

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
рівня вищої освіти «Магістр» на тему:

**Обґрунтування параметрів електромагнітного
пульсатора двотактного доїльного апарата**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІз-1-23
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Гайдай Василь Миколайович

Керівник: _____ Дудін Володимир Юрійович

Рецензент: _____ Потеруха Борис Тарасович

Дніпро 2024

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

Кафедра інжинірингу технічних систем
Рівень вищої освіти: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«11» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гайдаю Василю Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів електромагнітного пульсатора двотактного доїльного апарата

керівник роботи Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

« 11 » листопада 2024 року № 3769

2. Строк подання студентом роботи 16.12.2024 р.

∴

3. Вихідні дані до роботи Аналіз стану питання процесів та обладнання для доїння корів та зокрема доїльних апаратів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання і завдання дослідження. 2. Теоретичні дослідження доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна. 3. Експериментальні дослідження параметрів удосконаленого доїльного апарату. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування доїльного апарата. Загальні висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 11.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.10.2024 р.	
2	Теоретичний	до 20.10.2024 р.	
3	Експериментальний	до 09.11.2024р.	
4	Охорона праці	до 19.11.2024 р.	
5	Економічний	до 26.11.2024 р.	
6	Демонстраційна частина	до 30.11.2024р.	

Студент

(підпис)

Гайдай В.М.

_____ .

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дудін В.Ю.

_____ .

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гайдай В.М. Обґрунтування параметрів електромагнітного пульсатора двотактного доїльного апарата /Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Вступна частина дипломної роботи містить обґрунтування актуальності теми, а також чітко сформульовані мету та завдання. Окреслено методи дослідження. У першому розділі представлено огляд технічних засобів для машинного доїння корів, визначено основні напрямки теоретичних досліджень цього процесу та проведено їх аналіз. Другий розділ присвячено теоретичному обґрунтуванню конструктивно-технологічних параметрів доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна. У третьому розділі розроблено програму та методику експериментальних досліджень, а також проаналізовано отримані результати. Проведено оцінку розробленої конструкції з точки зору охорони праці. Включено економічне обґрунтування проекту. У завершенні роботи сформульовано висновки та складено список використаних джерел.

Ключові слова: доїльний апарат, електропульсатор, циклограма, перехідні процеси.

Вступ	8
1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1 Технологія машинного доїння і фізіологічні особливості процесу молоковіддачі у корів	11
1.2 Огляд досліджень тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів	21
1.3 Пульсатори доїльних апаратів та їх класифікація	23
1.4 Висновки по розділу	30
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З ПУЛЬСАТОРОМ НА ОСНОВІ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА	32
2.1 Опис конструкції та процесу роботи удосконаленого доїльного апарату	32
2.2 Обґрунтування конструктивних параметрів клапанного механізму пульсатора доїльного апарату	38
2.3 Циклограма процесу роботи доїльного апарату	49
2.4 Висновки по розділу	53
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ	55
3.1 Прилади і загальна методика експерименту	55
3.2 Методика визначення тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів	55
3.3 Результати експериментальних досліджень вдосконаленого доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна	57
3.4 Математична обробка результатів експерименту	61
3.5 Висновки по розділу	65
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	67
4.1 Загальні вимоги охорони праці при роботі з доїльним обладнанням	67
4.2 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з доїльним обладнанням	69
4.3 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях	71

4.4 Висновки по розділу	73
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА	74
5.1 Вихідні дані	74
5.2 Розрахунок показників економічної ефективності	75
5.3 Висновки по розділу	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	77
БІБЛІОГРАФІЯ	79
ДОДАТКИ	82

Одним з найважливіших напрямів агропромислового комплексу України є молочне тваринництво, від його стану багато в чому залежить продовольча безпека країни. Згідно Концепції довгострокового соціально-економічного розвитку України планується до 2020 року вийти на рівень душевого споживання молочних продуктів, що відповідає рекомендованій нормі, і збільшити виробництво молока на 27 %. Для досягнення цього Урядом впроваджений національний проект "Україна-2020" та прийняті галузеві цільові програми Міністерства аграрної політики та продовольства України. Перераховані заходи сприяють збільшенню попиту на доїльне устаткування, використання якого дозволяє зменшити трудомісткість процесу доїння, підвищити якість отриманого молока і поліпшити організацію праці. Але, не дивлячись на загальний розвиток науки і техніки, в тваринництві залишається безліч операцій, автоматизація яких ускладнена. Виникаючі труднощі пов'язані з наявністю системи "Людина - машина - живий організм", в якій особливе місце займає організм тварини і його фізіологічні потреби. При доїнні доїльний апарат безпосередньо контактує з вим'ям корови, тому від режиму його роботи залежить здоров'я і продуктивність тварини, а, отже, і рентабельність галузі зрештою. Існуючі доїльні апарати мають жорсткий режим роботи через різкі перехідні процеси від тактососання до такту стискання в міжстінних камерах доїльних стаканів, що викликає зворотний потік молока, ороговіння сосків, появу тріщин і гіперемічні явища в тканинах вимені під час доїння. Перераховані ускладнення провокують виникнення больових відчуттів і стресів у корів, які притуплюють рефлекс молоковіддачі, а також призводять до маститних захворювань. Таким чином, існуючі доїльні апарати, не залежно від установок, в яких вони застосовуються, не відповідають повною мірою фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі. Тому потрібне подальше вдосконалення принципу роботи доїльного апарату і його виконавчих органів. Найбільш перспективним напрямом удосконалення доїльного апарату є збільшення тривалості перехідного процесу від такту сосання до такту

стискання в міжстінних камерах доїльних стаканів, що дозволить зменшити його негативний вплив на організм тварин; підвищити продуктивність корів; знизити кількість випадків виникнення маститів, відповідно, вибраковування тварин.

Актуальність дослідження: Задоволення потреби населення в молочних продуктах позначене в якості одного із стратегічних напрямів розвитку АПК України. Для досягнення цієї мети посилюються заходи державного регулювання, молочнопродуктового підкомплексу. Але через конструктивні недоліки використовуваної доїльної техніки ефективність цих заходів знижується. Тому виникає необхідність у науковому обґрунтуванні нових режимів доїння і удосконаленні доїльної техніки. Один з напрямів удосконалення доїльної техніки - це регулювання тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, яке здійснюється кількома способами:

1. Підбором товщини соскової гуми;
2. Зміною конструкції доїльних стаканів;
3. Зміною частоти пульсацій;
4. Використанням регулюючих пристроїв в лінії змінного вакууму доїльного апарату.

Найбільш виправданим з точки зору автоматизації і управління процесом доїння є використання регулюючих пристроїв. Але існуючі розробки ускладнюють конструкцію доїльного апарату, знижують його надійність і вирішують проблему не в повному об'ємі.

Об'єктом дослідження є технологія машинного доїння корів при використанні доїльного апарату з лінійним електроприводом клапанного механізму електропульсатора.

Предмет дослідження: закономірності функціонування пульсатора з лінійним електроприводом.

Методика дослідження включає аналіз технології машинного доїння і виявлення напрямів удосконалення принципу роботи доїльних апаратів,

методи фізичного і математичного моделювання, дослідження операцій і математичної обробки результатів експериментів, оцінку адекватності і достовірності отриманих даних, визначення економічної ефективності впровадження запропонованої розробки. Аналіз попередніх досліджень доїльної техніки і дії доїльного апарату на організм тварин дозволив сформулювати *наукову гіпотезу* про те, що регулювання тривалості, перехідного процесу від такту сосання до такту стискання в міжстінних камерах доїльних стаканів дозволить створити режим доїння з тривалішим перехідним процесом від такту сосання до такту стискання. За робочу гіпотезу прийнято припущення про можливість керування тривалістю перехідного процесу від такту сосання до такту стискання в міжстінних камерах доїльних стаканів за допомогою клапанного механізму, привід якого здійснюється лінійним двигуном з керованою динамікою переміщення якоря.

1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Технологія машинного доїння і фізіологічні особливості процесу молоковіддачі у корів

Технологія машинного доїння ґрунтується на застосуванні доїльного апарату, який містить підвісну частину, пульсатор, вакуумну установку і молокоприймник. Підвісна частина на всіх доїльних апаратах має ідентичний пристрій і складається з чотирьох доїльних стаканів, колектора, молочних і вакуумних шлангів. Вакуумна установка і молокоприймник видозмінюються залежно від технологічної схеми машинного доїння, яка економічно обґрунтовується на етапах будівництва або реконструкції молочно-товарних ферм залежно від обсягів виробництва молока і кількості корів в стаді. Пульсатор забезпечує роботу доїльних стаканів з необхідними параметрами режиму доїння.

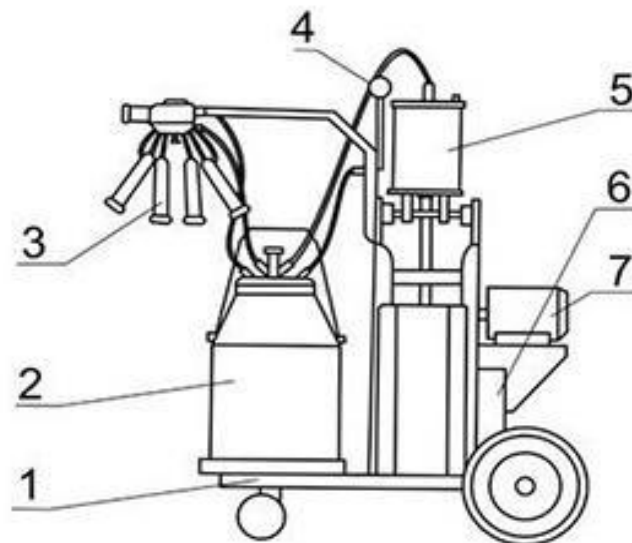


Рисунок 1.1 - Мобільна доїльна установка ДА-1: 1 - рама; 2 - бідон для збору молока; 3 - доїльна апаратура (молочний шланг, доїльні стакани, колектор); 4 - вакууметр; 5 - поршневий насос; 6 - редуктор; 7 - електродвигун.

Технологічна схема доїння з використанням таких установок представлена на малюнку 1.2. Мобільна доїльна установка дозволяє зменшити

витрати праці на процес доїння і дає можливість обслуговувати тварин, що знаходяться в різних приміщеннях.

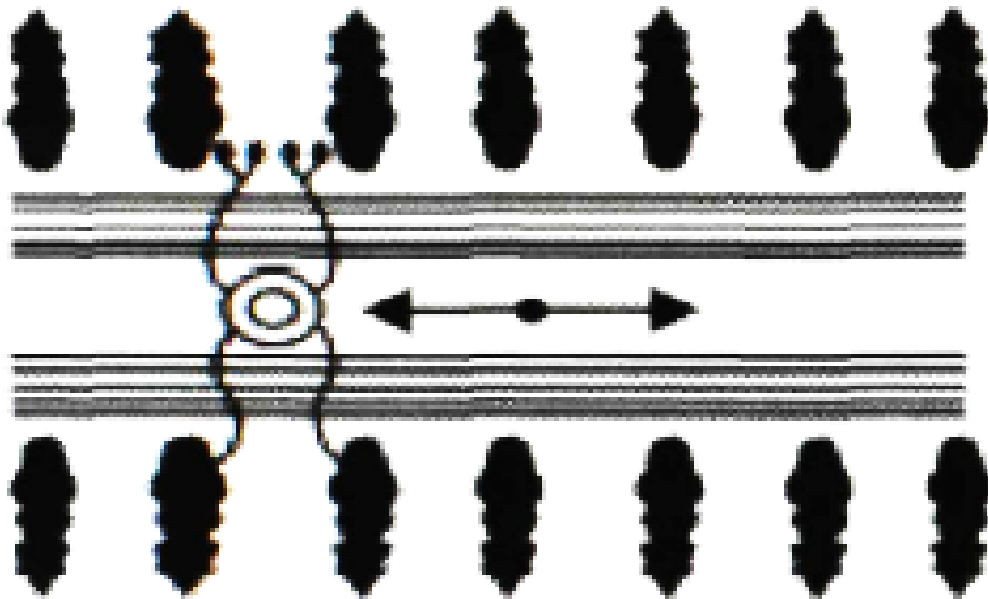


Рисунок 1.2. Технологічна схема доїння мобільною установкою

На великих фермах і комплексах по виробництву молока технологічна схема машинного доїння залежить від системи і способу утримання корів. У скотарстві для великої рогатої худоби молочних і комбінованих порід використовується стійлова (безвигульна) і стійлово-пасовищна системи з прив'язним і бесприв'язним способами утримання. Оснащеність молочно-товарних ферм і комплексів різними видами доїльного устаткування розподіляється в наступному співвідношенні:

- установки з молокопроводом - 81,9 %;
- відерні установки - 14,5 %;
- установки для доїння в доїльних залах - 3,4 %;
- ручне доїння - 0,2 %.

Такий розподіл пов'язаний з поширенням прив'язного способу утримання корів (до 95 %). У нашій країні застосовуються наступні технології доїння (рисунок 1.3) [3].

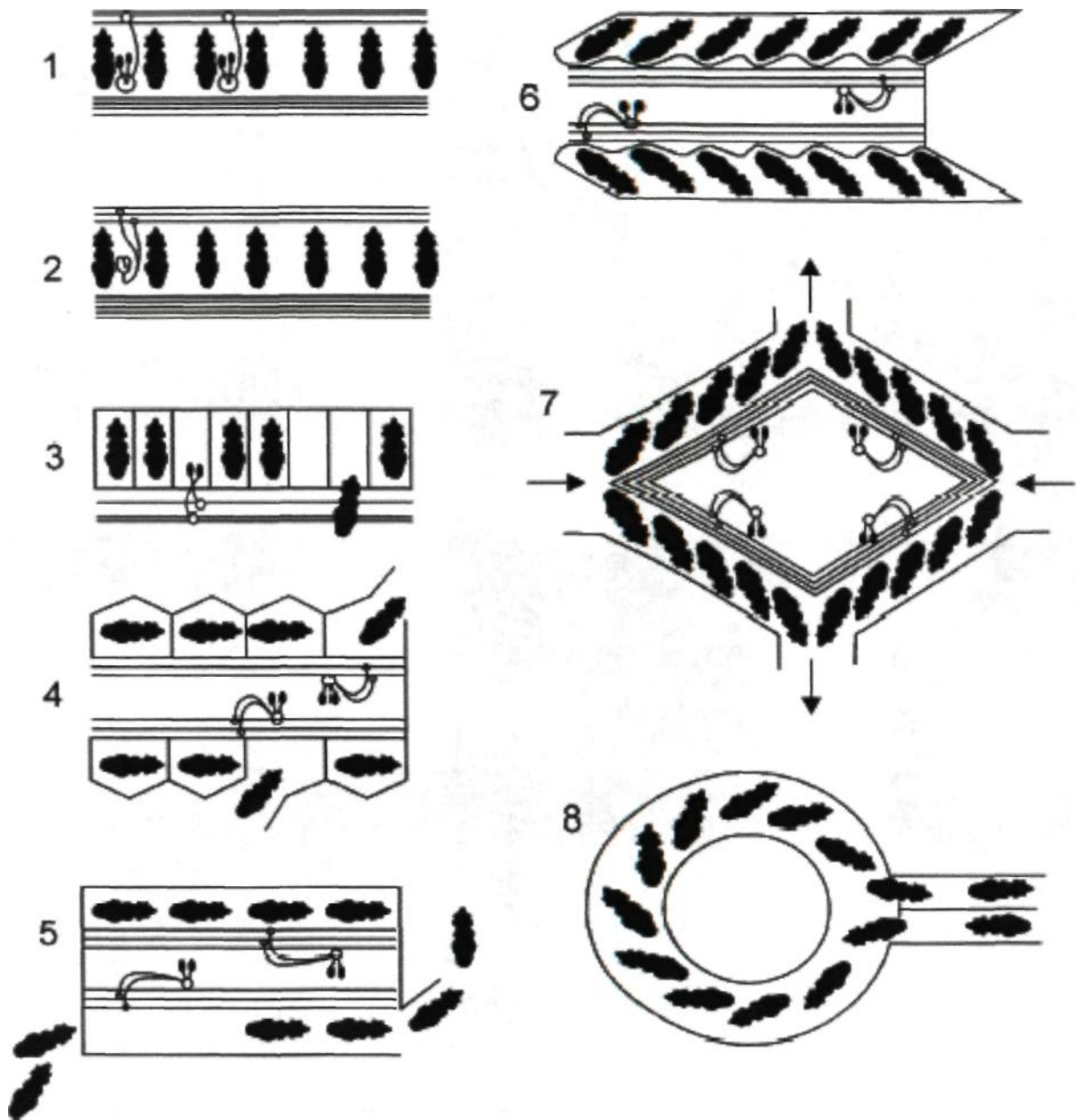


Рисунок 1.3 - Технологічні схеми доїння установками: 1- з переносними відрами; 2 - із стійловим молокопроводом; 3 - з паралельно-прохідними верстатами; 4, 5 - типу "Тандем" з індивідуальним і груповим запуском; 6 - типу "Ялиночка" з прохідними груповими верстатами; 7 - типу "Полігон" з прохідними груповими верстатами; 8 - типу "Карусель".

