускають виробники устаткування для доїння – можливість зворотного відтоку молока, що також призводить до виникнення маститу соска [29].

Для того, щоб забезпечити адаптивне управління доїнням, потрібно для кожного соска розрахувати основні його динамічні характеристики – константи часу молоковиведення та молоковіддачі. А також необхідно уточнити коефіцієнти передавальних функцій для внесення змін у режимі управління, для швидкого, безпечного і найбільш повного молоковиведення [24, 95].

Для отримання високих надої та уникнення порушень при керуванні машинним доїнням, слід знати систему машин та обладнання, а також біологічні закономірності утворення молока та молоковіддачі у тварин [26].

Наповненість вимені молоком безпосередньо пов'язана з інтенсивністю молоковіддачі та повнотою видаювання. Не рекомендовано доїти корів при наповненні вимені менш як на 40%. Обсяг надою, інтенсивність молоковіддачі та ефективність ручної праці більшою мірою залежать від процесу підготовки вимені до доїння, який повинен відповідати вимогам фізіології тварин [11, 48].

В даний час, необхідно ретельно підходити до підготовки вимені перед доїнням, так як застосування вакууму для вилучення молока з вимені доставляє больові реакції, відбувається порушення кровообігу в сосках в результаті надівання доїльних стаканів на вим'я, і в результаті зниження молочної продуктивності [4, 5].

Але при цьому, сучасне обладнання, призначене для стимулювання інтенсивності молока недосконале та незручне у використанні. Для повнішого спустошення вимені корови необхідно проводити механічну стимуляцію

молоковіддачі підготовчими пристроями. Внаслідок цього тривалість машинного доїння знижується на 13,3%, але, у свою чергу, продуктивність процесу доїння збільшується на 10,4%. Найкраще проводити підготовку вимені до доїння механічно: відбувається збільшення продуктивності машинного доїння та продуктивності корів [7].

Таким чином, основними операціями при підготовці до доїння будуть миття та масаж вимені, стимуляція перед доїнням, а їхня спільна тривалість за часом повинна бути не менше 0,75 хв у розрахунку на корову.

Проте, основні показники, що характеризують роботу доїльних апаратів, – це частота пульсацій, співвідношення тактів. За значення цих показників відповідає пульсатор. При цьому відзначається контроль та регулювання частоти пульсацій у великої кількості існуючих доїльних апаратів, а також значення співвідношення тактів (смоктання, стиснення) 60:40 [3, 21].

Пульсатор - це "серце" доїльного апарату. Для організації належної якості доїння, для забезпечення комфортних умов для тварини, щоб унеможливити шкоду здоров'ю тварин, дана частина доїльного апарату зобов'язана відповідати вимогам, що пред'являються заводом, що виготовляє це обладнання [12, 17].

Пульсатор відповідає за регулювання роботи доїльного апарату та забезпечує нормальний режим роботи. Це складна пневматична система, яка включає камери, в яких змінюється об'єм і тиск, трубки дроселі, які їх з'єднують. Аналіз режиму його роботи складається з визначення тривалості наповнення та звільнення камери керування повітрям.

Дослідження конструкцій, які у молочних господарствах, дозволили зробити висновок у тому, що понад 80 % відмов посідає несправну роботу пульсаторів, що у своє чергу відбувається через конструкційно-технологічних несправностей [3, 12, 13, 15, 19].

Для того, щоб пульсатори працювали в нормальному режимі, необхідно постійно контролювати їх технічний стан із застосуванням сучасних діагностичних приладів.

На даний момент найбільш прийнятними вважаються пульсатори попарного доїння з гідромеханічним або електронним управлінням, що працюють разом з датчиками потоку молока.

У процесі доїння параметри частоти пульсацій і співвідношення тактів повинні змінюватись в залежності від інтенсивності потоку молока, а в кінці доїння повинен забезпечуватись щадний режим вилучення молока.

Таким чином, розробка пульсатора, надійного з технологічної та конструкційної точки зору, є актуальним завданням на даний момент.

В даний час існує можливість для розробки та створення ідеального доїльного апарату [3]. Для цього потрібно систематизувати вже накопичені знання, визначити напрямок для створення нових конструкцій доїльних апаратів, які працюватимуть у керованому режимі з урахуванням фізіологічних особливостей тварин.

1.2. Класифікація та аналіз адаптивних доїльних апаратів

На основі комплексного аналізу існуючих технічних рішень адаптивних доїльних апаратів створено їх класифікацію (рисунк 1.1), яка дозволила виділити характерні особливості та напрямки розробки подібних доїльних апаратів.

Адаптивні доїльні апарати можна класифікувати: за типом пульсатора;

- За типом вакууму;
- За способом управління;
- За типом доїльних стаканів;
- За принципом дії;
- За типом датчика потоку молока;
- За режимом роботи.

Щоб порівняти та вибрати найкращу конструкцію доїльного апарату, розглянемо деякі з них.

Аналізуючи класифікацію, можна дійти невтішного висновку, що у час існує безліч пристроїв для доїння з датчиками потоку молока, пульсаторами і

доїльними склянками різної конструкції. Датчики потоку молока виконані у вигляді різноманітних пристроїв, які регулюють обсяг молока, що видається, і передають інформацію для виконавчого механізму за допомогою спеціальних команд. Пульсатори також різної конструкції з різним діапазоном регулювання співвідношення тактів і частоти пульсацій як в ручному, так і в автоматичному режимі.

Вченими розроблено «доїльний апарат, спрямований на забезпечення адаптивного режиму доїння та підвищення ступеня видоїльності корів, що складається з двонапівперіодного пульсатора, доїльних стаканів, які обладнані регуляторами вакууму та масажними елементами, патрубків, колектора з камерами та розподільником. Регулятори вакууму складаються з робочої камери та камери керування, які розділені гнучкою мембраною. Вони з'єднуються з розподільником колектора та підсосковою камерою доїльних стаканів за допомогою патрубків. Камера управління містить нормально закритий за допомогою підпружиненого клапана отвір, яке повідомляє її з атмосферою. При цьому клапан може взаємодіяти із жорстким центром мембрани» [5, 11].

«Масажер за допомогою тяги з'єднаний з гнучкою мембраною, яка знаходиться між робочою камерою регулятора вакууму та підсосковою камерою доїльної склянки. У кожній камері колектора розташовані датчики потоків молока, що містять у своєму складі молокопастку з поплавком. Нижня частина поплавця містить у своєму складі нижню голку. Верхня частина кожної камери колектора складається з робочих камер та камер управління, які розділені гнучкою мембраною, при цьому вона складається з циліндричних виступів, за допомогою яких можна відокремити порожнину молокозбірної та робочої камер один від одного. за допомогою верхньої голки поплавця можна утворити калібровану щілину в отворі гнізда при знаходженні в нижній позиції» [5, 21]. Також, вона здатна входити в калібрований отвір, який виконано по одній осі з нею, для повідомлення атмосфери та камери, що управляє. У структуру колектора входить розподільник, що розташований

зверху, робоча камера вакуумних регуляторів та 2-х напівперіодний пульсатор, які з'єднані між собою патрубками [5, 11].

Доїльний апарат, винайдений Г.М. Воробйовим складається з доїльних стаканів і пульсатора, а також бігунка, який виконаний у вигляді колеса, з наскрізними отворами, які розташовані на одній половині кола його обода, і ненаскрізним пазом на другій половині обода. Ребра жорсткості сприяють фіксації бігунка на осі, закріпленої своєю чергою на валу роторного насоса. Вихідні отвори камер пульсатора та роторного насоса з'єднані разом. З'єднувальний канал поєднує впускну та випускні камери. При обертанні бігунка по черзі відбувається відкриття отвору для проходження молока, закриття, що призводить до перекриття вакуумметричного тиску в молокопроводі. До недоліків даної конструкції можна віднести більш тривалий час доїння, порівняно з аналогічними конструкціями доїльних апаратів [5, 22].

Головань В.Т. та ін. розробили конструкцію доїльного апарату, основна відмінність якого – наявність двох пульсаторів – основного та додаткового. У камері управління додаткового пульсатора розташована додаткова порожнина, що повідомляється за допомогою пружної гумової перегородки. Вона розташовується по осі з мембраною та клапаном. У корпусі порожнини знаходиться регулятор об'єму, який виконаний як поршень із запірним штуцером. Щоб змінити об'єм порожнини, у неї запускають рідину. Для оптимізації роботи пульсатора в заданому режимі змінюють об'єм додаткової порожнини для відповідної зміни об'єму керуючої камери. Максимальне відхилення створюють за допомогою викручування та вкручування поршня назовні або всередину корпусу. Підтримка стабільності пульсації соскової трубки відбувається за рахунок коливальних дій гумової пружної перегородки і мембрани, для більш швидкого розсмоктування набряклості сосків і закріплення реакції першотілок на машинне доїння. (Додаток В – рис. 3). До недоліків даного доїльного апарату можна віднести підвищений зношування деталей, а через складність конструкції виникають труднощі з технічним обслуговуванням [5, 13].

Мета винаходу групи вчених забезпечення повного видаювання за рахунок автоматичного регулювання процесів доїння для запобігання холостій роботи доїльного апарату, для запобігання недодою доїльними склянками. Конструкція апарату складається з доїльних стаканів, джерела вакууму, молокопроводів, молокозбірника, пристрої для перемикання тиску повітря. Молокопровід містить уловлювач. У стінці молокопроводу вище уловлювача знаходяться електроди, по ходу молока, маючи вихід у внутрішню порожнину і далі назовні. Також один електрод з'єднує генератор синусоїдальних коливань із підсилювачем. Пристосування для перемикання тиску повітря за допомогою іншого електрода з'єднані з пристроєм, що управляє. У керуючому пристрої міститься 4 керуючі канали – на кожен сосок окремо. У кожному каналі розташовані один за одним датчики інтенсивності молоковіддачі, лічильна та розподільні схеми. Новизна полягає в тому, що в конструкцію пристрою, що управляє, вводять лічильну схему. Що сприяє поверненню схеми для підрахунку часу відсутності молока в початкове положення при відновленні доїння. [5, 14]. Представлені вище доїльні апарати забезпечують адаптивний режим доїння корів.

Представляє інтерес доїльний апарат А.М.Андріанова ідр., який складається з «доїльних стаканів, колектора з молочною камерою, яка розділена на 4 частини, пульсатора з робочою камерою на кожную чверть вимені, вимірювача, із встановленими на перегородці нерухомо молоко-вушками, які виконані у вигляді циліндрів, що містять поршні зі штоками, кільцеві магніти та зливні отвори» [5, 15]. Упори обмежують рух зливного жолоба. також вони тягами пов'язані з поплавцями. При цьому вибір у який циліндр зливатиметься молоко залежить від положення жолоба. При досягненні певного об'єму молока відбувається змикання поршня з кільцевим магнітом, що призводить до зливання молока в порожнину, а надалі - молокопроводу в молочну камеру [5, 25].

Такі вчені, як Шулятьєв В.М., Сурков С.В. пропонують доїльний апарат, який у свою чергу складається з пульсуючого колектора, атмосферної камери, доїльних стаканів, замикаючого пристрою. Пульсуючий колектор включає у

свій склад пристрій розподілу вакууму, пульсатор та колектор. У пристрої, що замикає, встановлений фільтр, а камера тиску вакууму має з'єднання з даним фільтром. Шланги сполучаються хомутами. Жорстким способом з'єднані важіль та гільза доїльної склянки. Як затискачі – валики з гуми. Фіксація важеля в положенні стиснення здійснюється за рахунок клямки, розташованої зверху основи. [7].

Доїльний апарат В.Ф. Некрашевича та ін. влаштований з «доїльних стаканів, основного та додаткового колекторів, пульсаторів, поєднаних по черзі, молокозбірника, який містить молочну приставку та порожнистий поршень, який за допомогою повітропроводу з'єднаний з камерою атмосферного тиску в додатковому пульсаторі. За допомогою тяги ковш, що повертається, з'єднаний з поршнем, в порожнині якого існують два радикальні отвори, які повідомляються з атмосферою і порожниною молокозбірника» [5, 8]. Стимуляція потоку молока в процесі доїння відбувається за рахунок спільної роботи основного та додаткового пульсаторів, що сприяє мікроколиванням соскової панчохи. Основний процес доїння відбувається у 2-х тактному режимі, при зменшенні інтенсивності потоку молока, починається спільна робота основного та додаткового пульсаторів, як на початку доїння. Дана конструкція доїльного апарату також спрямована на підвищення ступеня видоюваності корів, проте через складність конструкції можуть виникнути проблеми з технічним обслуговуванням [5, 8].

Доїльний апарат, розроблений Г.К. Гочмурадовим складається з камери зі стисненим повітрям, колектора у вигляді трубок та пульсатора, що здійснює поперемінну подачу та скидання стисненого повітря з простору міжстінної камери. Міжстінні камери є сосковими гумами, які розташовані в порожнинах доїльних стаканів. Розташування нижнього обведення міжстінної камери і низу доїльної склянки знаходиться вище кінцевої частини соска вимені корови. З'єднання порожнин міжстінних камер доїльної склянки відбувається за допомогою трубчастого навколососкового овального колектора. У свою чергу, він з'єднується з пружним опорним пневмоколектором кріпильного пристрою

за допомогою радіальних гнучких трубок. Він, у свою чергу, жорстко фіксується на верхній частині вимені корови. Джерело стисненого повітря за допомогою керованого реле часу нормально закритих та відкритих пневмоклапанів з'єднується з опорним колектором. Міжстінні камери складаються з еластичної перегородки, в якій виконано отвір калібрування. Співвідношення об'єму утвореної верхньої та нижньої частин камери знаходиться в межах 1:3 [5, 9].

Доїльний апарат, розроблений Ульяновим В.М., включає наступні елементи конструкції: камеру управління, повітряну камеру, камери постійного та змінного вакууму у складі пульсатора, доїльні склянки двокамерного типу, колектор та з'єднувальні шланги. Камера, через яку проходить молоко, оснащена отвором, що калібрується, відокремлена від камери з вакуумом мембраною. Камери пульсатора та колектора, в яких знаходиться вакуум, з'єднані. Молочна камера з каліброваним і вакуумним отвором знаходиться в одному корпусі колектора і розділені мембраною. Керуюча камера пов'язана з плунжером, що керує нею. Встановлено основну та додаткову мембрани.

Доїльний апарат Н.М. Белянчикова та ін. має суміщений пульсо-колектор, в якому передбачено наявність жорсткої або еластичної мембрани, що розділяє колекторну та пульсаторну частини. З доїльною ємністю або молокопроводом пульсоколектор з'єднаний вакуум-молочним шлангом. Апарат працює у змінному режимі, орієнтуючись на швидкість молоковіддачі. У режимі «холостого» доїння робота співвідноситься з 3-х тактним, щадним режимом. При збільшенні інтенсивності потоку молока тривалість часу, витраченого на такт ссання, також збільшується, при цьому в кінці плавно переходить на такт масажу (стиснення). При зниженні інтенсивності потоку молока забезпечується автоматичне регулювання режиму роботи апарату, ближча за механізмом до 3-х тактного режиму доїння. Таким чином, конструкція даного апарату дозволяє працювати в режимі нормального вакууму та режимі низького вакууму, що також спрямоване на підвищення ступеня видоюваності корів [6, 21].

Вінніков І.К. та ін. розробив конструкцію доїльного апарату з двома режимами роботи. Його доїльний апарат включає наступні елементи та вузли

конструкції: вакуумні шланги, штуцери, колектор, молочні трубки, пульсатор, доїльні склянки, пристрій керування вакуумметричним тиском. «Пульсатор входять: колектор, камера розподілу, камера управління. Корпус, камера вакуумметричного тиску, камера атмосферного тиску, плунжер, логічний елемент «АБО» складові перемикача режимів доїння» [6]. У камері керування колектора встановлено ще один логічний елемент "АБО". Залежно від положення плунжера відбувається поперемінне повідомлення перемикача та камери керування. Через складність конструкції виникають проблеми із технічним обслуговуванням доїльного апарату [6, 23].

Конструкція доїльного апарату Гайфутдінова М.Ф. складається з двох поршневих пар, одного або кількох електромагнітів, які розташовані послідовно. За допомогою верхнього циліндра і поршня відбувається видавлювання молока з сосків за рахунок переміщення повітря в простір міжстінної камери з подальшим відсмоктуванням. Коли поршень рухається зворотно-поступально, відзначається відсмоктування молока з сосків за допомогою підсоскової камери з можливістю підтримки в ній розрідженого тиску, що забезпечує присмоктування доїльних стаканів до вимені тварини [6, 3].

Ще одна конструкція автономного компактного доїльного апарату Гайфутдінова М.Ф. включає: балон зі стисненим повітрям, силовий пристрій, ручний поршневий насос, пульсатор. Поршневі пари приводяться в дію поршнем пульсатора за допомогою штока та важелів, все це відбувається для такту стиснення та такту ссання. З циліндра пульсатора періодично виходить стиснене повітря. Даний процес автоматизований за рахунок крана, в основі якого сердечник з подібним каналом. До позитивних сторін конструкції можна віднести малий балон зі стисненим повітрям та невелику витрату. [6].

1.3. Класифікація та аналіз пульсаторів адаптивних доїльних апаратів.

Аналізуючи існуючі технічні рішення щодо пульсаторів доїльних апаратів, можна простежити загальні риси й напрями у створенні.

Пульсатори можна класифікувати:

– за принципом роботи за режимом роботи

- за типом приводу
- на кшталт виконавчого органу

З цієї класифікації, можна дійти невтішного висновку, що у наш час існує низку різних конструкцій пульсаторів.

Конструкція електропульсатора, що працює в протифазі, запропонованого, спрямована на стабілізацію в «підсосковій та міжстінній камерах доїльних стаканів розрядженого стану атмосфери при одночасному зниженні механічного навантаження на вим'я тварини. Конструкція електропульсатора попарного доїння заснована на лінійному електродвигуні, включає корпус, патрубки постійного і змінного вакууму, атмосферний канал, конусний клапан, вал, які за допомогою якоря електродвигуна, влаштована з двох пульсаторів: верхнього і нижнього, в кожному з яких містяться атмосферні канали з фільтрами та перегородкою з отвором, яка служить роздільником між камерами постійного та змінного вакуумів, конусні клапани, які працюють у протифазі на різних кінцях валу, для почергового відкриття-закриття атмосферного каналу та отвори у перегородці кожного пульсатора» [6, 7]. До недоліків даного пульсатора можна віднести підвищений зношування деталей, а через складність конструкції виникають труднощі з технічним обслуговуванням.

Ще одна конструкція електропульсатора доїльного апарату, запропонована Г.В. Нікітенко, І.В. Капустіним та В.А. Грінченко складається з корпусу, з'єданого з лінійним двигуном, за допомогою патрубка постійного вакууму з'єднується з вакуумним проводом, а також з патрубком змінного вакууму, який у свою чергу прикріплюється до міжстінних камер доїльного склянки, і атмосферного каналу з фільтром. Збірний якір являє собою шток, розташований на пружинах і з'єднаний з корпусним клапаном. Він розташований серед 2 магнітних проводів П образної форми з намагніченими котушками, які за допомогою сальника підключаються до керуючої системи [6, 8].

Представлені вище конструкції пульсаторів, у кожній з яких своє технічне рішення, спрямовані на зміну параметрів частоти пульсацій,

співвідношення тактів, а також забезпечення щадного режиму вилучення молока в залежності від інтенсивності потоку молока. У зв'язку з цим, на підставі аналізу конструкцій доїльних апаратів і пульсаторів, можна зробити висновок, що слід продовжити дослідження в даній галузі і питання розробки конструкції адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором, який найбільш повно забезпечував би ступінь видоюваності тварин і зниження захворюваності на мастит, а також був вигідним з економічної та доцільний з технічної точки зору залишається актуальним.

Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є підвищення ступеня видоюваності та зниження захворюваності корів на мастит шляхом розробки та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання наукової роботи:

- встановити основні тенденції у створенні пульсатора адаптивних доїльних апаратів з доїнням у бідон та розробити його нову конструкцію;
- розробити математичні моделі, що характеризують робочий процес механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон;
- обґрунтувати шляхом експериментальних досліджень режими та параметри роботи пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон;
- вивчити вплив адаптивного доїльного апарату з новим механічним пульсатором на ступінь видоюваності корів та захворюваність на мастит, оцінити ефективність застосування.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З ДОЇННЯМ У БІДОН

2.1 Розробка конструктивної схеми адаптивного доїльного апарату з доїнням у бідон із механічним пульсатором.

Для усунення недоліків, які були зазначені в ході аналізу технічних рішень у галузі доїльного обладнання, нами розроблено адаптивний доїльний апарат (Рисунок 2.1), в основі конструкції якого є механічний пульсатор [7, 8]. Пульсатор 12 включає корпус 6, в якому встановлений золотник 11, у верхній частині, що з'єднується з шліцевим валом 15, а в нижній зі штоком 3 пневмоциліндра 41. Даний золотник 11 має здатність переміщення по вертикалі всередині корпусу 6 по шліцевому валу 15 за рахунок подачі вакуум атмосферного тиску в область простору під шток 3 пневмоциліндра 41. Електродвигун 17 приводу золотника 11 обертальний рух закріплений на кришці 14. З'єднання електродвигуна 17 і шліцевого валу 15 здійснено за допомогою еластичної муфти 16.

До конструктивної особливості золотника 11 можна віднести те, що камера 7 постійного вакуумметричного тиску і камера 9 постійного атмосферного тиску розділені двома стінками 10, які розташовані симетрично один одного. Товщина стінок 10 більша або дорівнює діаметру патрубків 8 і 23, які, у свою чергу, діаметрально протилежні і встановлені в корпусі 6. Через ці патрубки 8 і 23 камери вакуумметричного тиску 7 і постійного атмосферного тиску 9 з'єднані з розподільними камерами 22 колектора 2 через них з міжстінними камерами 19 доїльних стаканів 20. У процесі доїння міжстінні камери 19 повідомляються з камерами 7 і 9 золотника поперемінно» [8, 7, 8, 18].

«Через отвір 13 камеру 9 золотника надходить атмосферний тиск, а через отвір 5 камеру 7 – постійний вакуумметричний тиск з порожнини циліндра 41, яка з'єднана через патрубок 4 з джерелом вакуумметричного тиску» [8, 7, 28]. «Під поршнем 1 встановлена пружина 40, яка його пружна» [9, 24].

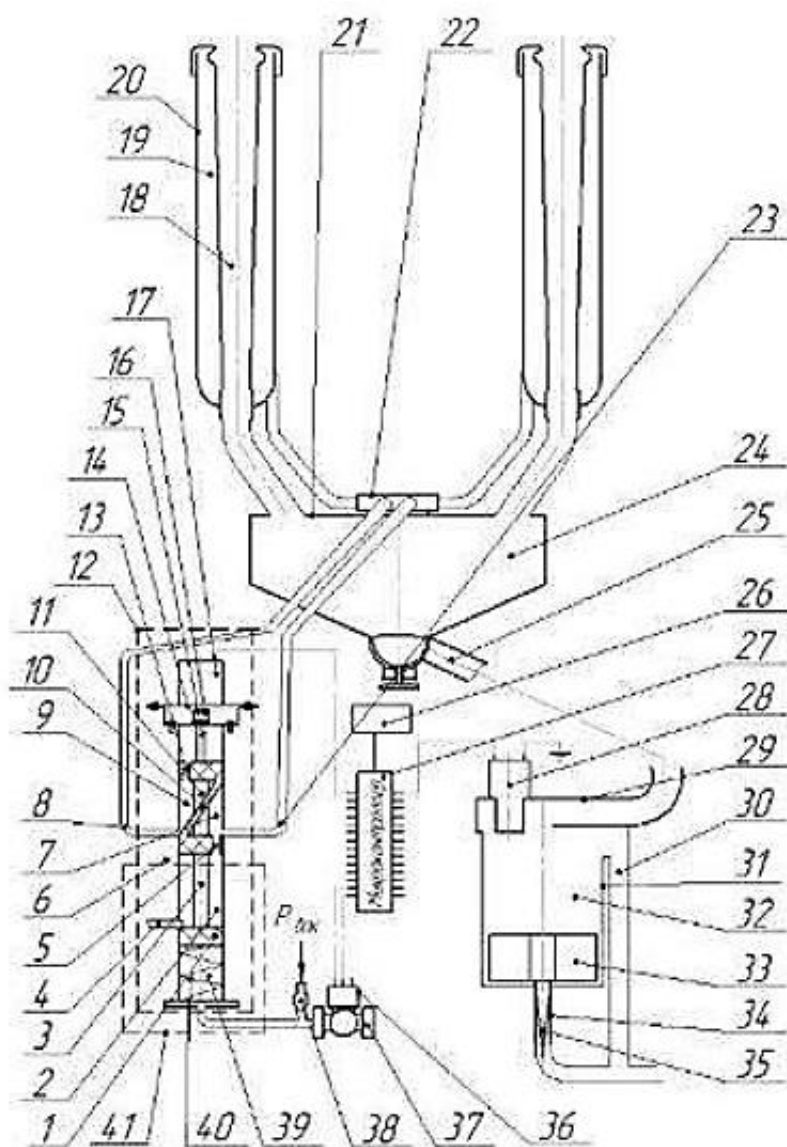


Рисунок 2.1 Адаптивний доїльний апарат: 1 поршень, 2 надпоршнева камера пневмоциліндра, 3 шток, 4, 8, 23, 25 патрубки, 5, 13 отвори, 6 корпус, 7 камера постійного вакуумметричного тиску, 9 камера постійного атмосферного тиску, 10 роздільні стінки золотника, 11 золотник, 14 кришка пульсатора, 15 шлицевой вал, 16 еластичное соединение, 17 электродвигатель, 18 подсосковая камера, 19 межстенная камера доильного стакана, 20 доильный стакан, 21 коллектор, 22 распределительная камера коллектора, 24 молокоприемная камера, 26 регистратор интенсивности молоковыведения, 27 микроконтроллер, 28 лазерный дальномер, 29 крышка датчика потока молока, 30 переливной патрубок, 31 датчик потока молока, 32 молокопастка, 33 поплавков, 34 зливний патрубок, 35 голка, 36 кроковий електродвигун, 37 дросель, 38 калібрування 4, 41 пневмоциліндр.

«При цьому підпоршневу камеру 39 шляхом каліброваного каналу 38 надходить вакуумметричний тиск, а шляхом дроселя 37 за рахунок крокового електродвигуна 36 атмосферний тиск» [8, 17].

Поплавковий датчик 31 потоку молока виконаний «за принципом молокопастки, яка містить переливний патрубок 30 і зливний патрубок 34, який перекривається за рахунок голки 35, встановленої на поплавці 33. Через зливний патрубок 34 поплавок датчик 31 з'єднаний з ємністю прийому молока, а через – з молокоприймальною камерою 31 в колекторі 21 і через неї з підсосковими камерами 18 доїльних стаканів 20. Щоб забезпечити лінійну залежність переміщення поплавця 33 (Рисунок 2.2) і площі отвору для зливу молока з поплавкового датчика 31 через патрубок 34:

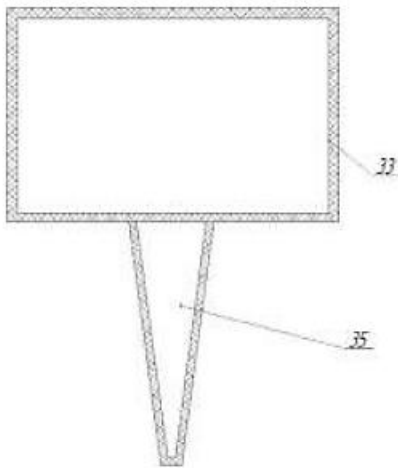


Рисунок 2.2 – Поплавець з голкою. 33 поплавок, 35 голка.

Кришка 29 датчика потоку молока 31 оснащена лазерним далекоміром 28, який реєструє положення поплавця 33 в корпусі. При цьому дані далекоміра зчитує «мікроконтролер, з'єднаний з кроковим електродвигуном 36, встановленим на дроселі 37, електродвигуном 17, що обертає золотник 11, і реєстратором 26, що зчитує інтенсивність молоковіддачі під час доїння.

Розроблений доїльний апарат працює у такому порядку. Пристрій прийому молока через зливний патрубок 34 з'єднують із датчиком потоку молока 31» [8, 17]. Підключають між собою джерело вакуумметричного тиску і патрубок 4 механічного пульсатора 12, а також калібрований канал 38. Забезпечують електричне з'єднання лазерного далекоміра 28 через

мікроконтролер 27 з електродвигуном 17 пульсатора, реєстратором 26, що зчитує інтенсивність молоковиведення з дрібом 7 і електродвигуном. прийому молока в підсоскову камеру 18 доїльного склянки 20, яка з'єднана з молокоприймальною камерою 24 колектора 21, через патрубок 25 сполучена з датчиком потоку молока 31, що має переливний патрубок 30 і зливний патрубок 34, рівень відкриття якого 3 що повідомляється з пристроєм прийому молока, надходить вакуумметричний тиск» [8, 27].

У свою чергу електродвигун 17 обертає через шліцевий вал 15, з'єднаний з валом електродвигуна 17 за допомогою еластичної муфти 16, золотник 11, що містить камери вакуумметричного 7 і атмосферного 9 тиску, розділені між собою стінками 10. «Камери 7 область розподільчих камер 22 колектора 21 з порожниною міжстінних камер 19 доїльних стаканів 20, створюючи в цих камерах змінний вакуум, що регулює виведення молока. При цьому атмосферний тиск надходить в камеру 9 через отвір 13, а вакуумметричний тиск через патрубок 4 в надпоршневу камеру 2 пневмоциліндра 41 і вже через отвір 5 в камеру 7 »[87].

Частоту пульсацій змінюють шляхом зміни швидкості обертання виконавчого механізму 11 за рахунок зміни потужних характеристик електродвигуна 17 в залежності від інтенсивності потоку молока, що реєструється мікроконтролером 27. З мікроконтролером встановлено електричне з'єднання реєстратора 26 швидкості віддачі молока і лазерного далекоміра 28, «реєструючого, з'єданого зі шліцевим валом 15, по корпусу 6 механічного пульсатора 12 за рахунок подачі або вакуумметричного тиску через калібрований канал 38, або атмосферного тиску через дросель 37, ступінь відкриття якого регулює електродвигун 3 пневмоциліндра 41. При цьому поршень 1 підпружинений пружиною 40.

Механічний пульсатор зображено рисунку 2.3.

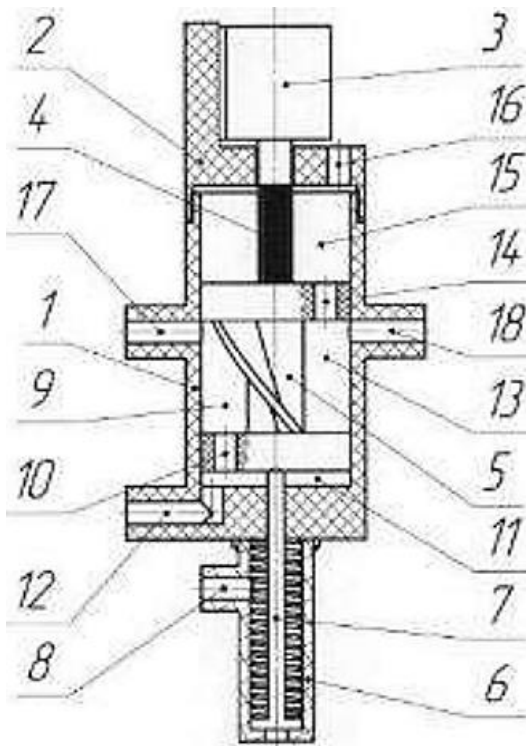


Рисунок 2.3 Схема пропонованого пульсатора: 1 корпус пульсатора, 2 кришка, 3 електродвигун, 4 шліцевий вал, 5 золотник, 6 пневмоциліндр, 7 шток, 8, 12, 17, 18 патрубок, 9, 11 камера постійного вакуумметричного тиску, 10, 14, 16 отвір, 13 камера атмосферного тиску.

Він складається з корпусу 1, встановлених в ньому патрубків 8, 12, з'єднаних з джерелом вакуумметричного тиску, і 17, 18, з'єднаних з парами доїльних стаканів, кришки 2, електродвигуна 3, шліцевого валу 4, золотника 5, що містить камери 11 вакуумметричного тиску 13 атмосферного тиску, розділені між собою гвинтовими пластинами 19 і 20, одна з яких з лівим напрямом відхилення поздовжньої осі, а інша з правим, пневмоциліндра 6 зі штоком 7. Для зниження впливу сил тертя золотник і корпус пульсатора виготовлені з фторопласту. Частота пульсацій та співвідношення тактів регулюються автоматично залежно від інтенсивності потоку молока за допомогою встановлення мікроконтролером параметрів потужності електродвигуна та ступеня відкриття дроселя для подачі атмосферного тиску» [9, 22, 24].