Технологія доїння з переносними відрами є працезатратною і не забезпечує отримання молока сортів вищої якості. Але вона використовується завдяки відносно невеликим витратам на устаткування.

Досконаліша в цьому плані технологія із стійловим молокопроводом, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці доярів і якість молока. Технології доїння з переносними відрами та із стійловим молокопроводом використовуються при прив'язному утриманні корів.

Перспективним способом є без'привязне утримання, при якому використовуються установки з паралельно-прохідними верстатами, типу "Тандем", "Ялинка", "Полігон" і "Карусель".

Установки з паралельно-прохідними верстатами забезпечують безперебійне і ефективне доїння тварин. Корови в них розташовуються паралельно одна одній. Установки цього типу відрізняються високою продуктивністю та надійністю в експлуатації. Залежно від кількості доїльних місць можливе одночасне доїння від 8 до 100 тварин.

В установках типу "Тандем" тварини доються незалежно одна від одної. Час доїння кожної тварини не впливає на продуктивність доїльного залу в цілому.

Доїльні установки типу "Ялинка" є надійною і ефективною конструкцією, в якій корови розташовуються під кутом по обидві сторони доїльної ями. Установки цього типу поєднують в собі сучасні технології, проте їх експлуатація вимагає попереднього формування корів в групи по їх продуктивності та часу доїння. Залежно від кількості доїльних місць встановлюється від 8 до 40 доїльних апаратів.

Доїльні установки типу "Полігон" включають в себе чотири ряди стійл типу "Ялинка", розташованих у формі ромба, з можливістю окремого виходу з кожного ряду.

Установки типу "Карусель" відрізняються високою продуктивністю і застосовуються для доїння тварин на великих фермах і комплексах. Корови у них розташовуються на круглій платформі паралельно одна одній. За один оберт платформи відбувається доїння від 36 до 76 корів, відповідно використовується від 36 до 76 доїльних апаратів. Промисловістю випускається і ряд інших доїльних установок, що відповідають вказаним технологіям.

Практично усі виробники доїльної техніки пропонують різні модифікації установок для великих ферм і комплексів по виробництву молока.



Рисунок 1.4 - Доїльний робот Astronaut A3 Next виробництва "Lely"
(Нідерланди)

Останнім часом у світі все більшого поширення набувають доїльні роботи (рисунок 1.4). У 2008 році в Німеччині половина проданих доїльних установок припала на роботів, в Данії і Швеції - 60 %, у Фінляндії - 80%. Всього у світі налічується близько 10 тисяч доїльних роботів. За прогнозами до 2025 року роботи домінуватимуть на фермах з поголів'ям від 50 до 250 корів.

Доїльні роботи розміщуються безпосередньо в стійловому приміщенні і являють собою пневмогідролічну установку, оснащену лазерним сканером, сенсорними датчиками і системою контролю якості молока (рисунок 1.5). Як тільки лазерний сканер виявляє, що корова увійшла до доїльного боксу, маніпулятор під'єднує доїльні склянки до вим'я корови. Відбувається

переддоїльнастимуляція цівками теплої води, що надходять з доїльних стаканів впродовж 15-20 секунд. Автоматизована система в процесі доїння вимірює кількість отриманого молока і випускає корову з боксу тільки після того, як буде зафіксовано, що молоко з вимені повністю видоїно. Система управління доїльним роботом зв'язана з комп'ютером, де реєструються відомості про кожну корову (швидкість молоковіддачі, кількість видоєного молока, стан здоров'я та ін.). В процесі доїння також вимірюється електропровідність молока для перевірки його на мастит. Якщо корова хвора - молоко автоматично спрямовується в резервну ємність.

Застосування доїльних роботів найбільш оптимальне при переході на безприв'язне утримання в корівниках на 200 голів. В господарствах, які переходять на використання доїльних роботів надій збільшується на 5-15 %.

Серед недоліків доїльних роботів можна відмітити їх високу вартість, яку можна порівняти з витратами на будівництво доїльних залів [9] і тривалий строк окупності; наявність періоду адаптації корів до роботи; недосконалість системи надягання доїльних стаканів; тривалі процеси перемикання при зміні операцій; невелика (до 70 гол/год) продуктивність, що не відповідає потребам великих господарств; необхідність постійного висококваліфікованого обслуговування.

На виробництві доїльних роботів спеціалізуються наступні фірми: "Lely" і "Insentec" (Нідерланди), "DeLaval" (Швеція); "Westfalia-Surge", "Lemmer Fullwood GmbH" і "Impulsa" (Німеччина) .

Незважаючи на усю різноманітність технологічних схем машинного доїння, доїльні апарати, вживані в них, однаково впливають на організм тварин, і від цієї дії залежить ефективність процесу машинного доїння і здоров'я тварин. Проведений в роботі Р.С. Куспакова аналіз показує, що при роботі доїльного апарату здійснюється жорсткий режим доїння, тобто з різкими перехідними процесами від такту сосання до такту стискання. Різкі перехідні процеси сильно гальмують рефлекс молоковіддачі, що призводить до зниження продуктивності корів і захворювань вимені.

Перехідні процеси від такту сосання до такту стискання детально вивчені. Відмічається, що сплюснення соскової гumi, деформація і розкриття каналу сфінктера соска приводить до травмування його внутрішніх порожнин. Причина цього полягає в характері роботи соскової гumi, яка є тонкостінною гнучкою циліндричною оболонкою. В результаті радіального стискання, при різкому збільшенні тиску, вона втрачає стійкість форми кола і відбувається її "злам" з утворенням еліпса .

Е. А. Андріанов відмічає, що в результаті різких перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, так званої "бавовни" соскової гumi, виникають гіперемічні явища, які передують появі маститу і викликають больові відчуття у корів.

Больові відчуття, що повторюються щодня при доїнні, гальмують молоковіддачу і виробляють у корів негативну реакцію на машинне доїння. У них не повністю видається молоко, поступово знижуються надої і корови передчасно запускаються. Крім того, через жорсткий режим доїння виникають приховані кровонадої, які збільшують небезпеку захворювання маститом. Таким чином, через больові відчуття, які спричинені доїльним апаратом, притупляється рефлекс молоковіддачі і зростає вірогідність захворювання маститом (до 20 % корів щорічно), зменшується продуктивний вік тварин (в середньому 3-4 роки, замість 9-10 років по біологічних, нормам).

Окрім больового впливу соскової гumi на вим'я, дослідники виділяють також гідравлічний удар. На думку І. Г. Велитока, різкий перехід від такту сосання до такту стискання призводить до того, що потік молока з альвеол в цистерну вимені загальмовується, а іноді і припиняється. Це обумовлює зворотний потік молока з соскової цистерни в цистерну чверті, що порушує природне середовище поверхнево-тканинних структур порожнини соска, дратує епітеліальні тканини, а механічні ушкодження їх цілісності, що часто зустрічаються при активній деформації соска під час машинного доїння, можуть привести до травматизації соска і до виникнення маститу. Л.П. Карташов також відмічає, що при машинному доїнні, під час різкого стискання

соскової гуми, молоко, що знаходиться в сосці, надходить назад в цистерну вимені. Це є сигналом до зниження тонусу молочної залози і призводить до послаблення виведення молока Крім того, при доїнні тварин, у яких одна або дві чверті уражені маститом, при зворотному потоці молока інфекція з хворих чвертей може бути занесена в здорові.

Мастит при машинному доїнні отримав широке поширення в усіх країнах світу. Чинники, що викликають його, в основному криються в доїльних апаратах. Корова, що перехворіла субклінічною формою маститу, недодає за лактацію до 100 кг молока; клінічною - до 350 кг і більше. Якщо при ручному доїнні маститами захворює не більше 5-7 % тварин, то при неправильному машинному доїнні кількість хворих тварин може досягати 60 %. Економічний збиток від захворювань маститами складається з наступних складових:

- 1) зниження молочної продуктивності і якості молока (при легкому захворюванні молочно продуктивність тварини знижується на 12 %, а при важкому - на 25 %);
- 2) вибраковування хворих тварин складає 10-18 %;
- 3) захворювання телят, яких поють молоком від корів, хворих на мастити;
- 4) захворювання людей, що вживають незнаражене "маститне" молоко;
- 5) зниження виходу молодняка.

Негативний вплив доїльного апарату на організм корів і виникнення маститів обумовлено не лише недосконалістю конструкції доїльного апарату, але і фізіологічними особливостями процесу молоковіддачі.

Для утворення 1 л молока через вим'я корови повинно пройти 300-400 л крові. Якщо капіляри молочної залози різко здавлюються, то така кількість крові не може пройти через її тканини. В результаті скорочується секреція молока, що веде до зниження надою і виникнення стресу. Утворення молока у тварини, що піддається дії будь-якого стресу, стає менш важливою функцією, оскільки при цьому усі метаболічні процеси в організмі спрямовані на мобілізацію енергетичних ресурсів для подолання додаткового навантаження. Тому зниження молочної продуктивності при стресі можна вважати одним із

захисних заходів організму. Гальмування молоковіддачі під дією стрес-факторів веде не лише до неповного видоювання і зниження надою в результаті цього доїння, але і гальмує подальше утворення молока у корів.

Під час доїння функціонують усі рухові елементи молочної залози і гіпофіз корови. Впродовж двох-трьох хвилин спостерігається максимальна концентрація окситоцину в крові. Тривалість скорочувальної реакції міоепітеліальних клітин альвеол вимені корів також не перевищує двох хвилин. Таким чином, усі фізіологічні механізми організму корови під час машинного доїння функціонують в межах часу, тривалість якого також не перевищує двох-трьох хвилин. Далі доїння триває в основному за рахунок силових дій доїльного апарату.

Для конструкції і параметрів доїльних машин немає встановлених стандартів. Це пояснюється тим, що доїльні машини впливають на організм, що має значні відхилення від середніх фізіологічних норм, а фізіологія віддачі молока вивчена ще недостатньо.

Дослідники приходять до висновку, що недостатня ефективність роботи конструкторів доїльної техніки пояснюється тим, що проектування доїльних апаратів не спирається на точний облік фізіологічного стану корови, а останнє може мати вирішальний вплив на повноту звільнення вимені.

Незважаючи на недоліки, машинне доїння сприяє значному зростанню продуктивності праці, полегшує працю доярок, покращує санітарний стан молока. Для зниження негативного впливу на організм корів доїльний апарат повинен відповідати наступним біологічним вимогам:

- 1) забезпечувати адекватну дію на рецепторний апарат вимені, сприяючи прояву повноцінного рефлексу молоковіддачі;
- 2) унеможлилювати, при правильному режимі роботи, порушення кровообігу, больових відчуттів та інших дискомфортних явищ;
- 3) точніше імітувати дію смоктального апарату теляти і рук доярки з видоюванням усіх чвертей вимені;

4) підтримувати оптимальні параметри механічних дій на сосок з урахуванням швидкості виведення молока і індивідуальних особливостей тварин;

5) забезпечувати вільний відтік молока з сосків в період активного виведення його з вимені, недопускати передоювання чвертей.

Одним з основних недоліків доїльного апарату є жорсткий режим роботи через різкі перехідні процеси від такту сосання до такту стискання, що викликає зворотний потік молока, ороговіння сосків, появу тріщин і гіперемічні явища в тканинах вимені під час доїння. Перераховані ускладнення провокують виникнення у корів больових відчуттів і стресів, які притуплюють рефлекс молоковіддачі, а також призводять до захворювань маститом. В результаті негативної дії доїльного апарату знижується продуктивність корів, якість отриманого молока, і не повною мірою використовується генетичний потенціал тварин.

Таким чином, існуючі доїльні апарати, не залежно від установок, в яких вони застосовуються, не повною мірою відповідають фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі у корів. Тому потрібне подальше вдосконалення принципу роботи доїльного апарату і його виконавчих органів для зміни тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів. Дослідженню впливу тривалості перехідних процесів на ефективність процесу машинного доїння присвячені роботи багатьох авторів.

1.2 Огляд досліджень тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів

На сьогодні нормативно-технічною документацією регламентується тільки мінімальні значення тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів. Це пов'язано з відсутністю доїльних апаратів, що серійно випускаються, з варійованими перехідними процесами і технічними труднощами їх створення. Більшість дослідників машинного доїння

приділяють велике значення тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, оскільки саме в ці проміжки часу доїльний апарат чинить максимальну дію на організм тварин. Для вивчення цих процесів використовується циклограми, отримані різними приладами.

Застосування подібної техніки дозволяє отримати циклограму пневмоприводу доїльного стакану, необхідну для аналізу режиму роботи доїльного апарату і тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів. Цикл однієї пульсації умовно розбивається на чотири фази: А - перехідна фаза, від такту стискання до такту сосання; В - такт сосання; С - перехідна фаза від такту сосання до такту стискання; D - такт стискання. Під час фази (А) з міжстінкової камери доїльного стакану починається витікання повітря атмосферного тиску. При цьому соскова гума розпрямляється, відкриваючи сосок тварини дії тиску вакуумметра у підсосковій камері доїльного стакану. Під час наступної фази (В) - міжстінна камера доїльного стакану заповнена розрідженим повітрям вакуумметричного тиску. При цьому соскова гума знаходиться в рівновазі і повністю розкрита. Дія вакууму під соском призводить до витягання молока з вимені. Потім, під час фази С, у міжстінну камеру доїльного стакану відбувається натікання повітря атмосферного тиску. При цьому соскова гума стискається, захищаючи сосок від дії вакууму в підсосковій камері доїльної склянки. Наступна фаза (D) характеризується тим, що міжстінна камера доїльного стакану заповнена повітрям атмосферного тиску і соскова гума повністю стиснута.

У існуючих доїльних апаратах фази А та С мають однакову тривалість на циклограмі (крива 1, рисунок 1.5). Це обумовлено конструктивними особливостями пульсаторів, які під час перехідних фаз забезпечують перемикання клапана і зміну тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів. Тривалість фаз В і D визначається тривалістю закритого або відкритого стану клапана пульсатора.