Робота пульсатора відбувається у наступному режимі. Пульсатор працює в такий спосіб. Спочатку з'єднують патрубок 8 з пристроєм, керуючим подачею вакуумметричного або атмосферного тиску, патрубок 12 - з джерелом

постійного вакуумметричного тиску, а патрубки 17 і 18 з'єднують з міжстінними камерами доїльних стаканів.

Золотник 5 представлений рисунку 2.4.

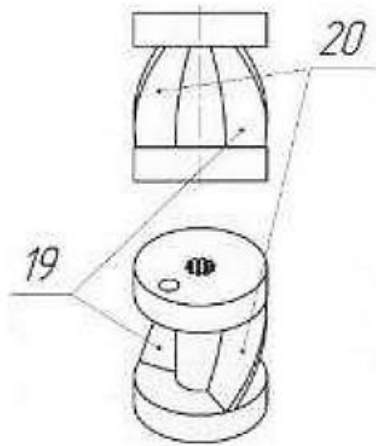


Рисунок 2.4 Схема золотника пульсатора: 19, 20 розділові пластини золотника

Золотник 5 обертається електродвигуном 3, який з'єднаний з ним за допомогою шліцевого валу 4. «Камери вакуумметричного 11 і атмосферного тисків 13 послідовно при обертанні золотника 5 контактують з міжстінними камерами доїльних стаканів попарно через патрубки 17 і 18, з метою створення в них 87]. «За рахунок зміни швидкості обертання золотника 5 за допомогою електродвигуна 3 змінюється частота пульсацій. Інтенсивність молоковіддачі, яка визначається за допомогою датчика потоку молока, визначає надходження змінного вакуумметричного тиску корпус пневмоциліндра 6. Частота пульсацій безпосередньо залежить від інтенсивності потоку молока. Зміна співвідношення тактів здійснюється за допомогою переміщення золотника 5 вертикальної площині корпусу пульсатора з використанням штока 7 пневмоциліндра 6, змінюючи при цьому відстань між розділовими пластинами камер вакуумметричного та атмосферного тиску виконавчого механізму, які розташовані під нахилом» [8, 27].

Процес доїння корови відбувається у нормальному режимі.

При режимі стимуляції збільшується частота пульсацій та зменшується тривалість такту ссання, і навпаки. "Регуляція співвідношення тактів і частоти

пульсацій відбувається автоматично і залежить від інтенсивності вилучення молока" [7, 19, 22].

2.2 Теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора адаптивного доїльного апарату.

У пропонованому доїльному апараті механічний пульсатор забезпечує зміну співвідношення тактів і частоти пульсацій в автоматичному режимі залежно від інтенсивності потоку молока, що реєструється датчиком потоку молока у вигляді молокопастки [8, 13].

«Щоб встановити основні конструктивнорежимні параметри пульсатора, при яких забезпечується задане співвідношення тривалості такту ссання і такту стиснення, у нашому випадку потрібно визначити співвідношення центральних кутів золотника щодо розділової пластини при переміщенні по висоті щодо каналів патрубків, що з'єднуються з розподільною камерою стаканів »[9, 22].

Схема визначення співвідношення тактів зображено рисунку 2.5.

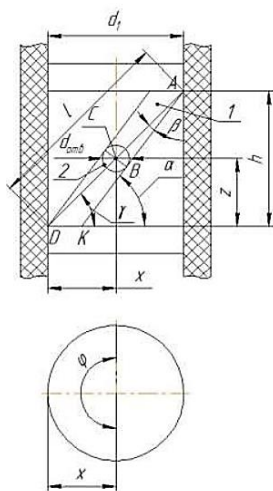


Рисунок 2.5 – Схема для визначення співвідношення тактів: 1 розділова пластина, 2 отвір, що повідомляє порожнину пульсатора з розподільною камерою колектора.

При цьому повинна виконуватися умова, що «товщина s_1 розділової пластини 1 повинна бути не менше діаметра патрубків, що по черзі повідомляють камеру постійного вакуумметричного тиску і атмосферного

камеру тиску з розподільчою камерою колектора і далі з міжстінними камерами доїльних стаканів» [8, 17]:

З умови працездатності пульсатора, товщина розділової пластини 1 повинна бути не менше діаметра 2 отвору пульсатора. Для визначення діаметра отвору 2 при заданій довжині вакуумного каналу, що повідомляє пульсатор з розподільчою камерою колектора, важливо визначити час включення тактів.

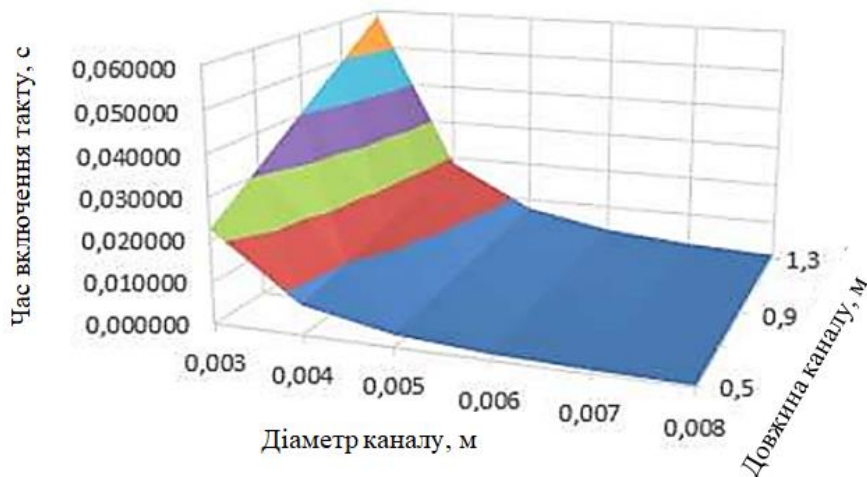


Рисунок 2.6 – Графік варіювання часу включення такту ссання.

Як впливає з графіка зі зміною діаметра каналу в межах 0,0030,008 м та зміною довжини каналу в інтервалі 0,51,3 м значення часу включення такту ссання змінюються в інтервалі 0,001160,02256 с.

Графічна зміна часу включення такту стиснення від значень діаметра та довжини вакуумного каналу має вигляд, представлений рисунку 2.7.

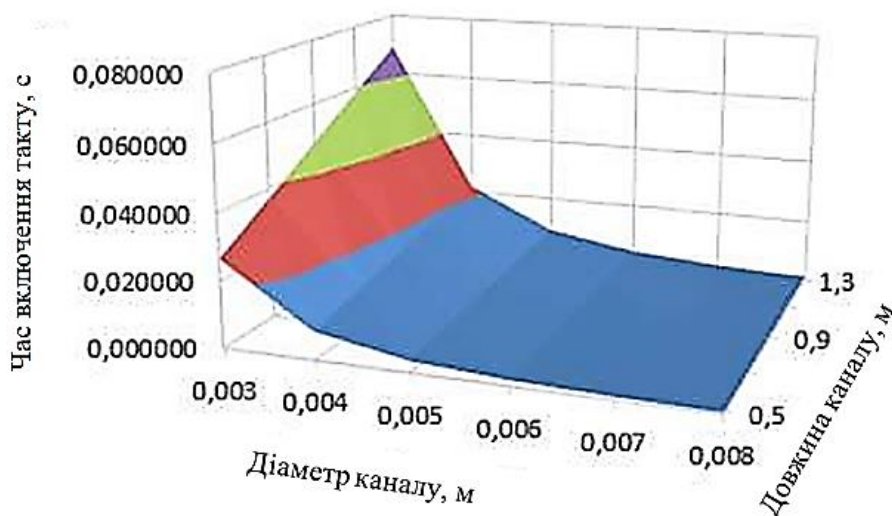


Рисунок 2.7 – Графік варіювання часу включення такту стиснення

Аналізуючи діаграму можна сказати, що час включення такту стиснення в залежності від довжини каналу, що змінюється в інтервалі 0,51,3 м, і від зміни діаметра каналу в межах 0,0030,008 м змінюється в діапазоні 0,001370,026638 с.

Графічна зміна діаметра каналу від значень часу включення такту ссання та довжини вакуумного каналу має вигляд, представлений на рисунку 2.8.

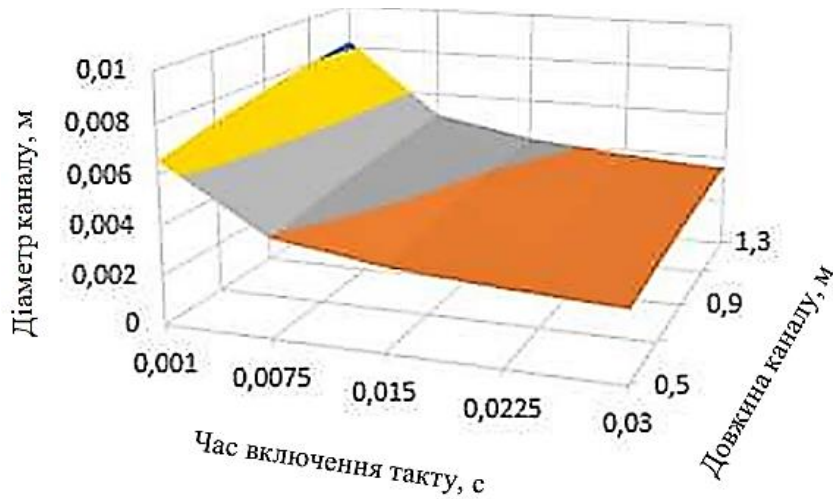


Рисунок 2.8 – Графік варіювання діаметра каналу для такту ссання. Аналізуючи діаграму можна сказати, що діаметр каналу в залежності від часу включення такту ссання, що змінюється в інтервалі 0,0010,03 с, і від зміни довжини каналу в межах 0,51,3 м змінюється в діапазоні 0,0035-0,0065 м.

Графічна зміна діаметра каналу від значень часу включення такту стиснення та довжини вакуумного каналу має вигляд, представлений на рисунку 2.9.

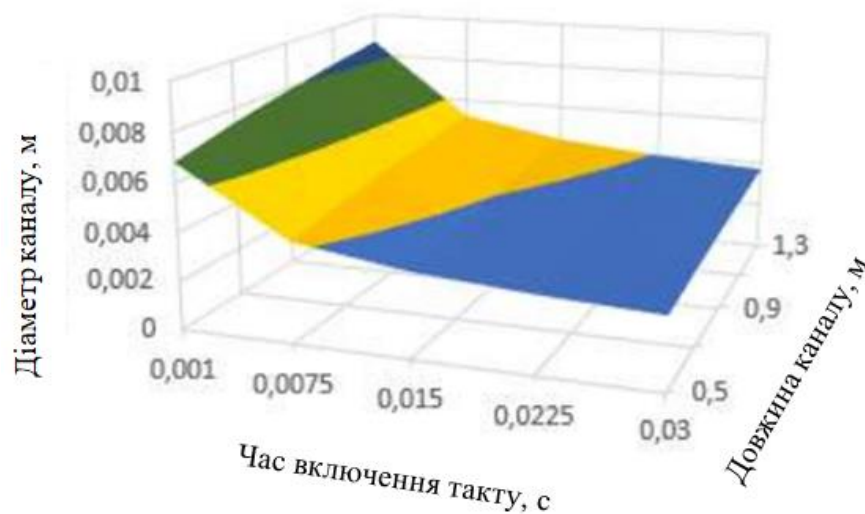


Рисунок 2.9 – Графік варіювання діаметра каналу для такту стиснення.

Аналізуючи діаграму можна сказати, що діаметр каналу залежить від часу включення такту стиснення, що змінюється в інтервалі 0,0010,03 с, та від зміни довжини каналу в межах 0,51,3 м змінюється в діапазоні 0,0037-0,0068 м.

З урахуванням того, що при включенні режиму стиснення можливі ударні навантаження на сосок вимені корови, в наступних розрахунках із застосуванням діаметра d отв будемо використовувувати рівняння для розрахунку зазначеного параметра в режимі включення такту стиснення з допустимим інтервалом варіювання часу $t_{сж}$, при якому виключається шкідливий на сосок.

Розрахунок співвідношення тактів проводили за умови, що висота паза h робочий камери золотника дорівнює 30,0 мм, діаметр золотника $d_1 = 50,0$ мм, інтервал варіювання часу включення такту стиснення в інтервалі 0,0010,03 с. Значення співвідношення тактів розраховували з урахуванням різного положення золотника у вертикальній площині всередині корпусу пульсатора щодо каналів, що повідомляються з розподільчою камерою колектора, з інтервалом 5,5 мм від верхнього верхнього положення золотника.

Графіки значень величини такту стиснення та ссання залежно від переміщення золотника у вертикальній площині корпусу пульсатора на відстань 0,004 м, від часу включення тактів в інтервалі 0,0010,03 с та від зміни довжини каналу в межах 0,51,3 м, зображені на рисунках 2.10 та 2.11, відповідно.

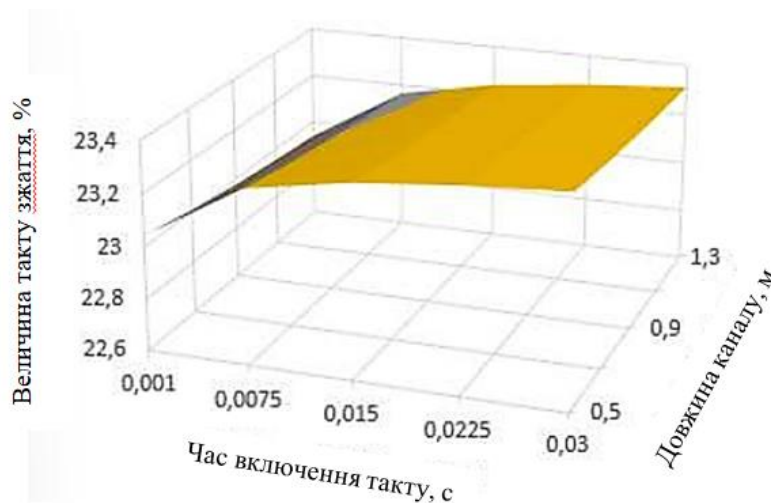


Рисунок 2.10 – Графік значень такту стиснення

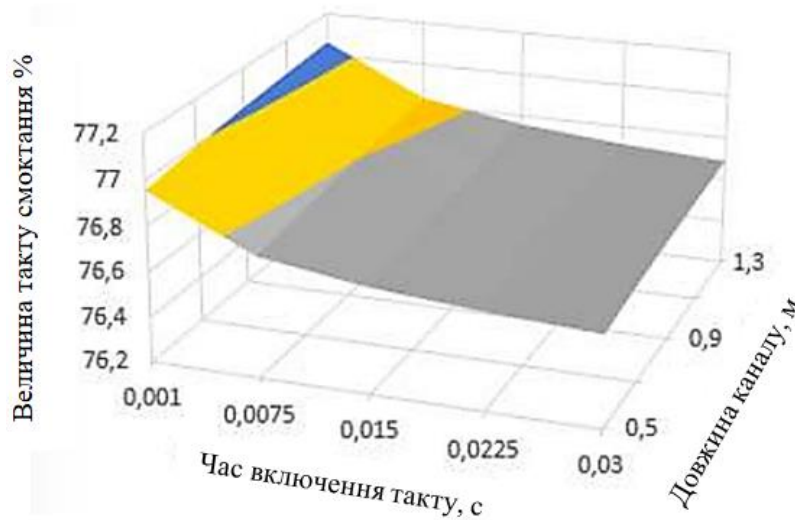


Рисунок 2.11 – Графік значень такту ссання.

При доїнні в номінальному режимі тривалість такту смоктання встановлюється відповідною зоотехнічним вимогам, при якій забезпечується максимальна інтенсивність потоку молока, що виводиться з вимені корови, та нешкідливий вплив на молочну залозу. Цьому повинен відповідати загальний кут повороту θ_{dn} виконавчого механізму пульсатора, протягом якого продовжуватиметься дія поточного режиму, який може бути реалізований при зміщенні нижньої площини внутрішньої поверхні золотника щодо осі отвору 2 (Рисунок 2.5) на висоту Z_{dn} :

При завершенні доїння та перемиканні доїльного апарату в стимулюючий режим доїння тривалість такту смоктання встановлюється відповідною зоотехнічним вимогам, при якій забезпечується нешкідливий вплив на молочну залозу. Цьому повинен відповідати загальний кут повороту θ_{ds} виконавчого механізму пульсатора, протягом якого продовжуватиметься дія поточного режиму, який може бути реалізований при зміщенні нижньої площини внутрішньої поверхні золотника щодо осі отвору 2 (Рисунок 2.5) на висоту Z_{ds} .

У такому разі, за умови збереження початкового положення розділової пластини, висота h паза робочої камери золотника може бути зменшена з боку камери постійного вакуумметричного тиску.

Переміщення золотника пульсатора у вихідне положення здійснюється під впливом пружини. При цьому поряд з вагою золотника пружина долає опір

сили тертя ковзання золотника по внутрішній поверхні пульсатора. Отже, пружина повинна мати певний попередній ступінь стиснення.

Діаграма зміни жорсткості пружини залежно від діаметра та висоти паза золотника зображена на рисунку 2.12.

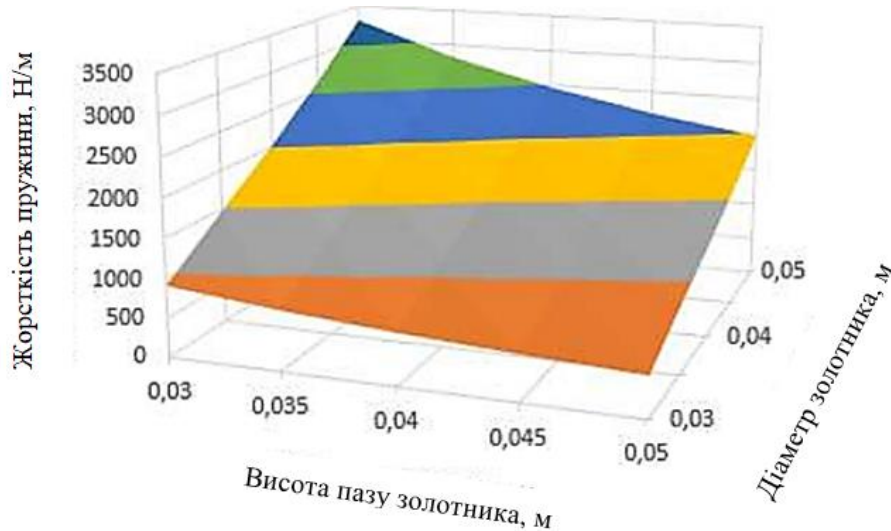


Рисунок 2.12 – Графік варіювання значень жорсткості пружини залежно від діаметра та висоти паза золотника.

S_{c1} площа сегмента, що відсікається, еліпса по лінії кріплення розділової пластини до нижньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску, m^2 ;

S_{c2} площа сегмента, що відсікається, еліпса по лінії кріплення розділової пластини до верхньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску, m^2 .

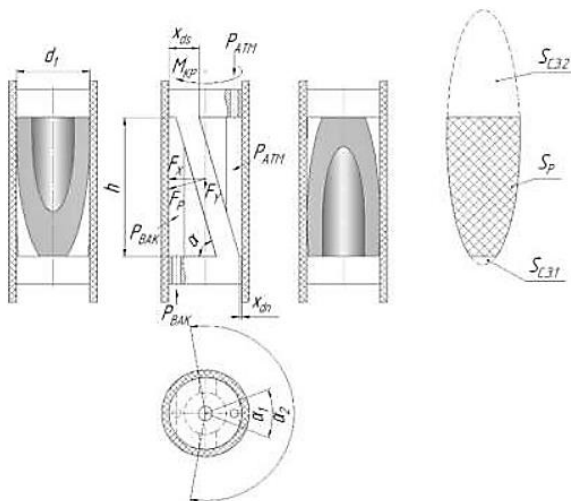


Рисунок 2.13 – Схема сил, які діють золотник.

Площа S_{c1} визначимо з використанням площі сектора кола діаметром d_1 , висотою якого є відстань x_{dn} від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора до лінії кріплення розділової пластини до нижньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску, а площа S площі сектора кола діаметром d_1 , висотою якого є відстань x_{ds} від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора з боку камери постійного вакуумметричного тиску до лінії кріплення розділової пластини до верхньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку постійного камери атмосферного тиску.

Зазначені сегменти являють собою проекції на горизонтальну площину сегментів еліпса, що відсікаються, по лінії кріплення розділової пластини до нижньої площини внутрішньої поверхні золотника і по лінії кріплення розділової пластини до верхньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску.

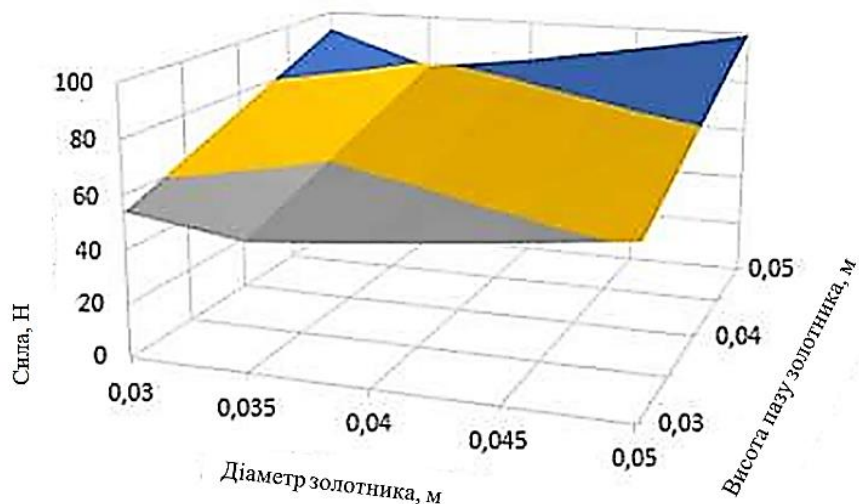


Рисунок 2.14 – Графік залежності горизонтальної складової сили впливу на розділову пластину від висоти паза та діаметра золотника.

Поверненню золотника пульсатора під впливом механізму приводу перешкоджає сила тертя золотника про внутрішню поверхню корпусу пульсатора, що виникає внаслідок дії на розділову пластину перепаду тиску (рис. 2.13):

З цього рівняння слід, що «при збільшенні діаметра виконавчого механізму від 30,0 до 50,0 мм і висоти паза золотника від 30,0 до 50,0 мм., значення моменту, що крутить, збільшується з 0,08 до 0,25 Н·м.

Графічно залежність крутного моменту від параметрів діаметра і висоти паза золотника зображено рисунку 2.15» [9, 14].

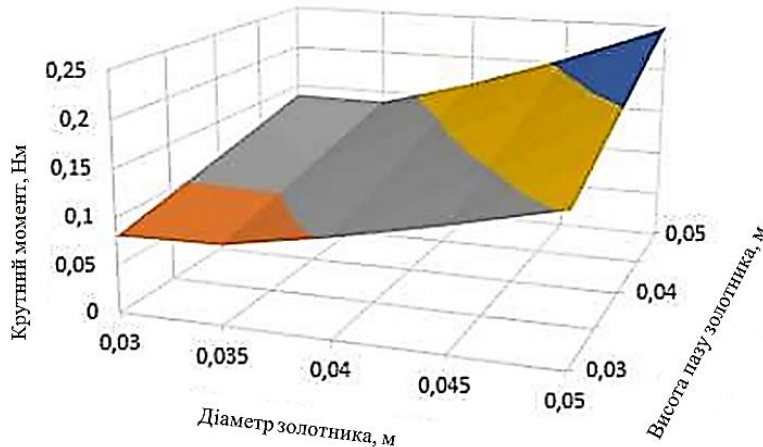


Рисунок 2.15 – Графік залежності крутного моменту від висоти паза та діаметра золотника.

Наприклад, «з урахуванням частоти обертання виконавчого механізму 60 об/хв, зі збільшенням діаметра виконавчого механізму від 30,0 до 50,0 мм і висоти паза золотника від 30,0 до 50,0 мм значення потужності приводу зростає з 0,4 до 1,5 Вт» [9, 14].

Графік залежності потужності приводу при частоті обертання 60 хв¹ залежно від діаметра золотника та висота паза золотника зображено на рисунку 2.16.

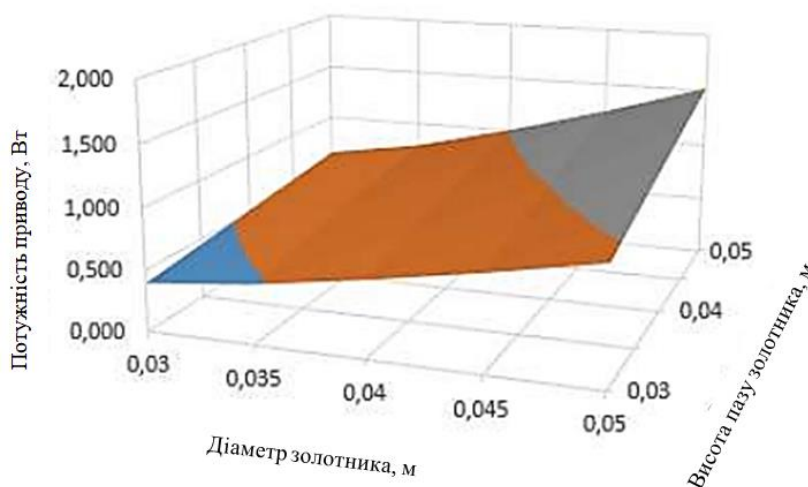


Рисунок 2.16 Графік залежності потужності приводу пульсатора від висоти паза та діаметра золотника.

Висновки

1. Розроблено конструктивну схему механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату.

2. Значення часу включення такту стиснення і часу включення такту всасання залежить від коефіцієнта в'язкості середовища, довжини вакуумного каналу l_k , обсягу камери управління $V_{ку}$, абсолютного тиску між стінної камери доїльного стакана $P_{м.к.}$ та діаметра каналу d_k . Встановлено, що із зміною діаметра каналу від 3,0 до 8,0 мм та довжини каналу від 0,5 до 1,3 м час включення такту стиснення змінюється в межах від 0,00137 до 0,026638 с, а час включення такту всасання змінюється не більше від 0,00116 до 0,02256 з.

3. На підставі досліджень було визначено співвідношення тактів всасання та стиснення залежно від переміщення золотника у корпусі пульсатора по вертикалі.

Зміна співвідношення тактів залежить від діаметра каналу, що дорівнює товщині розділової пластини, $d_{отв}$, діаметра золотника d_1 , висоти паза золотника h , зміщення x_{ds} розділової пластини у верхній площині золотника, зміщення x_{dn} розділової пластини в нижній площині золотника. За умови, що висота паза h робочої камери золотника дорівнює 30,0 мм, діаметр золотника $d_1=50,0$ мм, зміщення x_{dn} і x_{ds} дорівнюють 0, визначено, що зі зміною переміщення золотника у вертикальній площині корпусу пульсатора на відстань 0,0040 026 м, від часу включення тактів в інтервалі 0,0010,03 с та від зміни довжини каналу в межах 0,51,3 м співвідношення тактів варіює в межах від 23,31:76,69 до 68,16:31,84.

4. Визначено необхідну жорсткість пружини, параметри якої залежать від тиску, що подається під шток пульсатора, необхідного для потрібного переміщення виконавчого механізму у вертикальній площині, і від конструктивних параметрів золотника. Визначено, що зі зміною діаметра виконавчого механізму пульсатора в діапазоні 30,050,0 мм з інтервалом варіювання висоти паза золотника від 30,0 до 50,0 мм до 1975,2 Н/м.

5. Потужність $P_{пр}$ приводу виконавчого механізму пульсатора залежить від діаметра d_1 і висоти паза h золотника, сили тертя $F_{трз}$, частоти обертання золотника. Виявлено, що з урахуванням частоти обертання виконавчого механізму 60 об/хв, при збільшенні діаметра виконавчого механізму від 30,0 до 50,0 мм висоти паза золотника від 30,0 до 50,0 мм значення потужності приводу зростає з 0,4 до 1,5 Вт.

3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ МЕХАНІЧНОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ.

Проведені теоретичні дослідження робочого процесу адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором підтверджують, що основна умова працездатності апарату – утримання конструкції на вимені, а також забезпечення заданого режиму доїння, яке максимально копіює фізіологічні особливості вимені корів. За виконання цих умов враховують безліч чинників.

З цього завданнями експериментального дослідження адаптивного доїльного апарату стали:

- перевірка теоретичних викладок;
- визначення низки фізичних величин;
- оптимізація конструктивно-режимних параметрів пульсатора адаптивного доїльного апарату

Відповідно до поставленого завдання програма роботи виконуваного дослідження така:

- Перевірка теоретичних положень щодо визначення часу включення тактів;
- Перевірка теоретичних положень щодо визначення співвідношення тактів пульсатора;
- Перевірка теоретичних положень щодо визначення переміщення виконавчого механізму за висотою залежно від вакуумметричного тиску під штоком;
- Перевірка теоретичних положень щодо визначення потужності приводу золотника пульсатора;
- Встановлення закономірності зміни частоти пульсацій та співвідношення тактів залежно від конструктивних параметрів пульсатора.

Як впливає з програми, з урахуванням теоретичних викладок та особливостей розробленої конструкції пульсатора (рисунок 3.1), ми виготовили макетний зразок та деякі деталі, які надалі піддавалися нами дослідженням для

покращення конструктивно-режимних параметрів. Проведення випробувань проходило з допомогою контрольно-вимірювальних приладів [9, 14, 17].

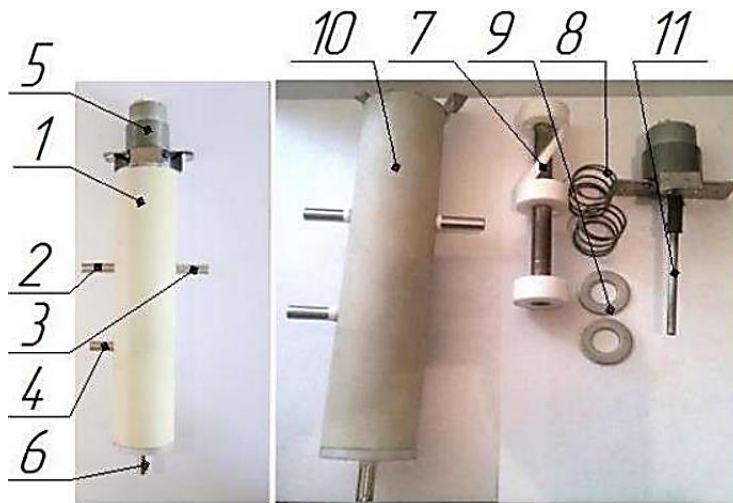


Рисунок 3.1. Механічний пульсатор доїльного апарату: 1 – пульсатор у зборі, 2, 3, 4, 6 – патрубки, 5 – електродвигун, 7 – золотник, 8 – пружина, 9 – шайба проставальна, 10 – корпус пульсатора, 11 – вал шліцевий.

У ході досліджень застосовувалися методи регресійного та кореляційного аналізу. Адекватність теоретичних та експериментальних положень здійснювали за критерієм Фішера [98, 102, 103, 104, 105].

Залежність зміни часу вмикання такту від діаметра і довжини каналу, що повідомляється з розподільчою камерою колектора, ми визначали за допомогою лабораторної установки, схема якої зображена на рисунку 3.2.

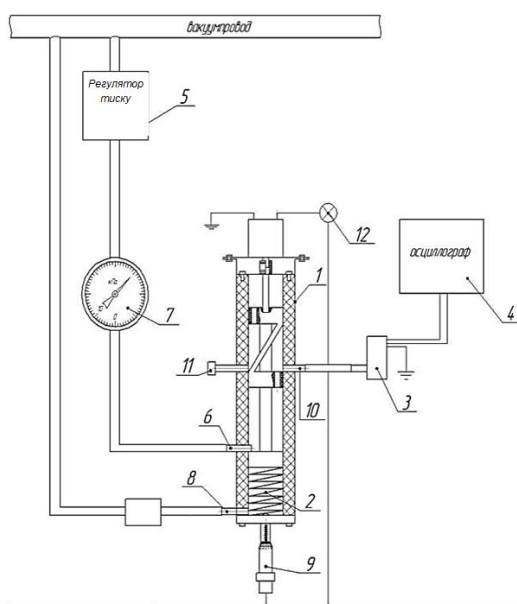


Рисунок 3.2 – Схема лабораторної установки визначення часу включення такту: 1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осцилограф, 5 –

регулятор тиску, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – мікрометричний глибиномір, 11 – заглушка, 12 лампочка.

Експериментальна установка складається з пульсатора доїльного апарату, закріпленого нерухомо, патрубок 8 з'єднаний з джерелом вакуумметричного тиску через регулятор 5. С193. Під золотником встановлена пружина 2, хід якої дорівнює висоті паза золотника. Для реєстрації положення золотника по висоті всередині корпусу пульсатора внизу встановлено мікрометричний глибиномір марки 9 ГМЦ100 0,01. Точність виміру $\pm 0,01$ мм.