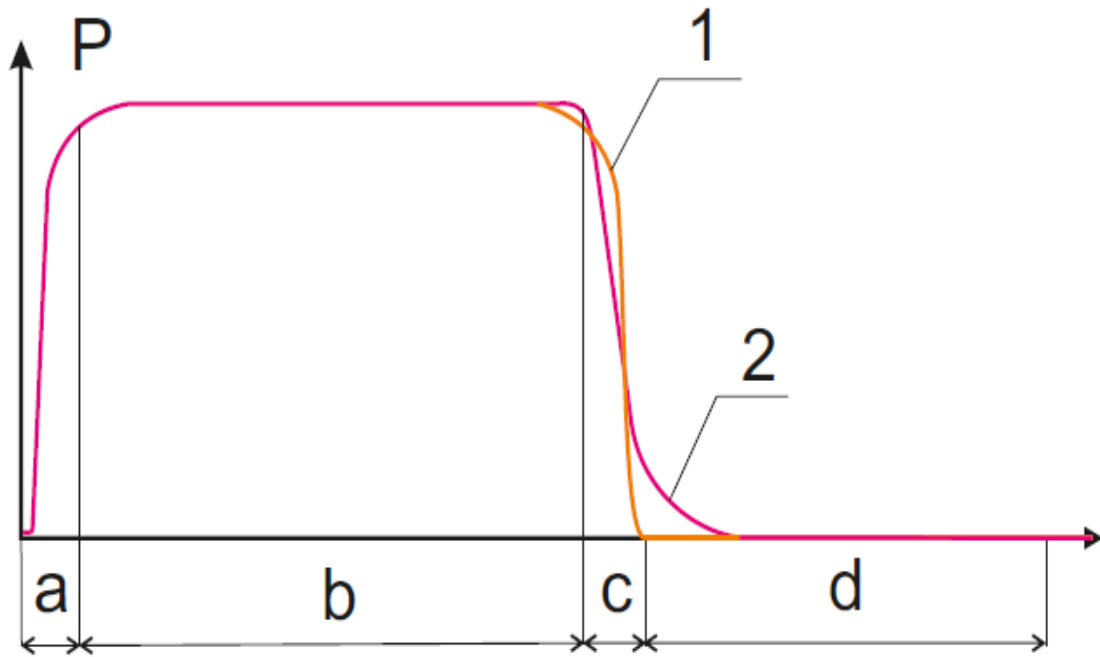


Рисунок 1.5 - Циклограма пневмопривода доїльної склянки : 1 - в існуючих пульсаторах; 2 - в необхідному режимі доїння з фізіологічної точки зору.

Враховуючи фізіологічні особливості процесу молоковіддачі і біологічні вимоги до машинного доїння, приведені в пункті 1.1 цієї глави, циклограма пневмопривода доїльного стакану повинна відповідати кривій 2 на малюнку 1.5.

Дослідженню тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів присвячені роботи багатьох учених. Але в них, в основному, розглядається тривалість фази А. Час перехідних процесів в доїльному апараті з пневматичним пульсатором змінюється залежно від потоку молока і величини вакууму в системі.

Рентгенокінематографічний метод дослідження, запропонований Є. К. Вальдманом, при роботі серійного доїльного апарату дозволив визначити тривалість фази (С), яка відбувається впродовж 60 мс, що є дуже швидкою дією на сосок.

Л. П. Карташов на підставі теорії гідравлічного удару стверджує, що відносно коротка фаза (С) недопустима і не дозволяє усунути негативну дію виконавчого механізму доїльного апарату на молочну залозу тварини.

Подовження фази (С) дозволяє поліпшити технологічні параметри доїльного апарату.

Л. П. Карташов вважає, що фаза (С) в двокамерних доїльних стаканах повинна відбуватися плавніше за фазу (А). Тому час натікання повітря в міжстінні камери повинен бути більший, ніж час витікання його з цих камер.

У дослідженнях, проведених З. В. Макаровською обґрунтований і запропонований спосіб машинного доїння с подовженим часом фази (С), за рахунок поступового вступу атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів. При цьому тривалість фази (D) зменшується на 2%, а соскова гума починає плавно стискатися без "бавовни".

Уперше на значущість тривалості перехідних процесів у міжстінних камерах доїльних стаканів звернув увагу М. Нурфauer. Він встановив, що оптимальні результати дають доїльні апарати з тривалістю фази (А) рівній 60 мс і фази (С) рівною 120 мс. Такі ж значення тривалості перехідних фаз (А) та (С) згадуються в інших роботах.

1.3 Пульсатори доїльних апаратів та їх класифікація

Працездатна і ефективна конструкція доїльного апарату з пульсатором вперше з'явилася в 1898 році і була схвалена Міністерством сільського господарства США. З того часу пульсатор став ключовим вузлом будь-якого доїльного апарату. Він є клапанним механізмом, який комутує вакуумну лінію доїльного апарату з атмосферою, періодично створюючи натікання повітря в міжстінні камери доїльних стаканів. Чергування тисків вакуумметра і атмосферного створюють деформації соскової гуми, що є стимулами для молоковіддачі у корів при машинному доїнні.

Перші конструкції пульсаторів мали пневматичний привід за рахунок жорсткості гумової мембрани. Деякі моделі пневматичних пульсаторів використовуються і нині (СБ- 14, АДУ- 01, АДУ- 02.100, АДУ- 02.200, АДС 11.03.000, ДД4-1, ПМ- 1). Вони мають просту конструкцію і низьку вартість, але для них характерні наступні недоліки:

- не дозволяють повністю автоматизувати процес доїння;
- мають нестабільне число пульсацій і співвідношення тактів залежно від рівня вакууму в системі;
- низька експлуатаційна надійність гумових мембран;
- мають високу трудомісткість обслуговування і вимагають постійного контролю і регулювання числа пульсацій.

Окрім пневматичних пульсаторів відомі гідравлічні, в яких переміщення клапана відбувається за рахунок циркуляції робочої рідини (20 % етилгліколя і 80 % демінералізованої води). Їх недоліком є нестабільність роботи через зміну щільності робочої рідини при зміні температури довкілля [28, 19]. До гідравлічних пульсаторів відносяться моделі ПГ- 2 виробництва УП "Мінський електромеханічний завод" (Республіка Білорусь) і UNIPULS 2 фірми "SAC" (Данія).

З розвитком електротехніки напочатку 60-х років ХХ століття в Радянському Союзі та інших країнах стали патентуватися різні конструкції електропульсаторів. Їх головною перевагою є управління роботою доїльного апарату за допомогою електричної енергії в автоматичному режимі, що дозволило істотно підвищити ефективність машинного доїння. Електропульсатори мають стабільне число пульсацій і співвідношення тактів, дозволяють задавати режим доїння залежно від швидкості молоковіддачі у корови та надійні в експлуатації. Проте, їх конструкції не дозволяють регулювати тривалість перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, що необхідно для створення режиму машинного доїння, що відповідає фізіологічним особливостям молоковіддачі у тварин. Тому розробка нових конструкцій електропульсаторів залишається актуальним завданням.

В Україну поставляється доїльне устаткування, зокрема і електропульсатори провідних світових виробників: "DeLaval" (Швеція), "InterPuls" і "Milkline" (Італія), "WestfaliaSurge", "FLACO - GerateGmbH" і "Impulsa" (Німеччина), "SAC" і "Strangko" (Данія), "GascoigneMelotte" і "Lely" (Нідерланди), "BouMatic" і "BabsonBros. CoSurge" (США), "Polanes" (Польща).

Особливий попит у всьому світі має техніка "DeLaval". Пульсатор EP 100, вироблений цією фірмою, призначений для використання в усіх типах корівників і забезпечує стабільну частоту пульсації і співвідношення тактів незалежно від температури і вологості доквілля. Він забезпечений фільтрами для відвертання забруднення клапанів. Принцип роботи цієї конструкції полягає в тому, що клапани управляють діафрагмами, які створюють періодичні зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів і забезпечують попарне доїння. У цьому пульсаторі привід клапанів здійснюється електромагнітами і є можливість задавати декілька режимів доїння [29]. Недоліком цього пульсатора можна назвати високу вартість і складність технічного обслуговування.

Фірмою "InterPuls" випускається декілька модифікацій електропульсаторів (LE, LP, LR; CE, CV) і усі вони мають схожу конструкцію, але розрізняються по функціональним можливостям. Пульсатори цієї фірми забезпечують стабільність вакууму в системі, мають вологозахищене виконання корпусу, мають низьке енергоспоживання (на одну котушку доводиться від 130 мА). Режим роботи пульсаторів фірми "InterPuls" задається системою управління, яка дозволяє програмувати 20 різних параметрів доїння, зокрема такі, як різне співвідношення пульсацій між передніми і задніми долями вимені. Наприклад, електропульсатор LP 20 STIM забезпечує режим доїння із стимуляцією молоковіддачі у тварин спочатку доїння впродовж 20 секунд, а потім перемикається в звичайний режим роботи. Недоліком даних пульсаторів являється висока вартість і складність його конструкції, що при ремонтах через слаборозвинену мережу сервісних центрів позначається на

простоях доїльного устаткування, які недопустимі в технологічних процесах з тваринами.

Також одним зі світових лідерів виробництва доїльної техніки є "WestfaliaSurge". Електропульсатори цієї фірми серії "Арех" розраховані на експлуатацію в складних умовах. Вони мають знижений рівень шуму і невелике енергоспоживання. Також оснащені системою фільтрації всмоктуваного атмосферного повітря, що гарантує неможливість потрапляння пилу та сторонніх часток у вакуумну систему доїльної установки. Режим роботи пульсаторів Арех має фазу стимуляції, після якої перемикається в режим доїння з параметрами, залежними від швидкості молоковіддачі і стадії лактації у корів. Пульсатори "Арех" мають магнітно-імпульсні сервоклапани [30]. Недоліком цих пульсаторів є необхідність наявності системи подання очищеного атмосферного повітря, що занадто підвищує кінцеву вартість доїльної установки.

Фірма "SAC" випускає електропульсатори, які функціонують незалежно від умов оточуючого середовища і рівня вакууму в системі доїльного апарату. Вони здатні працювати при температурі від мінус 5 ° С до плюс 45 °С. В герметичному корпусі пульсаторів розміщені плата системи управління та два електромагніти та вакуумні клапани. Тим самим вони захищені від пилу і вологи. Електропульсатори "SAC" працюють тільки при підключеній вакуумній лінії, пульсації в них створюються за допомогою мембран, якими управляють клапани. Модель "Unipuls Electronic" працює від акумулятора, який дозволяє робити 15 перезарядок і не вимагає наявності системи електроживлення в корівнику. Конструктивним недоліком цих пульсаторів є наявність гумової мембрани, яка в процесі експлуатації зношується і вимагає періодичної заміни.

Окрім фірми "SAC" в Данії виробництвом електропульсаторів займається "Strangko". Електропульсатори цієї фірми оснащені двома рухливими поршнями з нержавіючої сталі, які переміщують клапани в електромагнітному полі, тому вони не зношуються і пульсатори не вимогливі в обслуговуванні.

Система управління цих пульсаторів дозволяє одночасно задавати режим роботи 24-ьох пульсаторів. Пульсатори "Strangko" мають попарний режим доїння. Недоліком цих пульсаторів можна назвати низьку міру уніфікованості - використати їх можливо тільки в комплекті з доїльним апаратом фірми "Strangko".

Електропульсатори TL і TLE виробництва фірми "BouMatic" призначені для доїння різних тварин (корів, кіз, овець). Вони мають водонепроникне виконання, не засмічують вакуумну лінію доїльного апарату, встановлюються при низькому або високому розташуванні молокопроводу в корівнику. Пульсатори серії TLE оснащені вбудованою в корпус системою управління і характеризуються низьким енергоспоживанням (на одну котушку приводиться 500 мА). Для їх використання потрібне тільки джерело живлення. Недолік пульсаторів фірми "BouMatic" полягає в тому, що система управління адаптована під параметри електричної мережі США напругою 127 В і частотою 60 Гц.

Широке поширення у світі отримали електропульсатори Master, розроблені фірмою "Milkline". Вони випускаються під різними торговими марками: NT24 фірмою "Waikato", Flatronic фірмою "FLACO - Gerate GmbH", Optipuls фірмою "Polanes". У цих пульсаторах зміна тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів забезпечується за рахунок руху силіконових мембран з електромагнітним приводом. Вони оснащені фільтрами для атмосферного повітря. До недоліків таких пульсаторів відноситься складність технології виробництва силіконових мембран, через що зростає їх кінцева вартість.

Фірмою "Milkline" також розроблені електропульсатори Programmable з розширеними функціональними можливостями. За ліцензією "Milkline" ці пульсатори роблять "Waikato" і "Polanes". Вони призначені для використання з централізованим блоком управління в лінійних доїльних установках. Пульсатори серії Programmable мають 16 запрограмованих режимів роботи, включаючи стимуляцію. Недоліком використання таких пульсаторів є

необхідність наявності кваліфікованого обслуговуючого персоналу для налаштування і технічного обслуговування.

У приведеному огляді описані найбільш характерні конструкції різних пристроїв, які використовуються в доїльних установках для створення пульсацій вакууму в міжстінних камерах доїльних стаканів. Їх можна класифікувати за типом приводу, конструкцією і режимом доїння (рисунок 1.6). Найбільш функціональними є пульсатори з електричним приводом клапана. Схема електропульсатора показана на малюнку 1.8. Він складається з корпусу, усередині якого розташований клапан 1. Корпус має два патрубки: 2 постійний вакуум - для підключення пульсатора до вакуумної системи доїльного апарату і 3 змінний вакуум - для під'єднування до міжстінних камер доїльних стаканів. У верхній частині корпусу є атмосферний канал 4.

Режим доїння задається системою управління пульсатора. При поданні напруги на котушку 5 електромагніту клапан 1 піднімається у верхнє положення і перекриває атмосферний канал 4 (рисунок 1.7, а). При цьому відбувається витікання повітря атмосферного тиску з міжстінних камер доїльних стаканів, що відповідає фазі (А) і подальшому такту сосання. При відключенні котушки 5 клапан 1 опускається в нижнє положення і під дією вакууму перекриває патрубок 2 постійного вакууму (рисунок 1.7, б). При цьому починає відбуватися натікання атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів, що відповідає фазі (В) і подальшому такту стискання. Періодичне включення і відключення котушки електромагніту пульсатора створює в міжстінних камерах доїльних стаканів чергування тиску вакуумметра і атмосферного, що призводить до періодичної деформації соскової гуми для здійснення процесу машинного доїння. Тривалість тактів сосання і стискання задається тривалістю включеного або відключеного стану котушки пульсатора. При цьому тривалість перехідних фаз (А) і (В) залишається некерованою, тому що час спрацьовування електромагніту, який використовується для приводу клапана в пульсаторах, не регулюється.



Рисунок 1.6 - Класифікація пристроїв, вживаних в доїльних установках для створення пульсацій вакууму в міжстінних камерах доїльних стаканів

Для управління тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів необхідно розробити новий лінійний електропривод для клапана пульсатора. Він повинен не лише забезпечувати відкрите або закриті положення клапана, але і регулювати динаміку переміщення клапана для створення режиму роботи доїльного апарату з тривалішим перехідним процесом від такту сосання до такту стискання.