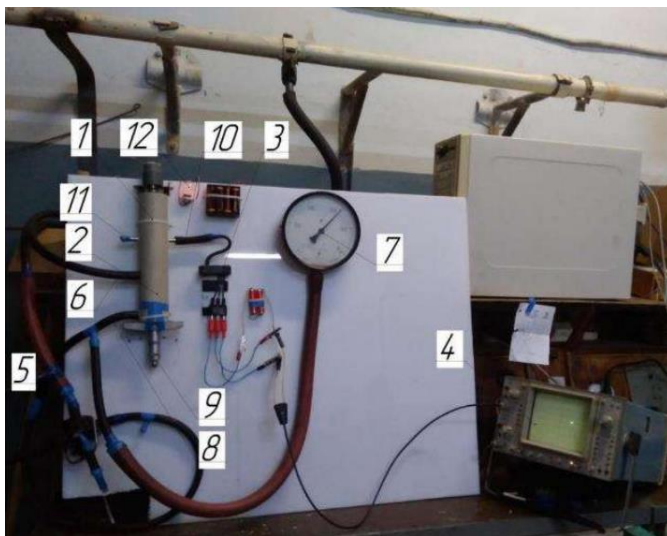


Рисунок 3.3 – Лабораторна установка визначення часу включення такту . 1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осцилограф, 5 – регулятор тиску, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – мікрометричний глибиномір, 11 – заглушка, 12 лампочка.

Для того, щоб встановити характер залежності часу включення такту від діаметра та довжини каналу, що повідомляє пульсатор з розподільчою камерою колектора, ми проводили факторний експеримент.

Граничні інтервали варіювання факторів зведені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Граничні інтервали варіювання факторів

Чинники	Діаметр каналу, м	Довжина каналу, м
Прийняте позначення	$d_{\text{отв}}$	l_k
Позначення у МФЕ	x_3	x_4
Верхня межа (1)	0,013	2,0
Основний рівень (0)	0,008	1,5
Нижня межа (1)	0,003	1,0

Згідно з методикою проведення багатфакторного експерименту складено матрицю варіювання факторів (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Матриця експерименту

№ досліду	x1	x2
1	1	1
2	1	-1
3	-1	1
4	-1	-1
5	0	0
6	1	0
7	-1	0
8	0	1
9	0	-1

Дослідження проводили в такий спосіб. Підключали живлення до приводу золотника пульсатора. Запускали вакуумну лінію. Після встановлення номінального вакуумметричного тиску проводили зчитування показань. За допомогою регулятора тиску встановлювали вакуумметричний тиск під штоком золотника $20,0 \pm 2,0$ кПа, тим самим переміщуючи виконавчий механізм для того, щоб 10 патрубків знаходився на рівні середини камер вакуумметричного і атмосферного тиску. За допомогою мікрометричного глибиноміру фіксували положення золотника по висоті. При зіткненні штока та глибиноміру загорялася лампочка, підключена до корпусу двигуна та глибиноміру через мінусовий провід. За допомогою осцилографа фіксували на графіку час включення такту. Кожен режим записували за допомогою програми на ноутбукі. Дослідження проводили з триразовою повторністю з діаметром каналу патрубка 10, рівному товщині пластини, що змінюється від 3,0 до $13,0 \pm 1,0$ мм з кроком 1,0 мм і зміною довжини каналу від 1,00 до $2,00 \pm 0,01$ м з кроком 0,25 м. Експеримент проводили з урахуванням висоти паза золотника від 30,0 до $50,0 \pm 1,0$ мм з кроком 5,0 мм, діаметр золотника від 30,0 до $50,0 \pm 1,0$ мм, частоті обертання $40,080,0 \pm 5,0$ об/хв та вакуумметричному тиску $48,0 \pm 2,0$ кПа. Після проведення досліду, аналізуючи отримані результати, встановлювали час включення такту.

Для того, щоб встановити характер залежності співвідношення тактів пульсатора від висоти паза золотника, положення золотника по висоті щодо каналів, що сполучаються з розподільною камерою колектора, товщини пластини, що розділяє камери вакуумметричного та атмосферного тиску та її

зміщення в нижній та верхній площині золотника, а також діаметра золотника, нами було проведено факторний експеримент. Граничні інтервали варіювання факторів зведені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Граничні інтервали варіювання факторів

Чинники	Висота пазу золотника, м	Положення золотника по висоті, м	Товщина пластини, м	Діаметр золотника, м	Зміщення пластини в нижній площині золотника, м	Зміщення пластини в верхній площині золотника, м
Прийняте позначення	h	z	S_1	D_1	X_{dn}	X_{ds}
Позначення у МФЕ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Верхня межа (1)	0,05	0,03	0,0013	0,05	0,0012	0,012
Основний рівень (0)	0,04	0,02	0,0008	0,04	0,006	0,006
Нижня межа (1)	0,03	0,01	0,003	0,03	0	0

Дослідження проводили в такий спосіб. Встановлювали по черзі лотник з діапазоном зміни співвідношення тактів ссання та стиснення від 70:30 до 30:70 з кроком 10,0 %. Підключали живлення до приводу золотника пульсатора. Запускали вакуумну лінію. Після встановлення номінального вакуумметричного тиску проводили зчитування показань. За допомогою регулятора тиску встановлювали необхідний вакуумметричний тиск під штоком золотника від 0 до $40,0 \pm 2,0$ кПа з кроком 5,0 кПа, переміщуючи цим виконавчий механізм. За допомогою мікрометричного глибиноміру заміряли положення золотника по висоті. При зіткненні штока та глибиноміру загорялася лампочка, підключена до корпусу двигуна та глибиноміру через мінусовий провід. Знаючи положення золотника всередині корпусу, за допомогою датчика 3 і осцилографа 4 реєстрували зміну співвідношення тактів. Кожен режим записували за допомогою програми на ноутбучі. Дослідження проводили з триразовою повторністю з діаметром каналу патрубку 10, рівному товщині пластини, що змінюється від $3,0 \pm 0,1$ до $13,0 \pm 0,1$ мм з кроком 1,0 мм, зміщенням пластини у верхній та нижній площині золотника від 0 до $12,0 \pm 0,1$ мм, зміною положення золотника по висоті від 10,0 до $30,0 \pm 1,0$ мм з урахуванням висоти паза золотника, що змінюється від 30,0 до $50,0 \pm 1,0$ мм кроком 5,0 мм, діаметр золотника від 30,0 до $50,0 \pm 1,0$ мм. При цьому інтервал варіювання кута

установки пластини при зміні конструктивних параметрів знаходився в межах від 30,0 до $60,0 \pm 1,0$. Після проведення досліду, аналізуючи отримані результати, встановлювали необхідні конструктивні параметри необхідного діапазону співвідношення тактів пульсатора.

3.1 Методика визначення переміщення золотника по висоті залежно від вакуумметричного тиску, що подається, під шток.

Характеристики переміщення золотника в залежності від метричного тиску, що подається під шток, ми визначали за допомогою лабораторної установки, схема якої зображена на рисунку 3.4–3.5.

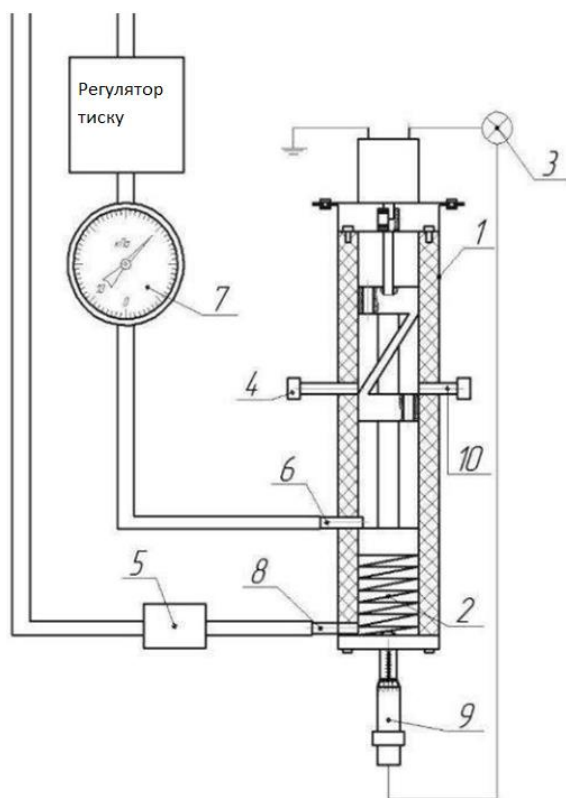


Рисунок 3.4 – Схема лабораторної установки для визначення переміщення золотника залежно від вакуумметричного тиску під штоком: 1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – лампочка, 4 – заглушка, 5 – регулятор тиску, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – мікрометричний глибиномір.

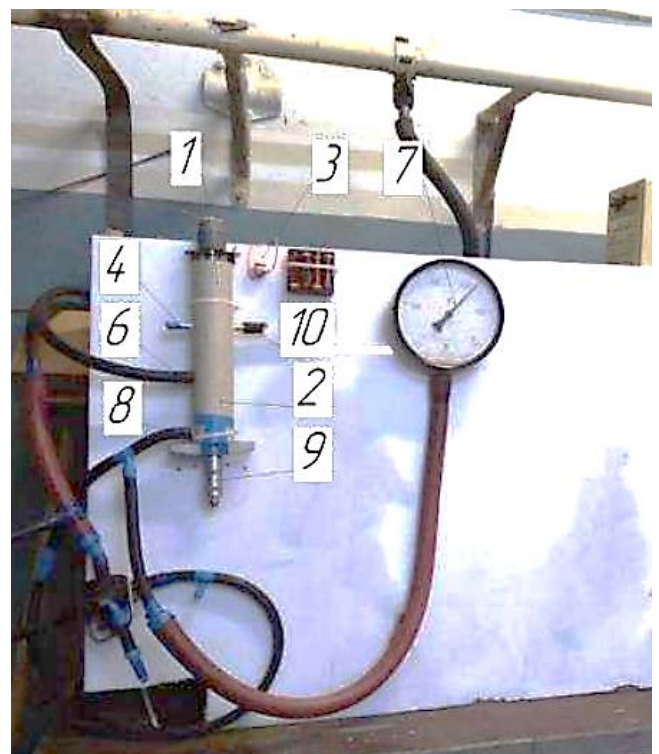


Рисунок 3.5 Лабораторна установка визначення переміщення золотника залежно від вакуумметричного тиску під штоком: 1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – лампочка, 4 – заглушка, 5 – регулятор тиску, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – мікрометричний глибиномір.

Експериментальна установка складається з пульсатора доїльного апарату, нерухомо закріпленого, патрубком 8 з'єднаний з джерелом вакуумметричного тиску через регулятор. Для реєстрації тиску стенд забезпечений вакуумметром марки ВП4УУ2, з'єднаний з патрубком 6 через регулятор тиску з вакуумною лінією. У нижній частині корпусу пульсатора встановлений мікрометричний глибиномір 9 ГМЦ100 0,01, що контактує із серцевиною золотника. Переміщення золотника по висоті обмежено патрубком 6, що контактує зі штоком, причому висота паза золотника дорівнює ходу штока. Вал приводу золотника пульсатора та мікрометр підключені до джерела електричної енергії, причому відстань фіксується після дотику серцевини штока та голки глибиноміру. При дотику електричний ланцюг замикається і загоряється лампочка. Точність виміру $\pm 0,01$ мм.

3.2 Результати досліджень механічного пульсатора доїльного апарату щодо визначення часу включення тактів

Як впливає з теоретичних досліджень, час включення тактів залежить від вакуумметричного тиску, діаметра і довжини каналу, що з'єднується з розподільчою камерою колектора. Зі збільшенням вакуумметричного тиску час включення тактів зменшується. У зв'язку з цим експеримент проводили при вакуумметричному тиску $48,0 \pm 2,0$ кПа.

В результаті виконання факторного експерименту визначення часу включення тактів встановлено, що експериментальна модель для такту стиснення в достатній мірі може бути представлена у вигляді рівняння регресії, яке можна представити.

Ми виконали розрахунок на ПК, тим самим визначивши значення часу включення тактів від діаметра та довжини каналів, що повідомляються з розподільчою камерою колектора, при вакуумметричному тиску $48,0 \pm 2,0$ кПа. Графічний варіант розрахунків представлені нами рисунку 3.6.

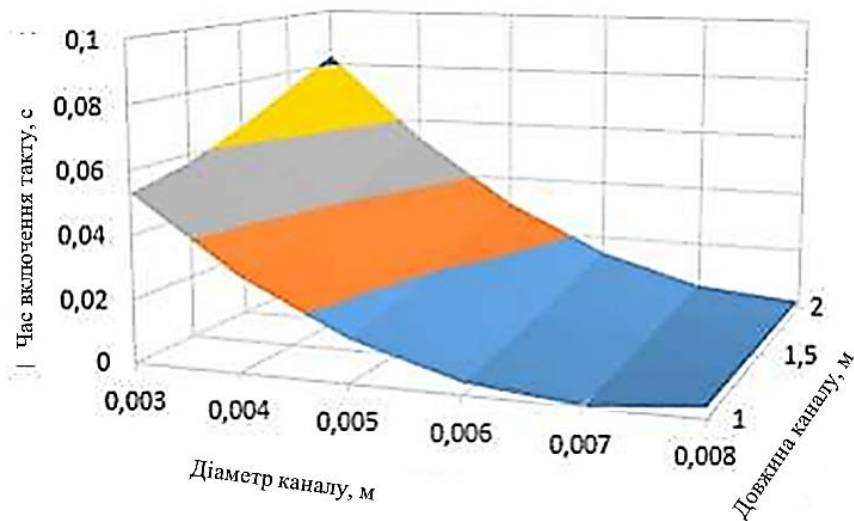


Рисунок 3.6 Залежність зміни часу включення такту стиснення від діаметра та довжини каналу, що повідомляє пульсатор із розподільчою камерою колектора.

Графічний варіант розрахунків за рівнянням представлені нами рисунку 3.7.

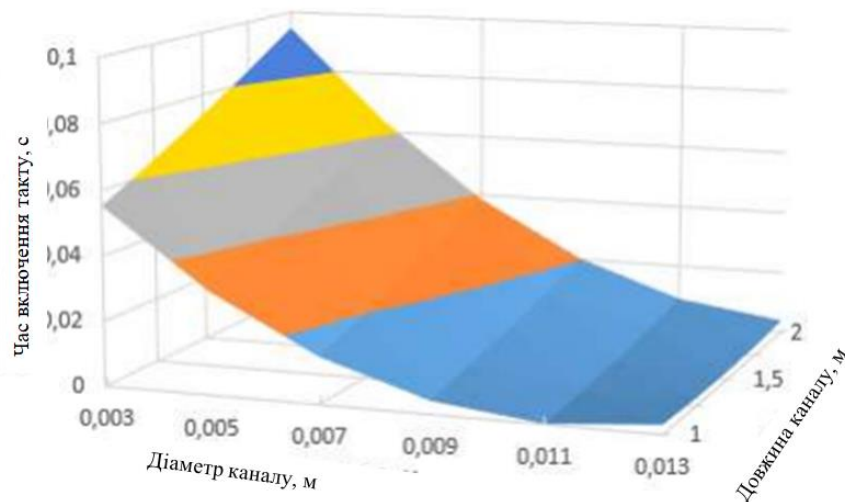


Рисунок 3.7 Залежність зміни часу включення такту смоктання від діаметра та довжини каналу, що повідомляє пульсатор з розподільчою камерою колектора.

Адекватність теоретичних та експериментальних рівнянь оцінювалася за критерієм Фішера. Фактичні значення критерію не перевищують 2,06, тоді як табличне значення F критерію Фішера дорівнює 3,40. На підставі цього можна будувати висновки про достовірності теоретичних рівнянь, отриманих нами визначення часу включення тактів залежно від діаметра і довжини каналів, які повідомляють пульсатор з розподільчою камерою колектора.

У досліджених відомих вчених, таких як Гупфауер М., Карташов Л.П., Корольов В.Ф., Цой Ю.А. та ін, і з досліду експлуатації відомих доїльних установок, зазначено, що час включення такту, що рекомендується, при 60 пульсаціях в хвилину становить близько 0,060 с.

Згідно з даними експерименту, даний час включення такту при довжині каналу 1,25 м забезпечується при діаметрі, що дорівнює 3,1 мм.

3.3 Результати досліджень щодо визначення співвідношення тактів пульсатора.

Як впливає з теоретичних досліджень співвідношення тактів залежить від розмірів діаметра і висоти паза золотника, товщини пластини, що розділяє камери вакуумметричного та атмосферного тиску, що дорівнює розміру діаметру отвору для надходження тиску, зміщення пластини в нижній і верхній площині золотника, розташування золотника щодо каналів, що повідомляються із розподільчою камерою колектора. У сукупності вище перелічені параметри впливають на кут установки розділової пластини та діапазон регулювання співвідношення тактів.

Адекватність теоретичних та експериментальних рівнянь оцінювалася за критерієм Фішера. Розрахунок показує, що рівняння ідентичні. Фактичні значення критерію не перевищують 1.11 для такту стиснення і 1.57 для такту всасання, тоді як табличне значення $F_{\text{критерію Фішера}}$ дорівнює 3,13 для такту стиснення і 2,40 для такту всасання. На підставі цього можна судити про достовірність теоретичних рівнянь, отриманих нами для визначення співвідношення тактів залежно від розмірів діаметра та висоти паза золотника, товщини пластини, що розділяє камери вакуумметричного та атмосферного тиску, що дорівнює за розміром діаметру каналу для надходження тиску, зміщення пластини в нижній та верхньої площини золотника, розташування золотника щодо каналів, які повідомляються з розподільчою камерою колектора.

Згідно з літературними джерелами, оптимальне відношення тривалості такту смоктання до такту стиснення 60:40 при частоті пульсацій 60 циклів за хвилину. У такому випадку, при товщині розділової пластини 3,1 мм, рекомендованій зміні співвідношення такту смоктання до такту стиснення при переході з номінального режиму доїння в стимулюючий режим від 60:40 до 40:60, прийнятими нами з конструктивних міркувань діаметрі золотника рівному 40 мм та висоті паза золотника – 40,0 мм, відстань від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора до лінії кріплення розділової пластини до нижньої та верхньої площини внутрішньої поверхні золотника має дорівнювати 12,0 мм.

3.4. Результати досліджень щодо визначення потрібної потужності приводу золотника пульсатора в залежності від конструктивних параметрів пульсатора.

Дослідження проводили відповідно до методики.

З теоретичних досліджень робочого процесу приводу золотника пульсатора випливає, що потужність приводу залежить від вакуумметричного тиску, діаметра, висоти паза та частоти обертання золотника.

Розрахунок з визначення потрібного значення потужності приводу з урахуванням різних значень вакуумметричного тиску, різного діаметра та висоти паза золотника та частоти обертання ми виконали за допомогою ПК.

Графічний варіант розрахунків можна уявити, зафіксувавши два фактори з чотирьох на нульовому рівні згідно з матрицею, представленою в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Матриця фіксування фактора на нульовому рівні

№	фактори			
	$P_{\text{вак}}$	d_1	n	h
1.	+	+	0	0
2.	+	0	+	0
3.	+	0	0	+
4.	0	+	+	0
5.	0	+	0	+
6.	0	0	+	+

У першому варіанті, за умови $n=1,0 \text{ c}^{-1}$, $h=40,0 \text{ мм}$,

Поверхня відгуку потужності приводу для даного випадку представлена на рисунку 3.8.

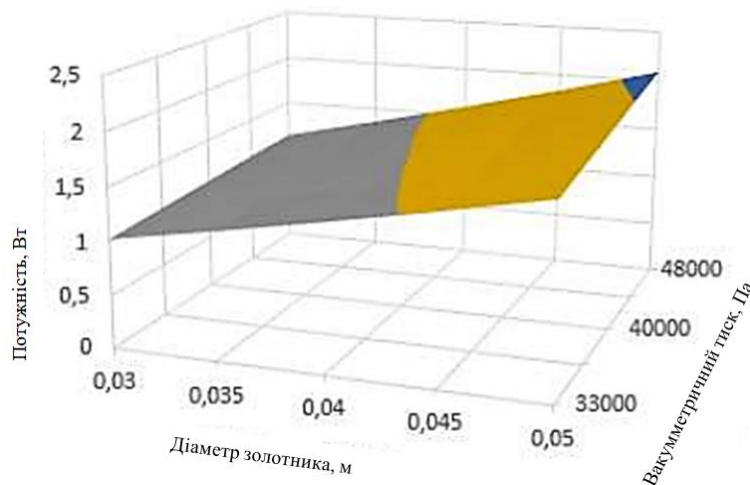


Рисунок 3.8 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від вакуумметричного тиску в камері пульсатора та діаметра золотника.

Другий варіант: $d_1 = 40,0$ мм, $h = 40,0$ мм $Y = 0,383,318 \cdot 106 P_{\text{вак}} + 0,32n + 3,119 \cdot 105 P_{\text{вак}} n + 1,628 \cdot 1010 P_{\text{вак}}^2 + 0,572 n^2$. Поверхня відгуку потужності приводу для даного випадку представлена на рисунку 3.9.

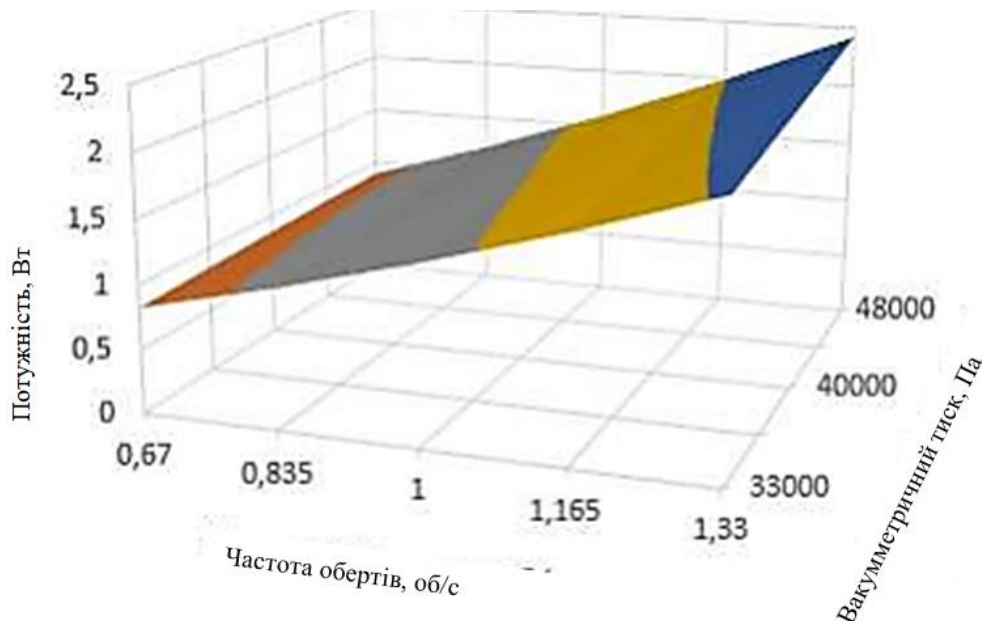


Рисунок 3.9 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від вакуумметричного тиску в камері пульсатора та частоти обертання золотника

Поверхня відгуку потужності приводу даного випадку представлена на рисунку 3.10.

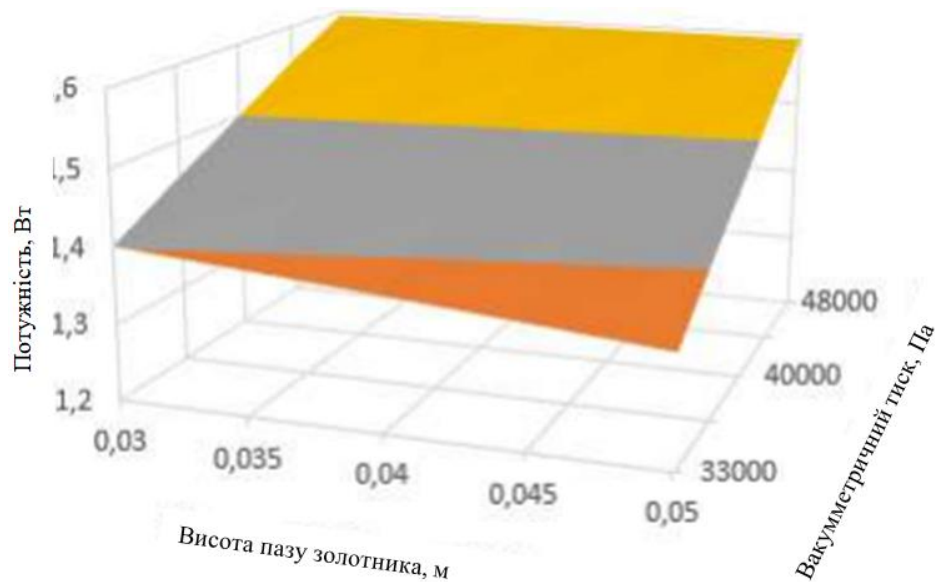


Рисунок 3.10 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від вакууметричного тиску в камері пульсатора та висоти паза золотника

Четвертий варіант: $P_{\text{вак}}=40,0$ кПа, $h=40,0$ мм $Y=0,3030,205d1$
 $0,159n+27,15d1n+186,236d12+0,572n^2$. Поверхня відгуку потужності приводу даного випадку представлена рисунку 3.11.

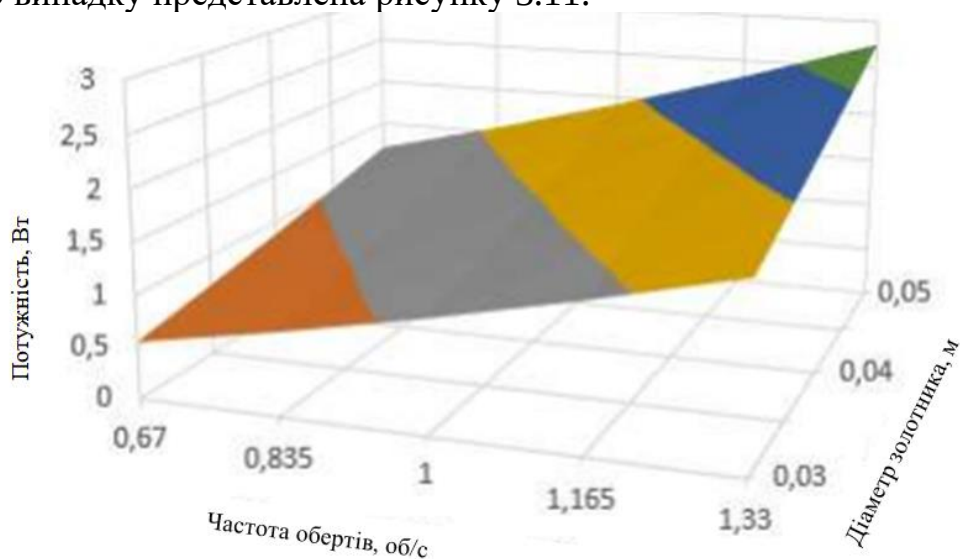


Рисунок 3.11 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від частоти обертання та діаметра золотника

П'ятий варіант: $P_{\text{вак}} = 40,0$ кПа, $n = 1,0$ с⁻¹ $Y=0,359+21,755d15,707h$
 $+129,75d1h +186,236d1212,263h^2$ (4.32) Поверхня відгуку потужності приводу даного випадку представлена рисунку 3.12.

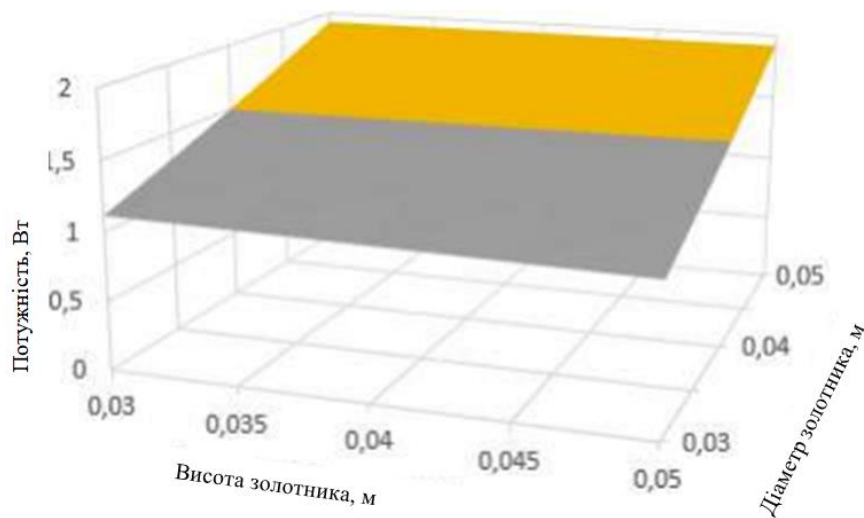


Рисунок 3.12 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від висоти паза та діаметра золотника

Шостий варіант: $P_{\text{вак}} = 40,0 \text{ кПа}$, $d_1 = 40,0 \text{ мм}$, $Y = 0,203 + 0,752n + 4,91h + 4,393nh + 0,572n^2 + 12,263h^2$ (4.33) Поверхня відгуку потужності приводу даного випадку представлена рисунку 3.13.

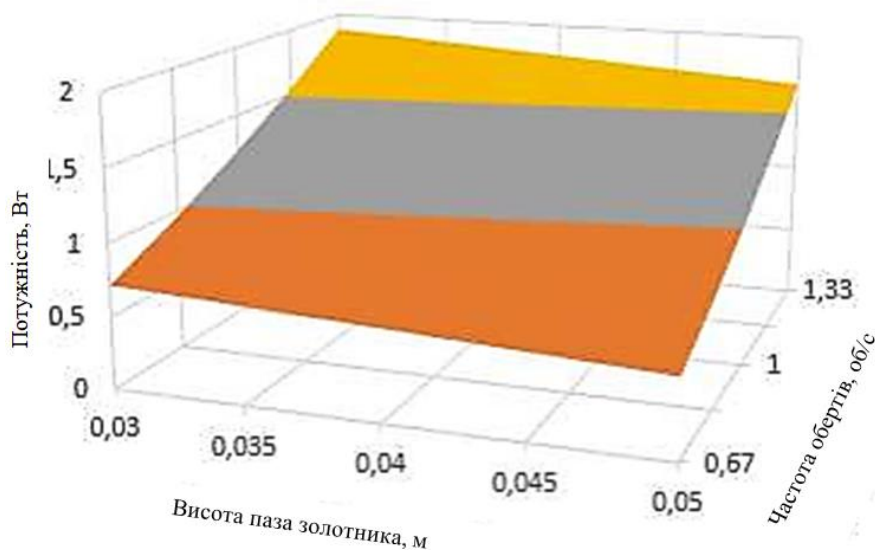


Рисунок 3.13 Залежність потужності приводу золотника пульсатора від частоти обертання та висоти паза золотника.

Адекватність теоретичного та експериментального рівнянь оцінювалася за критерієм Фішера. Розрахунок показує, що рівняння ідентичні [9, 18, 20]. Фактичні значення критерію не перевищують 2.18, тоді як табличне значення $F_{\text{критерію Фішера}}$ дорівнює 3.13. З цього можна будувати висновки про достовірності теоретичного рівняння, отриманого нами визначення потужності приводу золотника пульсатора, що залежить від вакуумметричного тиску в

камері механічного пульсатора, частоти обертання золотника, висоти паза та її діаметра» [9, 14].

Встановлено, що при діаметрі золотника та висоті його паза, рівними 40,0 мм, вакуумметричному тиску 48,0 кПа, коефіцієнті тертя ковзання, що дорівнює 0,08, і частоті обертання золотника – 60,0 об/хв., потужність приводу повинна бути не менше 1,6 Вт.

3.5 Господарські випробування переносного адаптивного доїльного апарату.

Розроблений адаптивний доїльний апарат проходив виробничі випробування для оцінки його ефективності при впливі на вим'я корови в процесі доїння. Проводилася оцінка впливу пропонованого доїльного апарату на ступінь видоюваності корів, а також на ступінь стійкості до маститу при порівнянні з контрольним доїльним апаратом «Корівка», на коровах із молочною продуктивністю понад 6000 кг.

Конструктивна відмінність досліджуваного адаптивного доїльного апарату полягала в тому, що основна характеристика пульсатора - це зміна співвідношення тактів і частоти пульсацій в залежності від інтенсивності молоковіддачі в процесі доїння, а також зміна вакуумметричного тиску, яке здійснювалося в порожнині бідона, до якого і було підключено виготовлений нами механічний пульсатор доїльного апарату (рис. 3.14) Це забезпечило синхронізацію регулювання вакуумметричного тиску, що сприяло запобіганню «надівання» доїльних стаканів на соски внаслідок великої різниці тиску в підсосковій та міжстінній камерах. Крім того, доїльний апарат містить у своїй конструкції регулятор тиску, який при зниженні молоковіддачі знижує вакуумметричний тиск під штоком золотника пульсатора, у результаті золотник переміщається по вертикалі, тим самим змінюється співвідношення тактів пульсатора.