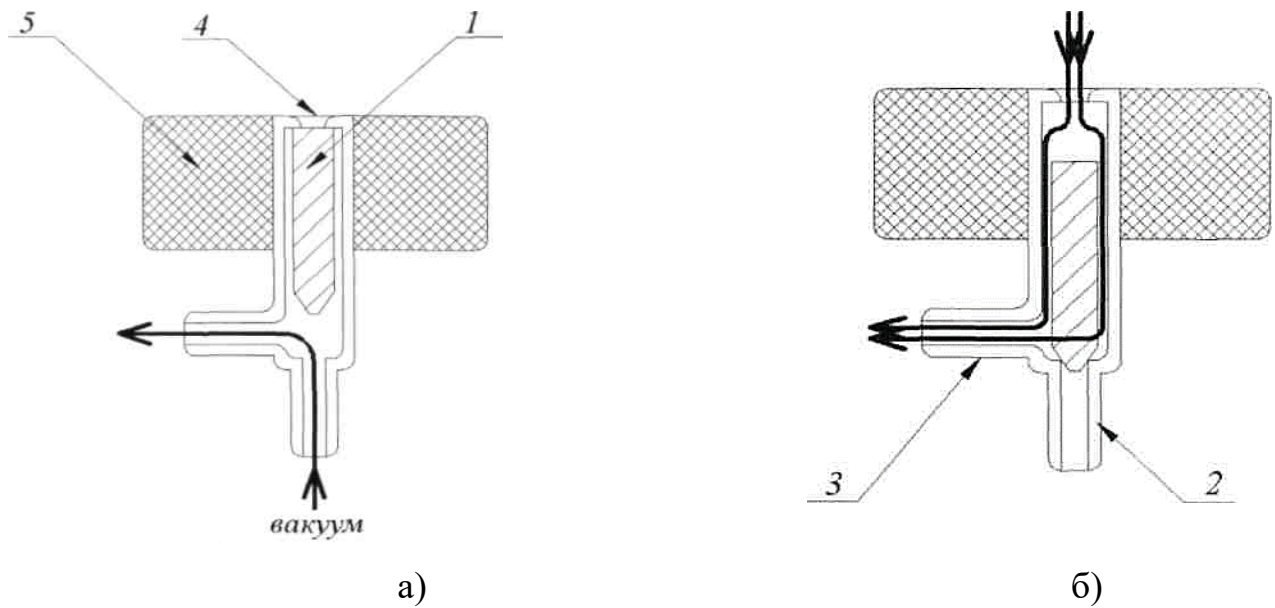


Рисунок 1.7 - Схема електропульсатора: а) такт сосання б) такт стискання 1 - клапан, 2 - патрубок постійного вакууму 3 - патрубок змінного вакууму, 4 - атмосферний канал, 5 - котушка електромагніту, що намагнічує

1.4 Висновки по розділу

В результаті проведеного огляду існуючих технологічних схем машинного доїння виявлено, що в них використовуються доїльні апарати з ідентичним принципом роботи, які однаково впливають на організм тварин. Від характеру цієї дії залежить ефективність процесу машинного доїння і здоров'я корів. Зниження молочної продуктивності, вибраковування хворих тварин і виникнення маститних захворювань обумовлено недосконалістю конструкцій доїльного апарату. Тому потрібне подальше вдосконалення принципу роботи доїльного апарату. Характеристикою, що дозволяє судити про дію доїльного апарату на організм тварини є циклограма пневмопривода доїльних стаканів. Вона ілюструє тривалість перехідних процесів вміжстінних камерах доїльних стаканів. Враховуючи фізіологічні особливості процесу молоковіддачі у корів циклограма повинна бути плавною і більш тривалою в

момент перехідного процесу від такту сосання до такту стискання. Найбільш перспективним напрямом збільшення тривалості перехідного процесу є використання регулюючих пристроїв. Проте жоден зі способів не дозволяє здійснювати це в автоматичному режимі і вимагає втручання оператора під час процесу доїння. Регулювання реалізується за рахунок застосування різних клапанів або обмеження амплітуди переміщення клапанного механізму пульсатора.

Аналіз проведених раніше досліджень режимів роботи доїльних апаратів з варійованою тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів дає можливість стверджувати, що для удосконалення режиму доїння тривалість t_c перехідного процесу від такту сосання до такту стискання має бути значно більшою, ніж в існуючих установках і досягати 120 мс, що відповідатиме фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі у корів. Забезпечити такий режим можливо застосуванням електропульсатора з приводом клапанного механізму від лінійного двигуна. Використання доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного електроприводу з тривалістю t_c перехідного процесу в межах 120 мс зменшить несприятливий вплив машинного доїння на організм корів, підвищить їх продуктивність і період використання, а також понизить захворюваність маститами.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ З ПУЛЬСАТОРОМ НА ОСНОВІ ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА

2.1. Опис конструкції та процесу роботи удосконаленого доїльного апарату

котра під'єднана до патрубкa змінногo вакууму пульсатору. Підсоскові камери з'єднані з камерою постійногo вакууму колектору, котра під'єднана до отвору в кришці доїльного відра. Другий отвір в кришці доїльного відра через трійник з'єднано з камерою постійногo вакууму пульсатору. Доельний апарат під'єднано до мережі однофазногo змінногo струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Режим доїння задається блоком управління, котрий знаходиться на стіні позаду стенду.

Вдосконалений вузол доїльного апарату - це пульсатор (рисунок 2.2), особливістю якого є наявність в корпусі лінійногo двигуна нової конструкції та клапанногo механізму, що забезпечує привід. Усередині верхньої частини корпусу 1 пульсатора розташована перегородка 2 з отвором 3, що розділяє камери 4 постійногo вакууму і 5 змінногo вакууму. Через отвір 3 проходить шток 6, на якому 1 перпендикулярно закріплений якір 7 лінійногo двигуна. Якір 7 є збірною деталлю з двох дисків, що мають магнітні властивості 8 і немагнітної прошарку 9 розташованого між магнітопроводами 10 з котушками, що намагнічують 11 і 12. Відводи 13 котушок 11 і 12 через кабельне з'єднання 14 підключаються до блоку управління. На штоку 6 закріплений клапанний механізм пульсатора, який складається з конусногo 15 і тарілчастогo 16 клапанів. Конусний клапан 15 жорстко закріплений на кінці штока 6, а тарілчастий клапан 16 - на ковзаючій посадці. Переміщення тарілчастогo клапана 16 обмежується упором 17. Верхня частина корпусу 1 пульсатора має патрубок 18 постійногo вакууму, сполученогo через трійник з вакуумним агрегатом і патрубок 19 змінногo вакууму, сполучений через колектор з міжстінними камерами доїльних стаканів. У верхній частині корпусу є атмосферний канал 20 з фільтром 21, який фіксується кришкою 22.

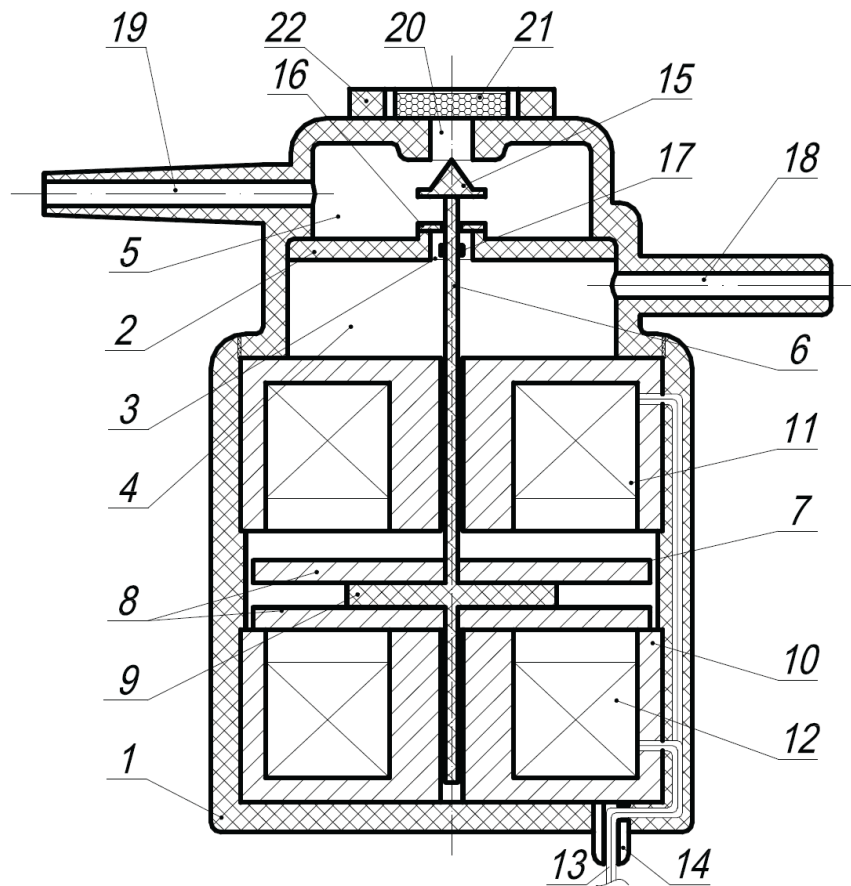


Рисунок 2.2 - Пульсатор доїльного апарату на основі лінійного двигуна: 1 - корпус; 2 - перегородка; 3 - отвір; 4 - камера постійного вакууму; 5 - камера змінного вакууму; 6 - шток; 7 - яркір; 8 - диски, що мають магнітні властивості; 9 - немагнітний прошарок; 10 - магнітопроводи; 11, 12 - котушки, що намагнічують; 13 –відводи котушок; 14 - кабельне введення; 15 - конусний клапан; 16 - тарілчастий клапан; 17 - упор; 18 - патрубок постійного вакууму; 19 - патрубок змінного вакууму; 20 - атмосферний канал; 21 - фільтр; 22 - кришка.

Режим роботи вдосконаленого доїльного апарату задається пульсатором на основі лінійного двигуна. Коли блок управління відключений, котушки, що намагнічують, 11 і 12 знеструмлені, а яркір 7 знаходиться в нижньому положенні. При цьому тарілчастий клапан 16 розташований внизу і під дією вакууму перекриває отвір 3 в перегородці 2, перекриваючи подання вакууму в

камеру 5. Конусний клапан 15, сполучений штоком 6 з якорем 7 лінійного двигуна також знаходиться в нижньому положенні. Повітря атмосферного тиску заповнює камеру 5 змінного вакууму, через патрубок 19 поширюється в міжстінні камери доїльних стаканів. Соскова гума стискається, що запобігає виходу повітря через доїльні склянки.

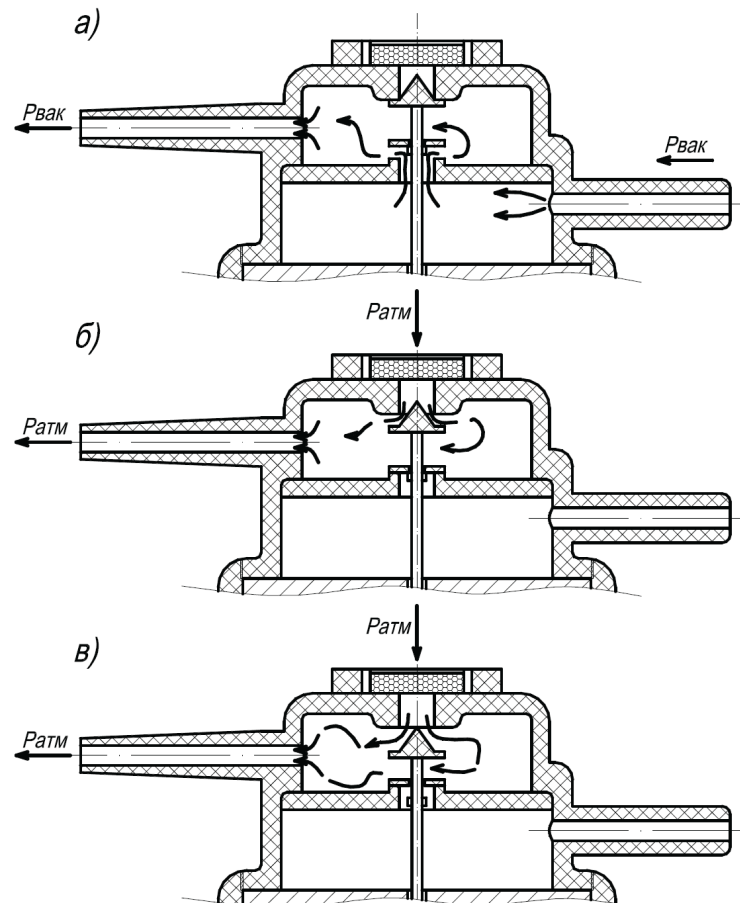


Рисунок 2.3 - Принцип роботи пульсатора на основі лінійного двигуна: а) такт ссання; б) перехідна фаза від такту ссання до такту стискання; в) такт стискання

Після включення блоку управління, на соски вимені тварини надягаються доїльні склянки. Залежно від заданого режиму доїння, на котушки, що намагнічують, 11 і 12 подаються сигнали, що управляють. Лінійний двигун дозволяє управляти динамікою переміщення якоря 7, а отже і конусного клапана 15. Коли якір 7 займає крайнє верхнє положення, конусний клапан 15

перекриває атмосферний канал 20, при цьому отвір 3 в перегородці 2 відкрито, оскільки тарілчастий клапан 16 піднімається упором 17 (рисунок 2.3, а). Вакуум по патрубку 18 заповнює камеру 4 постійного вакууму і через отвір 3 камеру 5 змінного вакууму потім поширюється по патрубку 19 в міжстінні камери доїльних стаканів. Відбувається витікання повітря з міжстінних камер доїльних стаканів і соскова гума приймає своє початкове положення. Молоко під дією різниці тисків усередині вимені і під сосками струменем виводиться в підсоскові камери доїльних стаканів, а з них по молочному шлангу відводиться в доїльне відро. Відбувається такт сосання.

Коли якір 7 починає плавно переходити в нижнє положення, конусний клапан 15 поступово відкриває атмосферний канал 20, упор 17 опускається вниз, тарілчастий клапан 16 під дією вакууму притягується і перекриває отвір 3 в перегородці 2 перекриваючи вступ вакууму (рисунок 2.3, б). Через кришку 22, фільтр 21, атмосферний канал 20 в камеру 5 змінного вакууму відбувається натікання атмосферного повітря. Внаслідок різниці тисків в міжстінних і підсоскових камерах доїльних стаканів соскова гума починає стискатися, плавно обтискаючи соски тварини. У міжстінних камерах відбувається перехідний процес від такту сосання до такту стискання. Регулюючи динаміку переміщення конусного клапана 15 вниз, за допомогою лінійного двигуна, з'являється можливість управляти тривалістю перехідного процесу від такту сосання до такту стискання.

Коли якір 7 лінійного двигуна займає крайнє нижнє положення, атмосферний канал 20 повністю відкритий, отвір 3 в перегородці 2 як і раніше перекрито тарілчастим клапаном 16 (рисунок 2.3, в). Камера 5 перемінного-вакуума, патрубок 19 та міжстінні камери доїльних стаканів заповнені атмосферним повітрям. Соскова гума стискає соски і оберігає їх від дії вакууму в підсоскових камерах доїльних стаканів. Відбувається такт стискання. Потім відбувається перехідний процес від такту стискання до такту сосання, тривалістю якого також можливо управляти за допомогою лінійного двигуна.

Тривалість тактів сосання і стискання задається блоком управління. На відміну від існуючих моделей електропульсаторів розроблена конструкція дозволяє управляти тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів. Таким чином, пульсатор на основі лінійного двигуна дозволяє формувати цикл роботи доїльного апарату з тактів ссання і стискання, а також з перехідних процесів. Число циклів задається числом пульсацій, а тривалість циклів визначає співвідношення тактів. Блок управління дозволяє задавати адаптивний режим доїння з тими, що змінюються частотою пульсацій, тривалістю і співвідношенням тактів. Оснащення пульсатора двома або чотирма лінійними двигунами дозволяє здійснювати попарне доїння передніх і задніх часток вимені або ж видоювати кожен з часток окремо з певним режимом. Режим роботи вдосконаленого доїльного апарату відповідає фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі корів та відповідає біологічним вимогам, що пред'являється до доїльних апаратів. Але оскільки одним із завдань дослідження була розробка конструкції доїльного апарату з пульсатором, що забезпечує управління тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, то в цьому дослідженні розглянутий тільки режим роботи з 60 пульсаціями за хвилину і співвідношенням тактів 60/40 %. Аналогічний режим роботи забезпечують більшість сучасних електропульсаторів.

Найкращий варіант конструкції будь-якого пристрою полягає у виборі з безлічі варіантів, що відповідають поставленим технічним умовам і що задовольняють певному показнику, який називається критерієм оптимальності. Процес оптимізації розпочинається з вибору цільової функції і обмежень, що накладаються на змінні. В якості цільової функції розробки доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна доцільно прийняти збільшення молочної продуктивності P_m корів. Оскільки доїльний апарат безпосередньо контактує з організмом тварин, то збільшення продуктивності P_m залежить від конструктивно-режимних параметрів. До них відносяться витрата повітря U_A клапанним механізмом пульсатора, тривалість t_c перехідного процесу від

такту сосання до такту стискання в міжстінних камерах доїльних стаканів, діаметр D_A атмосферного каналу пульсатора і переміщення X_1 якоря лінійного двигуна.

Тоді цільова функція набере вигляду:

$$P_m = f(U_A, t_c, D_A, X_1) \Rightarrow \max. \quad (2.1)$$

де P_m - молочна продуктивність корів, кг/рік;

U_A - витрата повітря клапанним механізмом пульсатора, м³/с;

t_c - тривалість перехідного процесу від такту сосання до такту стискання, с;

D_A - діаметр атмосферного каналу, мм;

X_1 - переміщення якоря лінійного двигуна, мм.

Для збільшення молочної продуктивності необхідно обґрунтувати конструктивно-режимні параметри доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна, визначити допустиму витрату повітря пульсатором з необхідними значеннями тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів, розрахувати необхідну амплітуду переміщення клапанного механізму і обґрунтувати конструкцію лінійного двигуна для приводу клапанного механізму пульсатора.

2.2 Обґрунтування конструктивних параметрів клапанного механізму пульсатора доїльного апарату

Для управління тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів необхідно обґрунтувати конструктивні параметри клапанного механізму пульсатора. До них відносяться діаметри D_A атмосферного каналу і D_O отвору в перегородці між камерами постійного і змінного вакууму, діаметр D_C штока, на якому розташований клапанний механізм пульсатора, кут α скосу конусного клапана, товщина H_K і H_T клапанів та їх діаметри $D_{очн}$ і D_T , а також амплітуди X_1 та X_2 переміщення клапанів. При

цьому сила F , що діє на конусний клапан, і амплітуда X_1 будуть початковими даними для розробки лінійного двигуна. Перераховані конструктивні параметри впливають на коефіцієнт опору $\varepsilon_{км}$ клапанного механізму, визначення якого дозволить встановити функцію витрати повітря доїльним апаратом під час перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів.

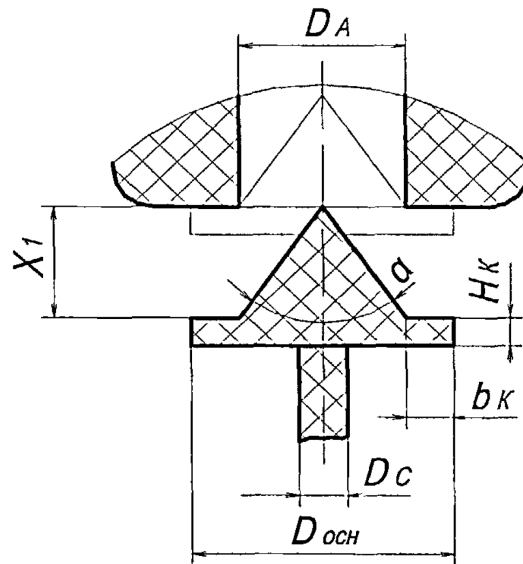


Рисунок 2.4 - Розріз верхнього конусного клапана

Аналізуючи залежності між витратою повітря і зміною величини тиску багато дослідників рекомендують застосовувати конусні форми клапанів з кутом 60° [36]. Враховуючи це, верхній клапан пульсатора нами прийнятий у вигляді конуса (рисунок 2.4). Запобігти надмірній витраті повітря в системі дозволяє нижній тарілчастий клапан, який перекриває камеру постійного вакууму пульсатора і запобігає натіканню повітря в систему. Для того, щоб тарілчастий клапан легко переміщався і своєчасно перекривав камеру постійного вакууму, він розташовується на штоку на ковзаючій посадці і притягується під дією вакууму вниз, коли упор опускається.

Діаметр D_C штока визначається умовою міцності. При закритому стані на клапан діє атмосферний тиск, а при відкритому - вакуум в системі. Таким чином, зовнішні навантаження прикладені уздовж осі симетрії і проходять

через центр тяжіння клапанного механізму. У такому разі, матеріал штока працює тільки на розтягування-стискання і в точках стержня має місце одновісний напружений стан. Умова міцності для штока записується [37]:

$$D_c \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi\sigma_L}}, \quad (2.2)$$

де D_c - діаметр штока, м;

σ_L - допустима напруга, Па;

F - сила, що діє на конусний клапан, Н.

Для латуні, з якої виготовлений шток $\sigma_L = 140 \cdot 10^6$ Па [38]. Сила F виникає внаслідок дії на клапан згори атмосферного тиску, а знизу вакууму і спрямована вниз. Максимальне значення цієї сили в (Н) відповідає навантаженню на якорі лінійного двигуна. Вона чисельно рівна [39]:

$$F = S_A P_{\text{ВАК}}, \quad (2.3)$$

де - $P_{\text{ВАК}}$ - величина вакууму, що встановилася, в камері змінного вакууму, Па;

- S_A - площа поперечного перерізу атмосферного каналу, м.

Площа S_A поперечного перерізу атмосферного каналу визначається по формулі:

$$S_A = \frac{\pi D_A^2}{4}, \quad (2.4)$$

де D_A - діаметр атмосферного каналу, м.

Для щільного перекриття посадочного місця прохідного отвору атмосферного каналу конусний клапан має циліндричну частину. Відношення

величини b_k виступу циліндричної частини клапана до діаметру D_a атмосферного каналу повинне задовольняти відношенню [40]:

$$\frac{b_k}{D_a} = 0,1. \quad (2.5)$$

Тоді діаметр $D_{осн}$ основи конусного клапана рівний:

$$D_{осн} = 1,2 D_A, \quad (2.6)$$

Товщина H_k основи конусного клапана, для спрощення виготовлення деталей, прийнята рівній товщині H_t тарілчастого клапана.

Між діаметром D_A атмосферного каналу і переміщенням X_1 конусного клапана існує взаємозв'язок, який обмежується умовою [40]:

$$0,1 \leq \frac{X_1}{D_A} \leq 0,5. \quad (2.7)$$

Знаючи амплітуду переміщення X_1 і діаметр D_A атмосферного каналу, можна визначити коефіцієнт опору ϵ_K конусного клапана по формулі Баха [41]:

$$\epsilon_K = 2,6 - \frac{0,8}{\frac{X_1}{D_A}} + \frac{0,14}{\left(\frac{X_1}{D_A}\right)^2}. \quad (2.8)$$

Для того, щоб конструкція конусного клапана чинила мінімальний опір повітряному потоку при натіканні атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів під час перехідних процесів від такту сосання до такту стискання, коефіцієнт опору ϵ_K має бути мінімальним. Це дозволить регулювати тривалість перехідних процесів шляхом переміщення конусного клапана.

Аналізуючи площини залежностей коефіцієнта опору ϵ_K конусного клапана від переміщення X_1 при різних діаметрах D_A атмосферного каналу (рисунок 2.5), а також враховуючи умову (2.8), мінімальне значення ϵ_K досягається при переміщенні X_1 рівному:

$$X_1 = \frac{D_A}{2}. \quad (2.9)$$

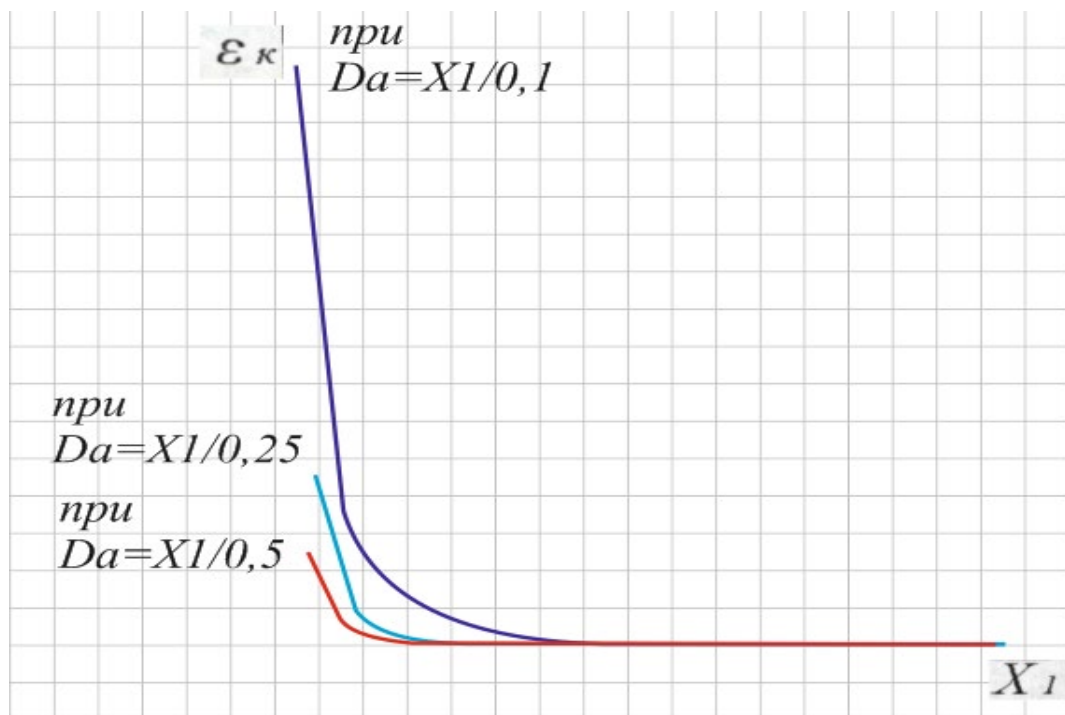


Рисунок 2.5 - Графіки залежностей коефіцієнта опору ϵ_K до конусного клапана при різних співвідношеннях переміщення X_1 і діаметру D_A атмосферного каналу.

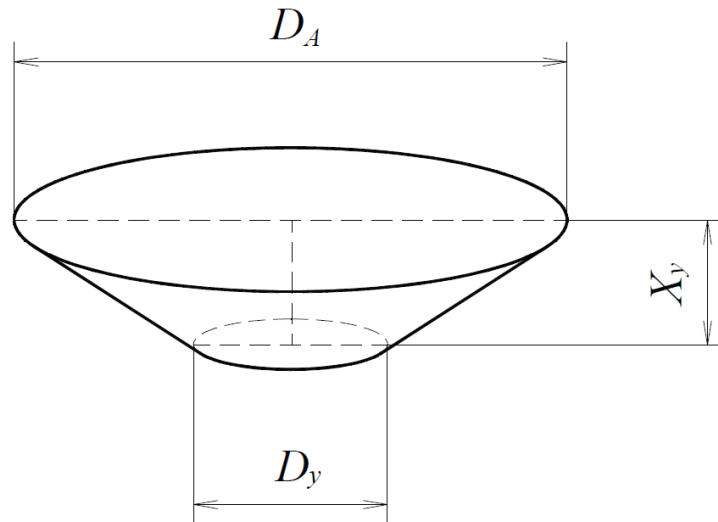


Рисунок 2.6 - Вид проміжку, через який відбувається натікання повітря

При переміщенні клапана змінюється переріз, через який відбувається натікання атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів. Площа S_3 перерізу є площею бічної поверхні правильного усіченого конуса (рисунок 2.6). Таким чином, площа S_3 перерізу, визначається по формулі [42]:

$$S_3 = \frac{\pi}{2} (D_A + D_Y) \sqrt{\frac{(D_A - D_Y)^2}{4} + X_Y^2}, \quad (2.10)$$

де D_y - діаметр нижньої основи проміжку, м;

X_y - висота проміжку, м.

Для опису процесу натікання повітря через атмосферний канал пульсатора необхідно у формулі (2.11) D_A , D_Y і X_Y виразити через переміщення X_1 конусного клапана.

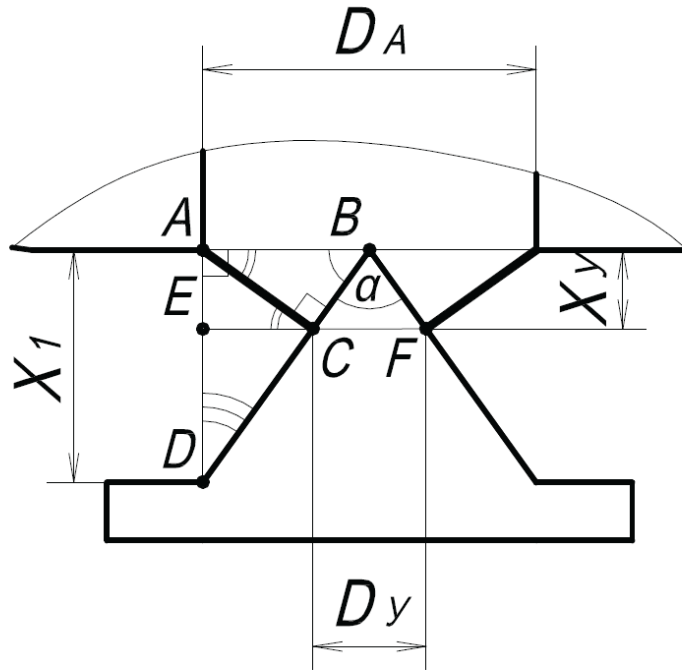


Рисунок 2.7. До визначення D_y та X_y

З рисунка 2.7 видно, що для визначення діаметру D_y нижньої основи проміжку необхідно виразити сторону CF трикутника BCF через амплітуду X_1 переміщення конусного клапана. Оскільки кут α - 60° , то трикутник BCF є рівностороннім, отже, $CF = BC$. Кут ABC також дорівнює 60° , тоді з суми кутів в прямокутному трикутнику ABC і окремого випадку визначення синуса кута - $BC = \frac{1}{2}AB$. З теореми Піфагора $BC = AC/\sqrt{3}$. Відрізок AC одночасно є катетом прямокутного трикутника ACD , в якому також застосуємо окремий випадок визначення синуса кута. Таким чином, $AC = \frac{1}{2}AD = \frac{1}{2}X_1$. Остаточного отримаємо вираз для діаметру D_y нижньої основи проміжку :

$$D_y = \frac{1}{2\sqrt{3}}X_1. \quad (2.11)$$

Для визначення висоти X_Y проміжку необхідно виразити катет АЕ прямокутного трикутника АСЕ через амплітуду X_1 переміщення конусного клапана. Оскільки внутрішні нахрестрозташовані кути рівні, то $\angle ACE = \angle BAC = 30^\circ$. Тоді катет $AE = \frac{1}{2} AC$. Оскільки $AC = \frac{1}{2} AD = \frac{1}{2} X_1$, тоді висота X_Y проміжку рівна:

$$X_Y = \frac{1}{4} X_1. \quad (2.12)$$

Підставивши значення D_Y і X_Y з виразів (2.12) і (2.13) у формулу (2.11) і провівши математичні перетворення, отримаємо взаємозв'язок площі S_3 , через яку відбувається натікання атмосферного повітря в камеру змінного вакууму, і переміщення X_1 конусного клапана :

$$S_{\text{щ}} = \frac{\pi}{4} \left(D_A + \frac{X_1}{2\sqrt{3}} \right) \sqrt{\left(D_A - \frac{X_1}{2\sqrt{3}} \right)^2 + \left(\frac{X_1}{2} \right)^2}. \quad (2.13)$$

Враховуючи умову (2.8) площа S_3 має статичну залежність від переміщення X_1 клапана пульсатора (рисунок 2.8).