Рисунок 3.14 Загальний вигляд адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором.

Пропоновану конструкцію адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором оцінювали шляхом порівняння його показників з показниками доїльного апарату "Корівка", що використовується в господарстві.

У ході експерименту проводився аналіз молочної продуктивності корів методом прискореної оцінки, а також вивчалися параметри молоковиведення у двох групах по 9 голів корів у кожній. Відбір тварин проводився за загальноприйнятою методикою з урахуванням зоотехнічних вимог придатності до машинного доїння, зокрема за морфологічними ознаками вимені. Умови утримання та годівлі для пар корів, що вивчаються.

Було проведено дослідження з вивчення функціональних параметрів вимені, у тому числі визначено такі показники як:

- динаміка руху молока;
- екстремальні точки руху молока; тривалість процесу доїння;
- кількість молока, що залишається у вимені, що визначається за допомогою ручного додою;
- стан вимені.

Для цього використовувалося спеціальне обладнання.

Підготовка вимені проводилася згідно з регламентом робіт з машинного доїння корів, і включала обмив теплою водою ($t=40\ldots45^{\circ}\text{C}$ протягом $6\ldots10$ з), здавання перших струмків молока, і лише після цього проводилася установка

доїльного апарату. У контрольній групі після завершення доїння здійснювали машинний додій. Надій закінчували при видаюванні молока менше 200 мл/хв. Після цього проводили ручною додою визначення обсягу залишкового молока у вимені корови.

Достовірність проведених досліджень проводили за допомогою методів математичного аналізу, зокрема методу варіаційної статистики за критерієм Стюдента [11, 18].

У процесі господарських випробувань було встановлено, що запропонована нами конструкція адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором працездатна та ефективна у роботі. Це можна побачити, вивчивши дані таблиці 3.5. При аналізі даних таблиці зазначимо, що з розробленого доїльного апарату з механічним пульсатором спостерігається кращі показники максимального потоку молока, ніж у базового апарату «Корівка», воно становило 3,223 кг/хв у пропонованого пристрою порівняно з 3,055 кг/хв у контрольного. Разом з тим, слід зазначити, що в розробленому доїльному апараті цей показник досягається повільніше. Період очікування становить близько 40,106 с., а контрольний «Корівка» – 39,443 с.

Таблиця 3.5 Результати порівняльних досліджень експериментального та базового доїльних апаратів.

Найменування Параметра	Тип доїльного апарату				<i>t</i> -критерій
	експериментальний		корівка		
	х	S ₀	х	S ₀	
Тривалість підготовки вимені, с	24-34		20-40		-
Пікове значення витрати молока, кг/хв	3.223	0.057	3.055	0.036	9.370
Час до пікового значення витрати молока, с	40.106	0.147	39.443	0.128	14.094
Надій за 1 хв., кг	2.580	0.065	2.249	0.049	12.576
Надій за 3 хв., кг	5.633	0.150	5.348	0.122	6.586
Разовий удій, кг.	9.783	0.208	9.190	0.195	6.612
Тривалість доїння, с	500.3	1.541	483.6	1.661	19.568
Ручне додоювання, кг	1.189	0.025	1.792	0.035	18.891
Повнота видаювання, %	99.2		93.1		-

Після проходження трьох хвилин доїння надій нашим експериментальним доїльним апаратом становив 5,633 кг, порівняно з надою 5,348 кг контрольним доїльним апаратом. Крім того, найвищий разовий удій корів, 9793 кг, спостерігався при доїнні з використанням адаптивного доїльного апарату з експериментальним пульсатором. А при застосуванні доїльного апарату "Корівка" він становив 9,190 кг. При використанні експериментального доїльного апарату тривалість доїння була вищою і включаючи ручні роботи становила 500,3 с., а при доїнні за допомогою базового доїльного апарату «Корівка» – 483,6 с. Це пов'язано з можливістю більш повного видаювання молока шляхом перетримки доїльного апарату на вимені корови більш тривалий період, ніж у базового доїльного апарату, оскільки коли знижується загальна швидкість молоковіддачі нижче рівня 200 мл/хв., доїльний апарат перемикається на режим роботи при якому тривалість такту ссання знижується. В результаті доїльний апарат сприяє більш повному вилученню молока з вимені. Таким чином, відбувається позитивний вплив на ступінь видоюваності корови за рахунок адаптивного впливу доїльного апарату, що випробуваного, що в кінцевому рахунку, збільшує обсяг виробленого молока. При порівнянні тривалості ручних робіт, які проводять перед надяганням доїльних стаканів на соски, виявлено, що цей період займає менший проміжок, ніж цей показник доїльного апарату «Корівка».

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведеною математичною оцінкою за критерієм Ст'юдента (Таблиця 5.1).

В результаті аналізу даних можна дійти висновку у тому, що використання експериментального доїльного апарату підвищує ефективність видоювання корів і знижує захворюваність корів маститом.

Експеримент з вивчення ефективності пропонованого доїльного апарату було проведено на молочній фермі. За результатами досліджень можна дійти висновку у тому, що при своєчасному включенні ощадного режиму доїння, рівень захворюваності маститом корів знизився на 11,1 %. Цей режим було здійснено шляхом:

- зниження вакуумметричного тиску;
- зниження частоти пульсацій механічного пульсатора; скорочення тривалості такту ссання;
- продовження тривалості такту стиснення.

Після закінчення досліду, тобто через три місяці лактації, корови, на яких досліджували дослідні зразки доїльних апаратів, мали молочну продуктивність вищу, ніж у тварин у контрольній групі на 6,1%.

Таким чином, розроблений адаптивний доїльний апарат з механічним пульсатором при доїнні в бідон більш ефективний, ніж контрольний доїльний апарат «Корівка».

Висновки

1. Експериментально доведено залежність часу включення такту від діаметра та довжини каналу, що повідомляє пульсатор з розподільчою камерою колектора. Адекватність теоретичних та експериментальних рівнянь оцінювалася за критерієм Фішера. Фактичні значення критерію не перевищують 2.06, тоді як табличне значення F критерію Фішера дорівнює 3.40. Згідно з даними експерименту, даний час включення такту при довжині каналу 1,25 м забезпечується при діаметрі, що дорівнює 3,1 мм.

2. Експериментально доведено залежність співвідношення тактів пульсатора від конструктивних параметрів та положення золотника в корпусі пульсатора щодо каналів, що повідомляються з розподільчою камерою колектора. На підставі цього можна судити про достовірність теоретичних рівнянь, отриманих нами для визначення співвідношення тактів залежно від розмірів діаметра та висоти паза золотника, товщини пластини, що розділяє камери вакуумметричного та атмосферного тиску, що дорівнює за розміром діаметру каналу для надходження тиску, зміщення пластини в нижній та верхньої площини золотника, розташування золотника щодо каналів, які повідомляються з розподільчою камерою колектора. Згідно з літературними джерелами, оптимальне відношення тривалості такту смоктання до такту

стиснення 60:40 при частоті пульсацій 60 циклів за хвилину. У такому випадку, при товщині розділової пластини 3,1 мм, рекомендованій зміні співвідношення такту смоктання до такту стиснення при переході з номінального режиму доїння в стимулюючий режим від 60:40 до 40:60, прийнятими нами з конструктивних міркувань діаметрі золотника рівному 40 мм та висоті паза золотника – 40,0 мм, відстань від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора до лінії кріплення розділової пластини до нижньої та верхньої площини внутрішньої поверхні золотника має дорівнювати 12,0 мм.

3. Експериментальними дослідженнями доведено вірність теоретичних положень щодо визначення переміщення золотника у вертикальній площині корпусу пульсатора залежно від величини вакуумметричного тиску, що подається під шток, діаметра золотника та жорсткості пружини. З попередніх експериментів встановлено, що діаметр, що приймається нами з конструктивних міркувань золотника, дорівнює 40,0 мм. Звідси випливає, що для забезпечення переміщення золотника з верхнього крайнього крайнього положення в крайнє нижнє положення при даному діаметрі і вакуумметричному тиску під штоком 40,0 кПа жорсткість пружини повинна бути 1500,0 Н/м.

4. Доведено адекватність теоретичних моделей, що характеризують залежність щодо визначення потужності приводу золотника пульсатора залежно від конструктивних параметрів пульсатора. Встановлено, що при діаметрі золотника та висоті його паза, рівними 40,0 мм, вакуумметричному тиску 48,0 кПа, коефіцієнті тертя ковзання, що дорівнює 0,08, і частоті обертання золотника – 60,0 об/хв., потужність приводу повинна бути щонайменше 1,6 Вт.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні визначення та поняття

Згідно Закону України «Про охорону праці», охорона праці це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Законодавство про охорону праці складається з приведеного вище Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

У відповідності до визначення, об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Щодо розроблюваного в дипломній роботі доїльного апарата, то він не підпадає під приведені визначення, та не є об'єктом підвищеної небезпеки. Проте на території ферми зберігають легкозаймисті матеріали: солома (її використовують в якості підстилки) та сіно – складова кормової суміші для годівлі тварин. Це може призвести до виникнення пожежі, яку згідно відносять до надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Пожежа це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

В процесі доїння тварин на працюючих можлива дія наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, по відношенню до яких необхідно дотримуватися запобіжних заходів:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання (двері станків, вакуумні насоси, вантажопідйомні механізми);
- термічна небезпека (гаряча вода); • підвищений рівень шуму;
- підвищена швидкість руху повітря (протяги); • гострі кромки обладнання;
- недостатня освітленість робочої зони; • підвищена вологість повітря;
- слизька підлога;
- біологічна небезпека (хвороботворні мікроорганізми, тварини); • хімічна небезпека;
- небезпека ураження електричним струмом.

4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від шкідливих та небезпечних факторів.

Для убезпечення оператора машинного доїння від дії небезпечних і шкідливих факторів пропонуємо організаційні та технічні заходи.

Організаційні заходи своєчасність проведення інструктажів з охорони праці. Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який в установленому порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Цей вид інструктажу проводять для всіх нових працівників.

Далі, за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці, проводять первинний інструктаж на робочому місці.

До самостійної роботи в якості оператора машинного доїння допускаються особи, які досягли 18річного віку, які не мають медичних протипоказань, пройшли:

- відповідну професійну підготовку, в тому числі з питань охорони праці;
- які пройшли навчання і перевірку знань на 1 групу з електробезпеки;
- попередній при прийомі на роботу і періодичні медичні огляди і визнані придатними за станом здоров'я до роботи;

- вступний і первинний інструктаж на робочому місці;
- стажування і перевірку знань з питань охорони праці.

Оператори проходять повторний інструктаж з охорони праці в терміни не рідше ніж один раз на шість місяців і щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

Технічні заходи. Оператор повинен бути забезпечений спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (далі ЗІЗ), відповідно до Типових галузевих норм безплатної видачі.

Для захисту оператора машинного доїння від уражень електричним струмом під час аварійного замикання на землю чи корпус обладнання під час пошкодження ізоляції передбачено захисний вимикач, який спрацьовує через 0,2 сек після замикання та заземлення електродвигуна. Крім того, між вакуум-насосом (привід від електродвигуна) та вакуум-проводом встановлено діелектричну вставку.

Для захисту оператора машинного доїння від підвищеного рівня забруднення повітря шкідливими газами типовим проектом доїльної зали передбачено примусову систему вентиляції.

4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів

Перед початком роботи необхідно перевірити придатність до експлуатації і застосування засобів індивідуального захисту, прийняти душ і надіти спецодяг і інші захисні засоби. Підготувати робоче місце, прибрати сторонні предмети і все, що може перешкоджати безпечного виконання робіт, звільнити проходи і місця складування. Перевірити справність доїльних апаратів, механізмів відкривання дверей доїльних верстатів, захисних огорожень, засобів сигналізації, системи освітлення. Оператор повинен перевірити справність доїльних апаратів, їх комплектність. Оглянути доїльну гуму. Несправна доїльна гума викличе у корів больові відчуття і неспокій, яке може стати причиною травмування оператора. Перевірити величину робочого вакууму в піддійковій камері і частоту пульсацій в апараті, які повинні відповідати вимогам експлуатаційної документації. Перевірити лінії вакуум і молокопроводів. Перед

початком робіт оператор повинен додатково промити все молочне устаткування, доїльні апарати, лінію молокопроводів і весь молочний інвентар. Миття молочного обладнання проводити за допомогою спеціальних миючих розчинів. Обполоснути доїльні апарати гарячою водою. У холодний період при низькій температурі доїльні стакани підігріти в гарячій воді (45 ± 5 ° C). При роботі оператор повинен стежити, щоб під час дезінфекції і миття молочного обладнання вода і розчини не потрапляли на електроапаратуру та інше обладнання. Оператор повинен вивчити клички, вік, темперамент закріплених корів. Перевірити наявність попереджувальних написів на зовнішній стороні стійл, де знаходяться корови зі злим і неспокійним норовом. Оглянути поголів'я тварин в приміщенні, переконатися, що всі тварини знаходяться в боксах або надійно прив'язані. Переконатися, що прив'язь у корів не закручена і не стискає шию тварин, при виявленні хворих і слабких тварин повідомити про них ветлікаря. Не допускати до машинного доїння хворих на мастит і потребують лікування корів. При виявленні слизьких поверхонь вжити заходів до усунення ковзання. Виявлені порушення вимог з охорони праці повинні бути усунені до початку робіт. При неможливості усунути порушення оператор зобов'язаний повідомити про недоліки в забезпеченні охорони праці керівнику робіт і до їх усунення до роботи не приступати.

Поводження з тваринами має бути спокійним і впевненим, але не грубим. Принести відро з теплою (40 ± 5 ° C) водою, м'яку еластичну губку або тканину для обмивання вимені, доїльні апарати і поставити їх в місці, недоступному для тварин. Підготувати корів до доїння, не викликаючи у них неприємних відчуттів, обумовлених механічними та термічними подразниками (сильне натискання, гаряча або холодна вода і т.п.). При підготовці вимені до доїння забороняється підлазити під тулуб тварини. Переконатися, що корови прив'язані і спокійно стоять на своїх місцях. Виконати підготовчі операції в такій послідовності: обмити, витерти, зробити масаж вимені, здоїти перші цівки молока, надіти доїльні стакани на соски вимені. Не порушувати послідовності і безперервності проведення технологічних операцій. Порушення послідовності

проведення підготовчих операцій викликає занепокоєння і больові відчуття у корови і вона може травмувати оператора. При доїнні хвіст корови фіксується до тазової кінцівки тварини за допомогою легкознімного ремня. Доїння корів з хворим вим'ям (мастит, травми дійок) проводити за допомогою катетера. Оператор повинен бути особливо уважним і обережним при надяганні доїльних апаратів на дійки полохливих і неспокійних тварин. Під час доїння не відволікатися і не відволікати інших сторонніми розмовами. Після закінчення віддачі молока негайно і без ривків зняти доїльні стакани з дійок вимені, не перетримувати доїльний апарат на дійках вимені корови, так як це викличе больові відчуття і неспокій, що може призвести до травмування. При роботі на доїльному залі типу «Ялинка» не заходити до групового станка, якщо в ньому знаходяться корови. Чи не стояти в дверях, не проходити і не виходити з доїльного залу, якщо корів впускають в доїльну залу або випускають з неї. Чистку тварин проводити в за фіксованому стані відповідними пристосуваннями (пилососи, щітки, скребла), а підлогу стійл скребками з держакон, що забезпечує виконання роботи на безпечній відстані від тварини. Забороняється допускати на своє робоче місце сторонніх осіб, самостійно проводити ремонт обладнання, доторкатися до струмоведучих частин обладнання, електророзподільних щитів, шаф, арматури загального освітлення.

По закінченню робіт привести в порядок робоче місце, відключити установку від електричної мережі, вимити використані пристосування і тару. Провести щоденне технічне обслуговування установок відповідно до вимог інструкції заводу-виготонувача. Доповісти керівнику робіт про всі порушення, які були виявлені в процесі роботи, а також про заходи, вжиті до їх усунення. Здати в установленому порядку чергування зміннику. При здачі чергування повідомити оператору, який приймає чергування, про зміни в поведінці тварин, які можуть становити небезпеку при подальшій роботі з ними. Спецодяг зняти, почистити, здати на обслуговування або зберігання. Виконати вимоги гігієни, прийняти душ.