Витікання повітря з камери змінного вакууму відбувається через нижній клапан (рисунок 2.9), який має тарілчасту форму і розташовується на штоку діаметром D_C на ковзаючій посадці. Для з'єднання деталей, які повинні легко переміщатися одна відносно одної застосована посадка *H7/h6* [43].

Товщина H_T тарілчастого клапана визначається розрахунком на міцність. Максимальну розрахункову напругу слід визначати залежно від виду напружено-деформованого стану деталі. В даному випадку тарілчастий клапан працює на розтягування-стискання, тоді допустиме для нього напруження визначається по формулі:

$$\sigma_K = \frac{F}{S_T}, \quad (2.14)$$

де σ_K - допустима напруга матеріалу тарілкового клапана, Па;

S_T - площа перерізу тарілкового клапана, м .

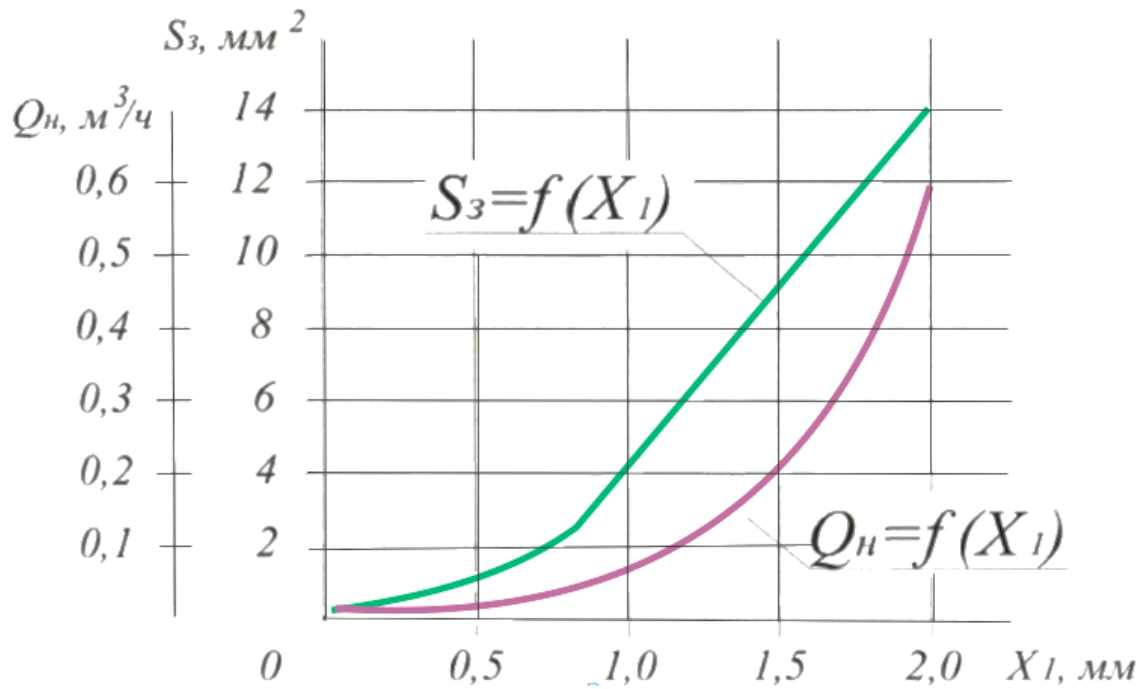


Рисунок 2.8 - Залежність площі S_3 від переміщення X_1

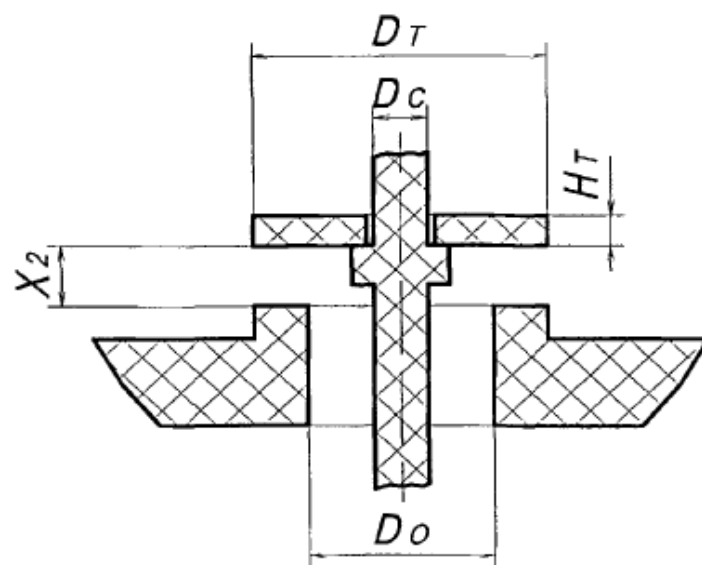


Рисунок 2.9 - Розріз нижнього тарілкового клапана

Для капролона, з якого виготовлений тарілчастий клапан, $\sigma_K = 110 \cdot 10^6$ Па [44].

Площа перерізу S_T тарілчастого клапана визначається по формулі:

$$S_T = D_T H_T, \quad (2.15)$$

де D_T - діаметр тарілчастого клапана, м;

H_T - товщина тарілчастого клапана, м.

Таким чином, товщина H_T рівна:

$$H_T = \frac{F}{\sigma_K D_T}. \quad (2.16)$$

Діаметр D_T тарілчастого клапана, для спрощення виготовлення деталей пульсатора, прийнятий рівним діаметру D_{OCH} основи конусного клапана.

Амплітуда переміщення X_2 тарілчастого клапана по аналогії з пульсатором АДУ-02 прийнята рівною 1 мм.

Відношення переміщення X_2 нижнього клапана до діаметру прохідного отвору D_O повинне задовольняти умові:

$$0,12 < \frac{X_2}{D_O} < 0,25, \quad (2.17)$$

Тоді, згідно [42], для коефіцієнта опору тарілчастого клапана характерна формула Баха:

$$\varepsilon_{T=0,15 + \frac{0,155}{\left(\frac{X_2}{D_O}\right)^2}}, \quad (2.18)$$

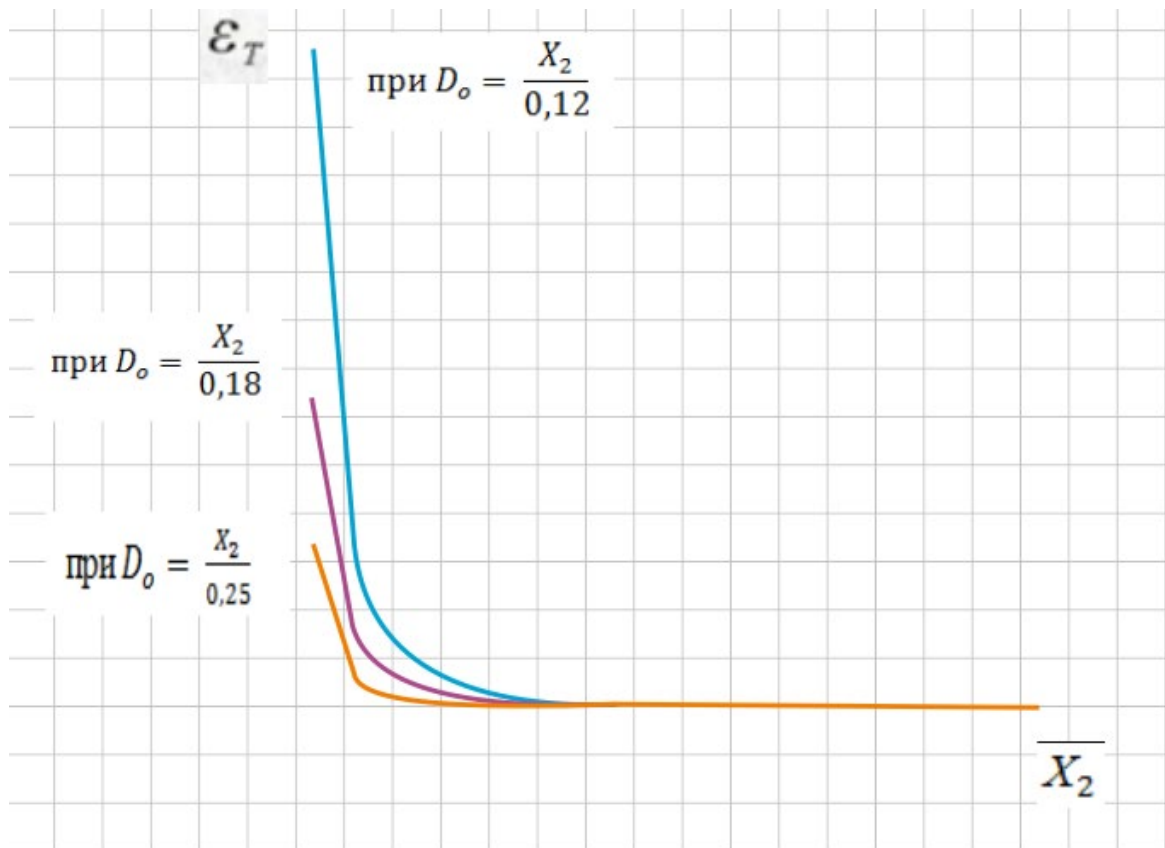


Рисунок 2.10 - Графіки залежностей коефіцієнта опору тарілкового клапана при різних співвідношеннях переміщення X_2 і діаметру D_0 отвору в перегородці між камерами змінного і постійного вакууму

Для відвертання надмірної витрати повітря в системі доїльного апарату коефіцієнт опору ε_T тарілкового клапана має бути мінімальним. Аналізуючи графіки залежностей коефіцієнта опору ε_T при різних значеннях переміщення X_2 і діаметру D_0 отвору в перегородці між камерами змінного і постійного вакууму, а також враховуючи умову (2.18), мінімальне значення коефіцієнта опору ε_T тарілкового клапана досягається при діаметрі D_0 рівному :

$$D_0 = \frac{X_2}{0,25} \quad (2.19)$$

Клапанний механізм пульсатора характеризується сумою місцевих опорів, тобто опорів повітряному потоку конусного і тарілчастого клапанів. Коефіцієнт опору ε_{KM} клапанного механізму пульсатора, визначений з урахуванням конструктивних параметрів і циклічності процесу роботи пульсатора, отже, і клапанного механізму, при натіканні повітря в міжстінні камери доїльних стаканів рівний:

$$\varepsilon_{KM} = 1,56. \quad (2.20)$$

При витіканні повітря з міжстінних камер доїльних стаканів через отвір в перегородці між камерами постійного і змінного вакууму ε_{KM} рівний:

$$\varepsilon_{KM} = 2,63. \quad (2.21)$$

Значення коефіцієнта опору клапанного механізму пульсатора потрібне для визначення функції витрати повітря під час перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів. Для визначення конструктивних параметрів клапанного механізму пульсатора необхідно знайти допустимий діаметр D_A , враховуючи величину потоку через атмосферний канал, що відповідає витраті повітря клапанним механізмом при мінімальній електричній енергії, споживаній вакуумним насосом.

2.3 Циклограма процесу роботи доїльного апарату

Вдосконалений доїльний апарат має двотактний режим роботи. В процесі доїння в підсоскових камерах доїльних стаканів підтримується постійний вакуум, а в міжстінних камерах вакуум періодично змінюється на атмосферний тиск. Витягання молока з вимені тварини відбувається за рахунок періодичної дії вакууму і процесів деформації соскової гуми в доїльних стаканах. Ці деформації

виникають при зміні тиску в міжстінних камерах, який забезпечується пульсатором на основі лінійного двигуна. Якір двигуна з'єднаний з клапанним механізмом через шток. Переміщення якоря здійснюється електромагнітною силою, що створюється котушками, що намагнічують, при протіканні по них електричного струму. Сигнали керування, які подаються на котушки, задають динаміку переміщення клапанного механізму-пульсатора.

Періодичність зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів задається пульсатором. Одна пульсація відповідає циклу роботи доїльного апарату. Умовно цикл роботи можна розділити на чотири фази: такти сосання і стискання, перехідні фази між ними. Розглянемо детальніше кожен з фаз в одній з доїльних стаканів (рисунок 2.11).

Фаза (А) - перехідна фаза від такту стискання до такту сосання. У цей проміжок часу t_a соскова гума починає розпрямлятися, відкриваючи сосок тварини дії вакууму в підсосковій камері. Розпрямлення соскової гуми відбувається через зміну тиску P_i в міжстінній камері доїльної склянки від атмосферного до тиску P_{BAK} . Цей процес здійснюється при перекриванні атмосферного каналу пульсатора конусним клапаном і відкриванні камери постійного вакууму тарілчастим клапаном. Переміщення X_1 конусного клапана пульсатора відповідає переміщенню якоря лінійного двигуна, який рухається вгору. Переміщення X_1 якоря відбувається під дією електромагнітної сили, створюваної першою котушкою, що намагнічує, при поданні на неї струму i_1 . Друга котушка при цьому відключається. Для фази (А) можна записати наступні умови:

$$t = t_a; P_i \downarrow; X_1 \uparrow; i_1 \uparrow; i_2 \downarrow. \quad (2.22)$$

Фаза (В) - такт сосання. Під час t_b соскова гума повністю розпрямлена і сосок тварини знаходиться під дією постійного вакууму в підсосковій камері, за рахунок чого молоко витягається з вимені. Міжстінна камера заповнена тиском P_{BAK} , оскільки атмосферний канал пульсатора повністю перекритий конусним клапаном, а камера постійного вакууму відкрита тарілчастим клапаном.

Якір лінійного двигуна знаходиться в крайньому верхньому положенні під дією електромагнітної сили першої котушки, яка виникає при протіканні струму утримання i_1 . Друга котушка при цьому знеструмлена. Фаза (B) задовільняє наступним умовам:

$$t = t_b; P_i = P_{\text{ВАК}}; X_1 = \text{MAX}; i_1 = \text{MAX}; i_2 = 0. \quad (2.23)$$

Фаза (C) - перехідна фаза від такта сосання до такту стискання. У цей проміжок часу t_c соскова гума починає стискатися, максимально впливаючи на сосоктварини, для огороження його від постійного вакууму в підсосковій камері. Стискання соскової гуми відбувається за рахунок зміни тиску P_i у міжстінковій камері доїльного стакану від тиску $P_{\text{ВАК}}$ номінального вакууму до атмосферного $P_{\text{АТМ}}$. Повітря починає поступати через атмосферний канал пульсатора при його відкриванні конусним клапаном і закритті камери постійного вакууму тарілчастим клапаном. При цьому якір лінійного двигуна здійснює переміщення X_1 вниз під дією електромагнітної сили другої котушки, яка виникає при збільшенні струму i_2 , що протікає через неї. При цьому струм i_1 зменшується. Одночасна зміна струмів i_1 та i_2 дозволяє переміщати якір лінійного двигуна плавно для поступового заповнення міжстінної камери атмосферним повітрям. Для фази (C) можна записати:

$$t = t_c; P_i \uparrow; X_1 \downarrow; i_1 \downarrow; i_2 \uparrow. \quad (2.24)$$

Фаза (D) - такт стискання. Під час t_d соскова гума повністю стисла, сосок тварини захищений від дії вакууму в підсосковій камері. Міжстінна камера доїльної склянки заповнена повітрям атмосферного тиску $P_{\text{АТМ}}$, оскільки конусний клапан пульсатора знаходиться в крайньому нижньому положенні і атмосферний канал повністю відкритий, а камера постійного вакууму перекрита тарілчастим клапаном. Якір лінійного двигуна притягнутий вниз електромагнітною силою

другої котушки, по якій протікає струм утримання i_2 , при цьому перша котушка знеструмлена. Умови для фази (D) можна записати таким чином:

$$t = t_d; P_i = P_{\text{АТМ}}; X_1 = 0; i_1 = 0; i_2 = \text{MAX}. \quad (2.25)$$

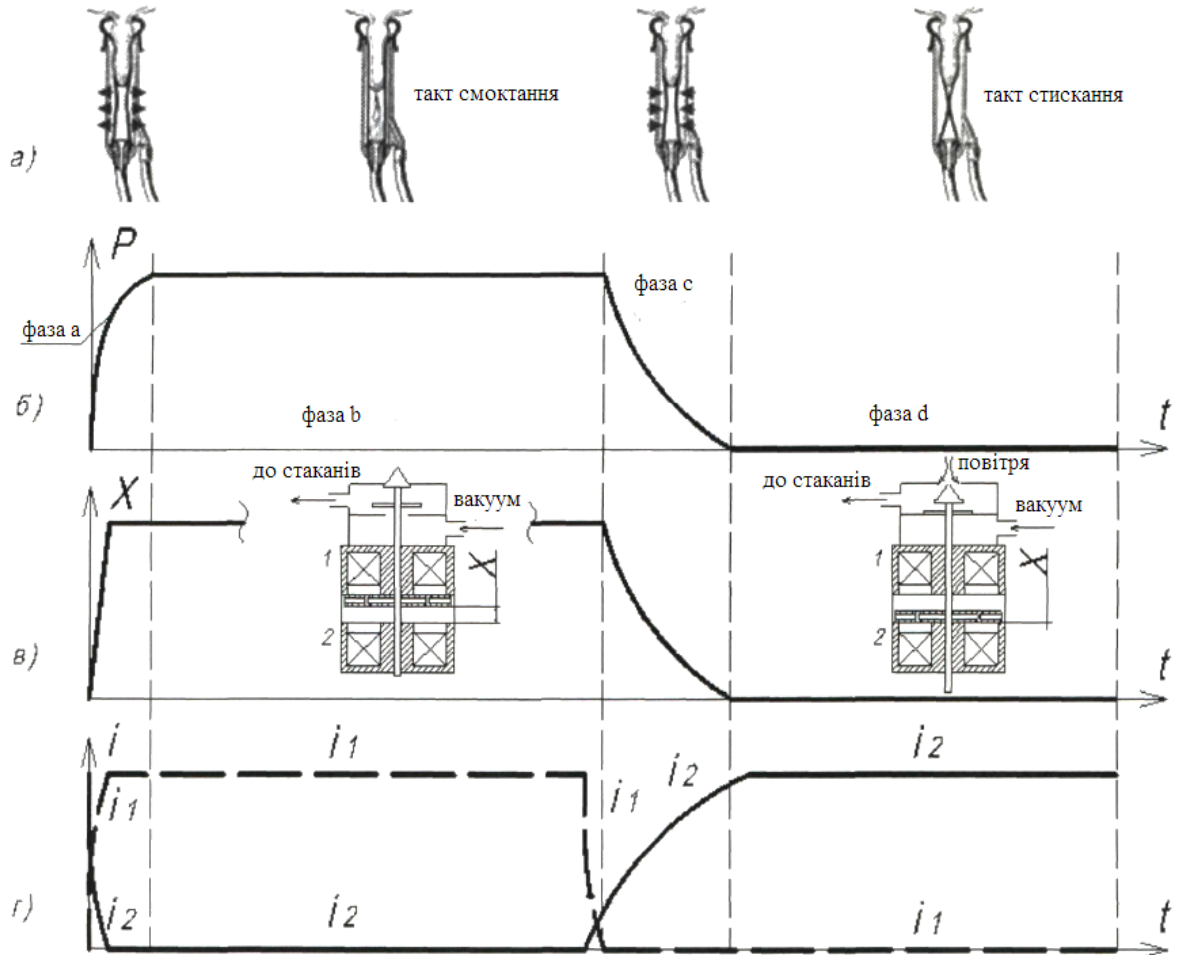


Рисунок 2.12 - Взаємозв'язок параметрів по фазах доїння : а) зміна форми соскової гуми; б) циклограма зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів; в) переміщення якоря лінійного двигуна з клапанним механізмом пульсатора; г) форма струму на котушках лінійного двигуна, що намагнічують.

З аналізу умов для кожної фази видно, що тривалість t_b такту сосання визначається тривалістю дії струму i_1 . Цей проміжок часу задається блоком управління. Величина тиску $P_{\text{ВАК}}$ в міжстінній камері доїльної склянки залежить від розрядки, що створюється вакуумним насосом. Тривалість t_d такту стискання

визначається тривалістю дії струму i_2 , яка також задається блоком управління. Величина тиску P_{ATM} залежить від атмосферного тиску. Таким чином, співвідношення струмів i_1/i_2 визначає співвідношення тактів доїльного апарату; кількість керуючих сигналів i_1 та i_2 задає число пульсацій.

Проміжки часу t_a і t_c тривалість фаз (А) і (С) залежать від зміни тиску P_i в міжстінних камерах від атмосферного P_{ATM} до номінального вакууму P_{BAK} і навпаки. Розглянемо взаємозв'язок зміни цього тиску з тривалістю протікання перехідних фаз, тобто тривалість процесів відкачування і натікання повітря в міжстінних камерах доїльних стаканів.

Під час фази (А) відбувається витікання повітря з міжстінних камер доїльних стаканів через шланги, що сполучають ці камери з колектором; камеру змінного вакууму колектора; шланг, що сполучає колектор з пульсатором; камеру змінного вакууму пульсатора і отвір площею S_O в перегородці між камерами змінного і постійного вакууму пульсатора, який відкритий тарільчастим клапаном. При цьому витікання повітря відбувається в камеру постійного вакууму, в якій за допомогою вакуумного насоса створюється робочий вакуум. Під час фази (С) відбувається натікання повітря в міжстінні камери доїльних стаканів через шланги, сполучаючі ці камери з колектором; камеру змінного вакууму колектора; шланг, що сполучає колектор з пульсатором; камеру змінного вакууму пульсатора і проміжок площею S_3 , створений конусним клапаном, який плавно відкриває атмосферний канал пульсатора. При цьому натікання повітря відбувається з навколишнього середовища, тиск в якому постійни

2.4 Висновки по розділу

В ході огляду наукових джерел і патентного пошуку виявлено, що доїльний апарат, який відповідає біологічним і фізіологічним особливостям молоковіддачі у корів повинен мати пульсатор з можливістю регулювання тривалості перехідного процесу від такту сосання до такту стискання. Для цього нами запропонована нова конструкція пульсатора, відмітною особливістю якого є наявність лінійного

двигуна для приводу клапанного механізму. Вдосконалений доїльний апарат з пульсатором на основі лінійного двигуна створює режиму роботи зі співвідношенням тактів 60/40 % та частотою пульсації 60хв^{-1} , що відповідає режиму роботи більшості сучасних доїльних апаратів.

Розроблений пульсатор відрізняється наявністю верхнього та нижнього клапанів, котрі при роботі лінійного електроприводу відкривають і закривають атмосферний і вакуумний канали, що призводить до м'якого обволікання сосків тварини гумою, виключаючи зворотній потік молока призміні такту сосання тактом стискання та травмування сосків вимені корови.

У відповідності з розробленою методикою встановлені конструктивні параметри клапанного механізму пульсатора, які дозволяють впливати на тривалість t_c перехідного процесу в міжстінних камерах доїльних стаканів. Згідно цієї методики діаметри D_k та D_m верхнього і нижнього клапанів складають 5 мм, їх товщина H_k та H_m – 3 мм; діаметр D_c штока, на якому закріплений клапанний механізм під навантаженням 0,63 Н дорівнює 2 мм; діаметр D_o отвору в перегородці між камерами пульсатора дорівнює 4 мм.

В процесі дослідження встановлено, що при отриманих конструктивних параметрах клапанного механізму пульсатора площа S_3 перерізу проміжку, через який відбувається натікання атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів під час перехідного процесу від такту сосання до такту стискання, збільшується до 17мм у функції зміни переміщення X_1 верхнього клапана від 0 до 2 мм.

Закономірності зміни тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів показують, що найбільший вплив на тривалість t_c перехідного процесу від такту сосання до такту стискання робить переміщення X_1 верхнього клапана пульсатора. Для забезпечення тривалості t_c рівної 120 мс переміщення X_1 якоря лінійного двигуна, що відповідає переміщенню верхнього клапана, повинно складати 2 мм.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ

3.1 Прилади і загальна методика експерименту

Програмою експерименту передбачалася перевірка теоретичних положень, описаних в 1 і 2 главах даного дослідження, з метою виявлення кількісних залежностей між тиском в міжстінних камерах доїльних стаканів і переміщенням якоря лінійного двигуна і визначення тривалості перехідних фаз доїння, а також проведення перевірки працездатності удосконаленого доїльного апарату у виробничих умовах. У зв'язку з цим визначені наступні завдання експериментальних досліджень:

1. Отримати осцилограми зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів вдосконаленого доїльного апарату;
2. визначити тривалість перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів;
3. побудувати електромеханічну характеристику лінійного двигуна, що відповідає фазам доїння;
4. перевірити працездатність вдосконаленого доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна у виробництві.

Експериментальні дослідження були проведені по відомих методиках з використанням сучасного устаткування і приладів відповідно до діючої нормативної документації. Для цього використовувалися: вакуумнасос, вакуумбалон, вакуумрегулятор, вакуумметр, молокозбірник, вакуум-молочний кран, пульсатор ДА, колектор ДА, стакан ДА, АЦП NI-6008, ПЕОМ.

3.2 Методика визначення тривалості перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів

Для виявлення кількісних залежностей між переміщенням якоря лінійного двигуна і тиском в міжстінних камерах доїльних стаканів, а також визначення

тривалості перехідних фаз доїння необхідно отримати осцилограми зміни тиску. Для цих цілей був використаний стенд, який знаходиться в аудиторії 024 кафедри МВІТТ (рисунок 3.1).

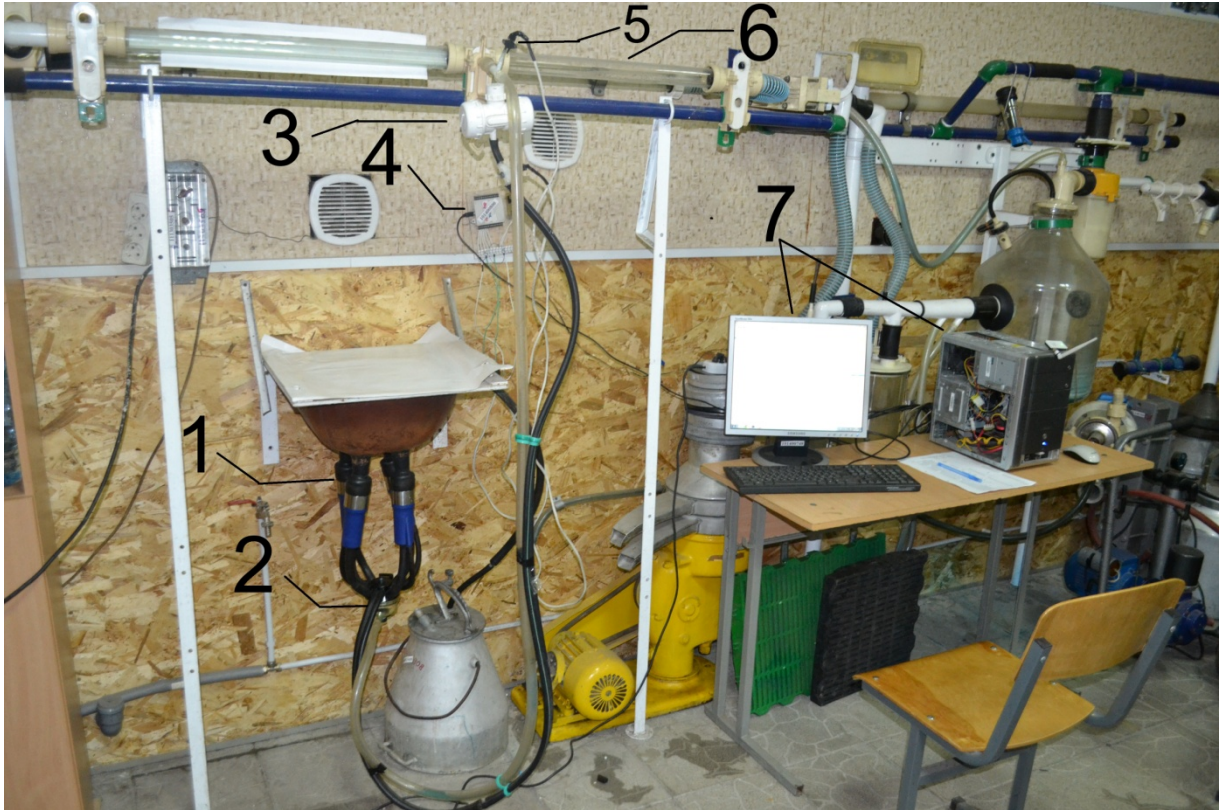


Рисунок 3.1 - Стенд для побудови осцилограм зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів: 1 - доїльні стакани; 2 - колектор; 3 - електропульсатор; 4 - блок керування; 5 - 6- молокопровід; 7 - комп'ютер з необхідним програмним забезпеченням

Лабораторна установка складається зі стенда «доїльна установка УДМ-100» (лабораторія 024 кафедри ІТС). Первинним перетворювачем тиску в ньому є тензOMETричний датчик, який реагує на зміну величини тиску в системі доїльного апарату. Датчик за допомогою шланга змінного вакууму під'єднується до міжстінній камері доїльного стакана. Сигнал з датчика посилюється вимірювальним підсилювачем і подається на вхід аналого-цифрового перетворювача NI-6008. Управління роботою вакуумрегулятора здійснюється за

допомогою мікроконтролера, в ньому ж обробляється інформація, яка вимірюється. За командою від мікроконтролера аналого-цифровий перетворювач змінює аналоговий сигнал від датчика в цифровий код. За допомогою комп'ютеру вибираються й задаються команди управління, які служать для виведення отриманої інформації на дисплей.

Для побудови осцилограм зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів в якості реєструючого пристрою використане комп'ютерне забезпечення PowerGraph. Таким чином, були отримані осцилограми зміни тиску в міжстінних камерах, за якими можна судити про величину тиску в певний момент часу і про тривалість перехідних процесів. За отриманими осцилограмами можна визначити тривалість тактів доїння і відповідні їм значення вакууму. Також визначалося число пульсацій в хвилину і співвідношення тактів, яке визначається як відношення тривалості такту смоктання до такту стиснення.

3.3 Результати експериментальних досліджень вдосконаленого доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного двигуна

Суть процесу машинного доїння полягає в створенні періодичних деформацій соскової гуми за рахунок зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів, що забезпечуються пульсатором. У вдосконаленому доїльному апараті зміна тиску відбувається при переміщенні якоря лінійного двигуна, який управляє ходом клапанного механізму пульсатора.

На рисунку 3.2 приведені осцилограми зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів, переміщення якоря лінійного двигуна і зміни струмів, що подаються на котушки лінійного двигуна. У експериментах час однієї пульсації складав 1000 мс, що відповідає існуючим установкам. У розробленому доїльному апараті, на відміну від існуючих установок з'являється можливість задавати тривалість фаз *A* і *C*.