Оператор зобов'язаний:

- дотримуватися Правил внутрішнього трудового розпорядку;
 - виконувати лише ту роботу, яка доручена безпосереднім керівником;
- знати і вдосконалювати методи безпечної роботи;
- дотримуватися технологію виробництва робіт, застосовувати способи, що забезпечують безпеку праці, встановлені в інструкціях з охорони праці;
 - використовувати інструмент, пристосування, інвентар за призначенням, про їхню несправність повідомляти керівнику робіт;
 - знати відповідно до кваліфікації будову доїльних установок і принцип їх роботи;
 - знати, де перебувають і вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;
 - негайно повідомити керівника робіт про будь-якій ситуації, яка загрожує життю або здоров'ю працюючих і оточуючих, нещасний випадок, що стався на виробництві;
 - пройти відповідну теоретичну і практичну підготовку і вміти надавати долікарську медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків;
 - при необхідності забезпечувати доставку (супровід) потерпілого до закладу охорони здоров'я;
 - дотримуватися правил особистої гігієни;
 - відповідно до характеру виконуваної роботи правильно використовувати надані йому засоби індивідуального захисту, а в разі їх відсутності або несправності повідомити про це безпосереднього керівника.

Оператору заборонено появу на робочому місці в стані алкогольного, наркотичного та токсичного сп'яніння, а також розпивання спиртних напоїв, вживання наркотичних, токсичних і психотропних речовин в робочий час і за місцем роботи. Палити дозволяється тільки в спеціально обладнаних місцях. Не допускається куріння в невстановлених місцях і користування відкритим вогнем. Оператор зобов'язаний сприяти і співпрацювати з наймачем у справі забезпечення здорових і безпечних умов праці, негайно сповіщати свого

безпосереднього керівника або іншу посадову особу наймача про несправності устаткування, інструменту, пристосувань, транспортних засобів, засобів захисту, про погіршення стану свого здоров'я.

4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях

Як було сказано вище, найбільш імовірною надзвичайною ситуацією на фермі є пожежа, тому приведемо обов'язки і дії працівників у разі пожежі на фермі великої рогатої худоби. Кожен працівник ферми при виявленні пожежі або ознак горіння (задимлення, запах гару, підвищення температури і т. п.) повинен:

- негайно припинити роботу і викликати пожежну охорону по телефону 101, повідомивши при цьому адресу ферми, місце виникнення, прізвище, ім'я, по батькові, телефон;

- прийняти можливі заходи щодо евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей;
- відключити від електромережі закріплене електрообладнання;
- приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння;
- повідомити безпосереднього керівника і оповістити оточуючих співробітників;
- при загальному сигналі небезпеки покинути будівлю.

Керівник структурного підрозділу, якому стало відомо про пожежу зобов'язаний:

- викликати по телефону пожежну охорону;
- негайно сповістити своїх підлеглих та інших працівників;
- повідомити про пожежу особи, відповідальної за пожежну безпеку на об'єкті;
- вжити заходів з надання допомоги в гасінні пожежі, евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей.

Особа, відповідальна за пожежну безпеку на фермі, зобов'язана:

- продублювати повідомлення про виникнення пожежі в пожежну охорону і довести до відома власника майна (генеральний директор, засновник);
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування, використовуючи для цього наявні сили і засоби;

- при необхідності відключити електроенергію, виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі і задимлення приміщень будівлі;
- припинити всі роботи в будівлі, крім робіт, пов'язаних із заходами щодо ліквідації пожежі;
- видалити за межі небезпечної зони всіх сторонніх працівників, які не беруть участі в локалізації пожежі;
- здійснити загальне керівництво з гасіння пожежі до прибуття підрозділу пожежної охорони;
- забезпечити дотримання вимог безпеки працівниками, які беруть участь в гасінні пожежі;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист тварин і матеріальних цінностей;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони і надати допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі.

При прибутті пожежних підрозділів особа, відповідальну за пожежну безпеку на фермі, зобов'язана проінформувати керівника гасіння пожежі про конструктивні особливості будівлі, прилеглих будівель і споруд, кількості і пожежонебезпечних властивостях речовин, які зберігаються і застосовуються, матеріалів та інших відомостях, необхідних для успішної ліквідації пожежі. Він зобов'язаний також організовувати залучення сил і засобів об'єкта до здійснення необхідних заходів, пов'язаних з ліквідацією пожежі та попередженням її розвитку.

Висновки.

З використанням актуальної нормативної документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого доїльного апарата, встановлена дія небезпечних та шкідливих факторів на оператора машинного доїння. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи та приведено правила безпечного виконання робіт. Виявлено, що найбільш ймовірною надзвичайною ситуацією на фермі є пожежа, тому приведено порядок дій персоналу при її виникненні.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З МЕХАНІЧНИМ ПУЛЬСАТОРОМ

Показники економічної ефективності роботи експериментального доїльного апарату з механічним пульсатором розраховували з урахуванням загальноприйнятих методик.

Для більш об'єктивної оцінки ефективності слід проводити аналогічні розрахунки по контрольному доїльному апарату.

Розрахунок показників економічних ефективності вели паралельно на двох досліджуваних групах – на контрольній із використанням доїльного апарату «Корівка» та дослідною із застосуванням експериментального зразка.

Основними показниками були прийняті – зниження ручних витрат у процесі доїння та збільшення ступеня здоєності тварин.

5.1 Розрахунок економічної ефективності розробленого доїльного апарату з механічним пульсатором

Економічна ефективність використання експериментального доїльного апарату, отримана результати розрахунків наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники економічної ефективності під час використання розробленого доїльного апарату з механічним пульсатором

Показники	Корівка	Експериментальний доїльний апарат
Капітальні вкладення, грн	7200,0	8100,0
Витрати на експлуатацію (грн):		
– відрахування на амортизацію	1209,6	1360,8
– витрати на поточний ремонт та догляди	1072,8	1206,9
– електроенергія	936,0	1053,0
Наведені витрати	51408,7	50706,2
Економічна ефективність протягом року. наведених витрат у розрахунку на 20 корів, грн.		8161,0
Економічна ефективність протягом року по. наведених витрат у розрахунку на одну корову, грн		408,0
Термін окупності, років		0,99

Як видно з таблиці 5. 3 при використанні експериментального доїльного апарату економічна ефективність за наведеними витратами вища, ніж при застосуванні контрольного доїльного апарату. Економічна ефективність протягом року становила 8161, гривень. При розрахунку одну корову вона становила 408,0 гривень.

Висновки по розділу.

1. Під час проведення виробничих випробувань, було зроблено такі висновки, що з використання експериментального доїльного апарату спостерігалася велика тривалість періоду очікування досягнення пікового значення молокоотдачі. Він становив у експериментального адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором 40,106 с., а у контрольного апарату «Корівка» – 39,443 с., що можна пояснити попереднім стимулюючим масажем часток вимені корови протягом 20-40 с., що передує надіванню стакану апарату "Корівка", а при використанні експериментального адаптивного доїльного апарату стимуляція молочної залози відбувається в процесі доїння. Разовий удій корови був вищим у дослідній групі на 0,603 кг із застосуванням експериментального адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором, і становив 9,793 кг. Достовірність відмінностей результатів вимірювань підтверджувалася математичною оцінкою за критерієм Стьюдента.

2. В результаті адаптації режиму доїння експериментальним доїльним апаратом, яке полягає у зменшенні таких показників як, тривалість такту ссання, вакуумметричний тиск, частота пульсацій, одночасно зі зниженням інтенсивності потоку молока, що виводиться з вимені корови, спостерігалось зменшення загальної кількості корів, які захворювали маститом на 11,1%.

3. Використання експериментального адаптивного доїльного апарату економічно доцільне. Економічна ефективність цього застосування з урахуванням наведених витрат, у розрахунку на 20 голів, склала 8161,0 гривень.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій машинного доїння корів та відомих технічних рішень доїльного обладнання дозволив встановити, що в умовах особистих підвір'їв та колективних фермерських господарств доцільно використовувати адаптивні доїльні апарати, у пульсаторів яких залежно від інтенсивності молоковіддачі змінюються як частота пульсацій, так і співвідношення тактів.

2. Теоретично та експериментально доведено, що час включення такту стиснення та такту ссання в доїльних склянках залежить від коефіцієнта динамічної в'язкості повітря, перепаду тиску на вході та виході, довжини та діаметра каналу, що повідомляє пульсатор з розподільчою камерою колектора. Адекватність теоретичної та емпіричної моделей підтверджується F – критерієм Фішера. При табличному значенні 3,40 його факт становить 2,06. Згідно з даними експерименту, при довжині каналу 1,25 м рекомендований час включення такту стиснення 0,06 забезпечується при його діаметрі, що дорівнює 3,1 мм.

3. Математичним моделюванням робочого процесу механічного пульсатора адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон встановлено, що співвідношення тактів пульсатора залежить від діаметра золотника і висоти його паза, товщини пластини, що розділяє камери вакуумметричного та атмосферного тиску, що дорівнює за розміром діаметрів отворів, пульсатор з розподільчою камерою колектора, положення золотника щодо даних отворів, відстані від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора до лінії кріплення розділової пластини до нижньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску, відстані від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора з боку камери лінії кріплення розділової пластини до верхньої поверхні внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску. Експериментальними дослідженнями доведено справедливність теоретичних положень. Адекватність теоретичних та експериментальних рівнянь оцінювалася за критерієм Фішера. Фактичні значення критерію не перевищують 1.11 для такту стиснення і 1.57 для такту

сання, тоді як табличне значення $F_{\text{критерію Фішера}}$ дорівнює 3,13 для такту стиснення і 2,40 для такту сання. Встановлено, що для забезпечення варіювання співвідношення тактів пульсатора в інтервалі 40:60...60:40 при діаметрі золотника, що дорівнює 40,0 мм, висоті його паза, що дорівнює 40,0 мм і товщині розділової пластини, що відповідає діаметру каналу, що повідомляє пульсатор з камерою колектора та рівному 3,1 мм, відстань від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора до лінії кріплення розділової пластини до нижньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску та відстань від внутрішньої поверхні корпусу пульсатора з боку камери постійного вакуумметричного тиску до лінії кріплення розділової пластини до верхньої площини внутрішньої поверхні золотника з боку камери постійного атмосферного тиску має становити 12 мм.

4. Встановлено залежність переміщення золотника від його діаметра та ваги, тиску, що діє на золотник, та жорсткості пружини. Теоретично та експериментально доведено, що для забезпечення переміщення золотника з крайнього верхнього положення у крайнє нижнє положення при діаметрі золотника 40,0 мм та вакуумметричному тиску під штоком 40,0 кПа жорсткість пружини має бути 1500,0 Н/м.

5. Математичним моделюванням робочого процесу приводу золотника у обертальний рух та експериментальними дослідженнями встановлено, що потрібна потужність залежить від діаметра та висоти паза золотника, вакуумметричного тиску, коефіцієнта тертя ковзання золотника про внутрішню поверхню пульсатора, та частоти обертання золотника. Адекватність теоретичних та емпіричних рівнянь підтверджена оцінкою за F – критерієм Фішера. Встановлено, що при діаметрі золотника та висоті його паза, рівними 40,0 мм, вакуумметричному тиску 48,0 кПа, коефіцієнті тертя ковзання, що дорівнює 0,08, і частоті обертання золотника – 60,0 об/хв., потужність приводу повинна бути щонайменше 1,6 Вт.

6. Встановлено, що внаслідок використання експериментального адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором порівняно з доїльним

апаратом «Корівка» молочна продуктивність корів збільшилася на 6,1 %, а захворюваність на мастит зменшилася на 11,1 %. Економічна ефективність застосування адаптивного доїльного апарату з механічним пульсатором, для 20 голів, становила 81610,6 гривень. Використання експериментального адаптивного доїльного апарату забезпечило отримання виручки понад 269877,1 гривень на рік.

У подальшій перспективі наукових досліджень доцільно продовжити експеримент у напрямі автоматизації процесу доїння адаптивними доїльними апаратами із поквартирним керуванням режимом доїння.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Національний проект “Відроджене скотарство” / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки]. – К.: ДІА, 201 – 44 с.
2. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.
3. Hanus O., Vegricht J., Frelich J., Macek A. Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. Czech Journal Animal Science. 2008. Vol. 53. P. 17 – 26.
4. Graeme A. The Role of the Milking Machine in Mastitis Control. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2012. Vol. 28, iss. 2, pp. 307 – 320. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749072012000217?via%3Dihub> (дата звернення: 17. 10 2016).
5. Hovinen M., Pyörälä S. Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. Journal of Dairy Science. 2011. Vol. 94. P. 547 – 562. URL: https://www.researchgate.net/publication/49776339_Invited_review_Udder_health_of_dairy_cows_in_automatic_milking (дата звернення: 17. 03 2017).
6. Rasmussen M. D., Wiking L., Bjerring M., Larsen H. Influence of Air Intake on the Concentration of Free Fatty Acids and Vacuum Fluctuations During Automatic Milking. Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 4596–4605. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72509-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72509-7/fulltext) (дата звернення: 17. 11 2016).
7. Bohumira Jastova. Quality of raw milk from a farm with automatic milking system in the Czech Republic. Acta Veterinaria Brno. 2011. Vol. 80. P. 207– 214. URL: https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb_2011080020207.pdf (дата звернення: 17. 08 2018). 87
8. Сочка Л. Вимя - не машина. Пропозиція. 2000. № 6. С. 70 – 72.
9. Звойленко Д. В., Луценко М. М. Дослідження процесу молоковіддачі у корів на різних доїльних установках. Науково- технічний бюлетень/ Інститут

тваринництва НААН. Харків, 2011. № 104. С. 70 – 74. URL: <http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB%20104.pdf> (дата звернення: 17. 12 2018).

10. Дмитрів І. В., Красниця Б. С. Аналіз методів та засобів оцінки параметрів сучасних систем доїння. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського національного аграрного університету Львів. 2017. № 21. С. 134 – 140.

11. Текучев И. К. Перспективная техника для обеспечения долголетия высокопродуктивных коров. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. №4. С. 17 – 20.

12. Пастернак Н. Чи буде в Україні якісне молоко? Молочна промисловість. 2008. №1 (44). С. 18 – 21.

13. Хоменко В. Завдання і перспективи санітарії молока. Тваринництво України. 2000. № 9 – 10. С 21 – 23.

14. Хоменко В., Тютюн А. Стандартизація показників якості молока. Тваринництво України. 1997. №1. С. 6 – 7. 21. Міхаель Гьотц. Чому корова притримує молоко? Агроексперт. 2017. 9 (10). С. 122 – 124.

15. Смоляр В. Рівень захворюваності корів на мастит за використання різних типів доїльних установок. Техніка і технології АПК. 2014. № 1. С. 17

16. Ткач В. В. Обґрунтування параметрів релізерного пристрою для доїльного апарата: дис. канд. техн. наук. Глеваха, 2007. 143 с.

17. Robert E. Graves. Tie stall dairy Barns: what is new? Dairy and animal science. 2010. P. 12 – 16. 28. Greger S. Tie stall housing systems on dairy farms. Animals angels. 2010. P. 11 – 14. 89

18. Кушнарєнко Г. Плюсы и минусы беспривязного содержания КРС. Агротехника и технология. 2009. №2. С. 5 – 8.

19. Tom Rayn, John Donworth. Keeping the milk flowing. Farming. 2010. P. 7.

20. Dirk Homberg. Neun aktuelle Melkzeuge im Vergleich. Top agrar. 2012. №10, pp. 32 – 37.

21. Dr. Dirk Hömberg. Aggressive Melkzeuge ramponieren die Zitzen. Top agrar. 2009. №1. pp. 40 – 43.
22. Коврига В. В., Фененко А. І. Передумови збільшення і здешевлення молока. Економіка АПК. 1996. № 3. С. 39 – 45.
23. Панічев Р. Доїльне різноманіття. Пропозиція. 2012. №1. С. 108 – 111.
24. Кудлай І. М., Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2010. Вип. 7 (17). С. 64 – 68.
25. Фененко А. І., Сиротюк В. А. Режимна характеристика колектора молокопроводної лінії доїльного апарата. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського державного аграрного університету. Львів, 2006. Вип. 10. С. 158 – 162.
26. Дмитрів В. Т., Дмитрів І. В. Імітатор інтенсивності молоковіддачі при експериментальних дослідженнях доїльних апаратів. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського національного аграрного університету: Львів. Львів. Національний агроуніверситет, 2013. № 17. С. 124 – 129.
27. Павленко С. І., Алієв Е. Б., Линник Ю. О. Методика експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2015. Вип. 5. Т. 2. С. 167 – 172.
28. Закон України "Про охорону праці"
29. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація
30. Об'єкт підвищеної небезпеки // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] - К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2002. - Т. 4 : Н - П. - 720 с. - ISBN 966-7492-04-4.
31. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.