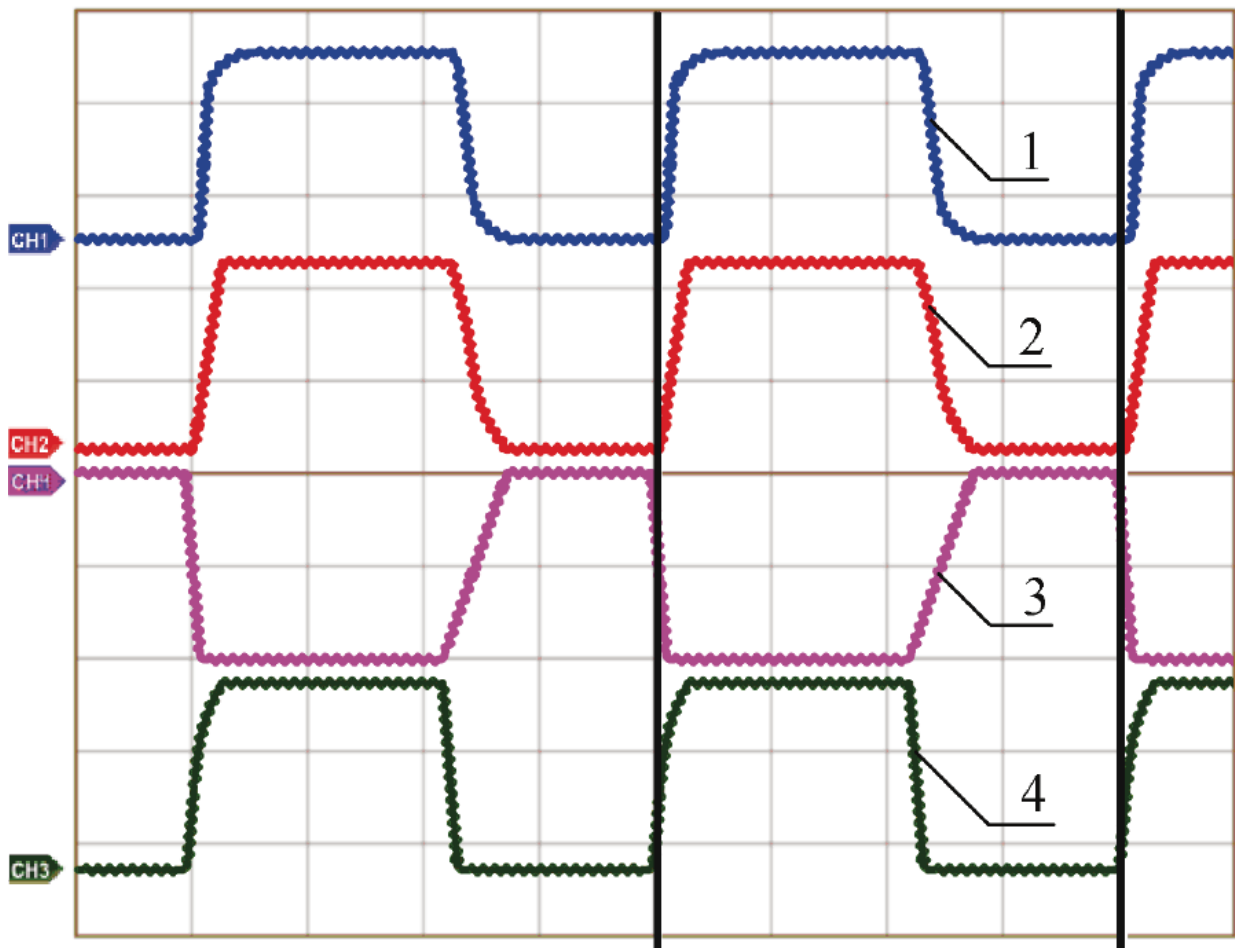


Рисунок 3.2 - Осцилограми зміни тиску в міжстійних камерах доїльних стаканів (1), переміщення лінійного якорю (2) та токів на котушках (3).

Це відбувається за рахунок зміни струмів i_1 та i_2 на котушках лінійного двигуна. Значення струмів, що встановилися, постійні і відповідають фазам доїння B і D . Під час фази B якор знаходиться в крайньому верхньому положенні, тобто $X_1 = 2$ мм, а під час фази D якор опущений вниз, тобто $X_2 = 0$. При переміщенні якоря в міжстійних камерах доїльних стаканів відбувається періодична зміна тиску від атмосферного до номінального вакууму. Зміна струмів на котушках лінійного двигуна дозволяє змінювати тиск в міжстійних камерах доїльних стаканів.

Перехідні процеси в міжстійних камерах доїльних стаканів - це проміжки часу одного циклу пульсації, що відповідають тривалості витікання і натікання атмосферного повітря. Для набуття певних значень тривалості перехідних процесів використовувалося схемне рішення, яке дозволяє, через спеціальне програмне

забезпечення, задавати значення і тривалість струмів, що подаються на котушки лінійного двигуна.

Відповідність струмів на котушках лінійного двигуна заданим значенням контролювалася за допомогою осцилографа. На осцилограмах представлена зміна струмів на першій і другій котушках лінійного двигуна (рис 3.2, осцилограми 4 та 3)

Струм на першій котушці мав звичайну форму для електромагнітів, а на другій котушці в момент, що відповідає фазі 3, поступово збільшувався. Міра збільшення струму на другій котушці необхідна для плавності переміщення якоря була визначена емпірично з урахуванням особливостей протікання електромеханічних процесів в котушках.

Тривалість перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів визначалися по осцилограмах зміни тиску, знятих під час роботи доїльного апарату за методикою, описаною в п. 3.1. Отримані результати порівнювалися з теоретичними значеннями, визначеними по залежностях з 2 глави справжньої роботи.

Осцилограма зміни тисків в міжстінних камерах доїльних стаканів з режимом доїння 60 пульсацій в хвилину і співвідношенням тактів 60/40 % приведена на малюнку 3.2, осцилограма 2. Датчик тензометрування, який використовувався в експерименті, має тарировку, що дозволяє отримати на екрані осцилографа відносну зміну тиску в міжстінних камерах доїльнихххтаканов. Таким чином, на представленій осцилограмі видно, що тиск періодично змінюється від атмосферного до номінального вакууму і навпаки. При чому при зміні від номінального вакууму до атмосферного, що відповідає фазі С процес відбувається плавніше, ніж при зміні, що відповідає фазі А (рисунок 3.3) .

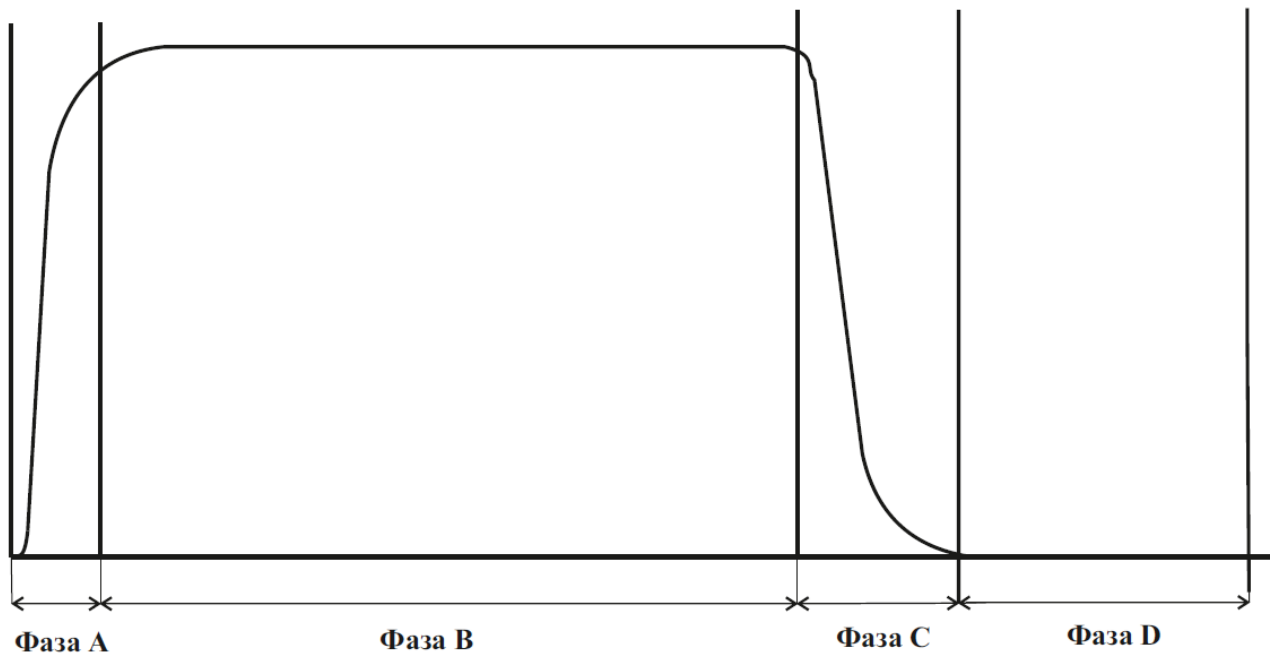


Рисунок 3.3 - Обробка осцилограми тиску

В результаті обробки отриманої осцилограми тиски виявлено, що тривалість перехідних фаз *A* і *B* складає 60 мс і 120 мс, що відповідає фізіологічним вимогам. Наявність інертності процесу обумовлена жорсткістю соскової гуми.

Встановлено що на тривалість перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів робить вплив значення струмів на котушках лінійного двигуна. При чому струм на першій котушці перемикається від 0 до 400 мА, на другій збільшується до 400 мА плавно, а зменшується також як і на першій котушці.

Теоретичні значення тривалості перехідних процесів під час фази *A* при описаному режимі тиску і номінальному значенні вакууму 50 кПа відрізняються від експериментальних на 4...5 %. Це відповідає достатній збіжності результатів і достовірності допущень, узятих при теоретичних дослідженнях тривалості фази *A*. Теоретичні значення тривалості перехідних процесів під час фази *C* відрізняється від експериментальних на 8... 10 %. Це пов'язані із складністю закономірності зміни площі поперечного перерізу проміжку, через який відбувається натікання атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів.

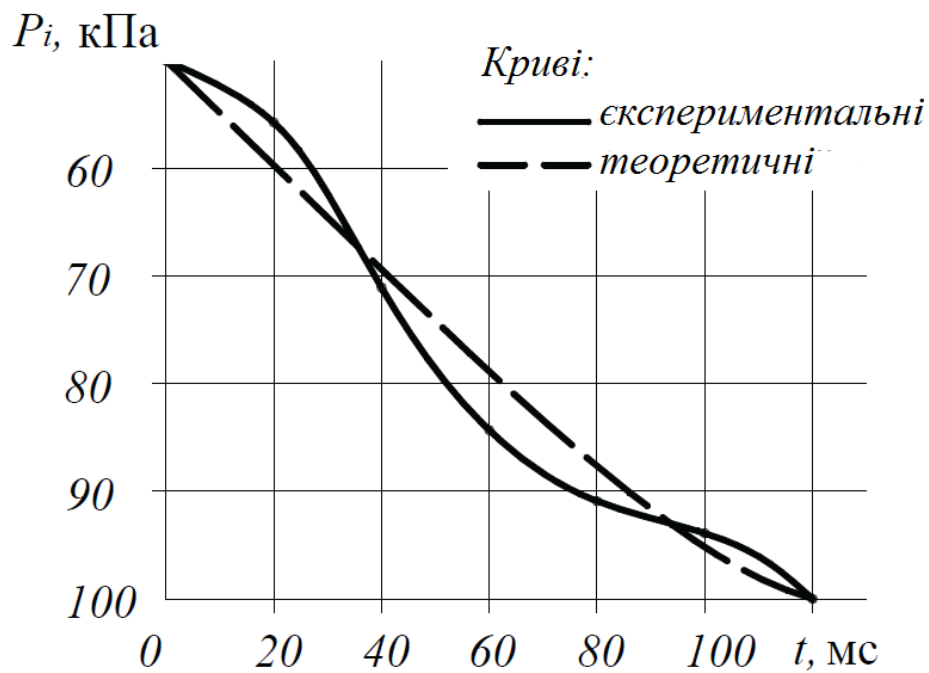


Рисунок 3.4- Залежності зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів під час фази С

3.4 Математична обробка результатів експерименту

Планування експерименту - це процедура вибору числа і умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для розширення поставленого завдання з необхідною точністю.

Відповідно до теорії планування експерименту складено план двухфакторного експерименту для вибору оптимальних геометричних розмірів клапанного механізму пульсатора. Умови експерименту представлені в таблиці 3.1.

В якості цільової функції приймаємо витрату повітря доїльним апаратом, а діаметр атмосферного каналу і переміщення якоря лінійного двигуна - як незалежні фактори. Квадратична модель відгуку даного дослідження будувалася з використанням теорії ортогонального планування 2-ого порядку.

Таблиця 3.1. - Умови експерименту

Величина	Фактори	
	Діаметр D_a , мм	Діаметр X_1 , мм
Кодоване позначення фактору	X_1	X_2
Нижній рівень X_i	0,001	0,002
Середній рівень X_i	0,003	0,004
Верхній рівень X_i	0,005	0,006
Інтервал варіювання	0,002	0,002

Центрально-композиційні плани дозволяють отримати незалежні оцінки коефіцієнтів регресії. Загальна кількість точок повного трирівневого експерименту при n -факторах обчислюється за формулою:

$$N_w = 2^k + 2k + n_0, \quad (3.1)$$

де n_0 - число точок в центрі експерименту.

Таким чином, при до $k=2$ необхідно виконати 10 експериментів: 4 точки - ядро плану; 4 - зіркові точки; 2 - точки в центрі експерименту, а також знайти 6 коефіцієнтів. Для знаходження функції відгуку складемо матрицю X_1 для ортогонального двухфакторного плану (таблиця 3.2).

Рівняння регресії в загальному вигляді[46]:

$$y = b_0 + \sum^k b_i x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum^k b_{ii} x_i^2. \quad (3.2)$$

Таблиця 3.2 - Структурна матриця для визначення коефіцієнтів в рівнянні регресії

N	X_n		x'_1	x'_2	x_1x_2	y_1	$y(x_i)$
	x_1	x_2					
1	-	-	0,08	0,08	+	0,002	0,002
2	-	+	0,08	0,08	-	-0,018	-0,02
3	+	-	0,08	0,08	-	8,5	8,6
4	+	+	0,08	0,08	+	3,96	3,82
5	-2	0	3,08	-0,92	0	-0,0029	-0,003
6	2	0	3,08	-0,92	0	29,2	29,9
7	0	-2	-0,92	3,08	0	1,04	1,07
8	0	2	-0,92	3,08	0	0,016	0,016
9	0	0	-0,92	-0,92	0	0,44	0,45
10	0	0	-0,92	-0,92	0	0,44	0,45

У програмі «Statistica» були розраховані всі коефіцієнти рівняння регресії в НЕ кодованих координатах:

$$y = 4 - 4309x_1 - 359x_2 - 283548x_1x_2 + 101248x_2^2. \quad (3.3)$$

За обчисленими даними побудовано поверхню відгуку, яка представлена на малюнку 3.5.

Адекватність рівняння перевіряємо за критерієм Фішера, тобто порівнюємо дисперсію адекватності і дисперсію щодо середнього:

$$F = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ад}^2}. \quad (3.4)$$

Дисперсія адекватності:

$$\sigma_{ад}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \psi(x_i))^2}{N_{ц} - l}, \quad (3.5)$$

де l - число коефіцієнтів в рівнянні регресії ($l = 6$)

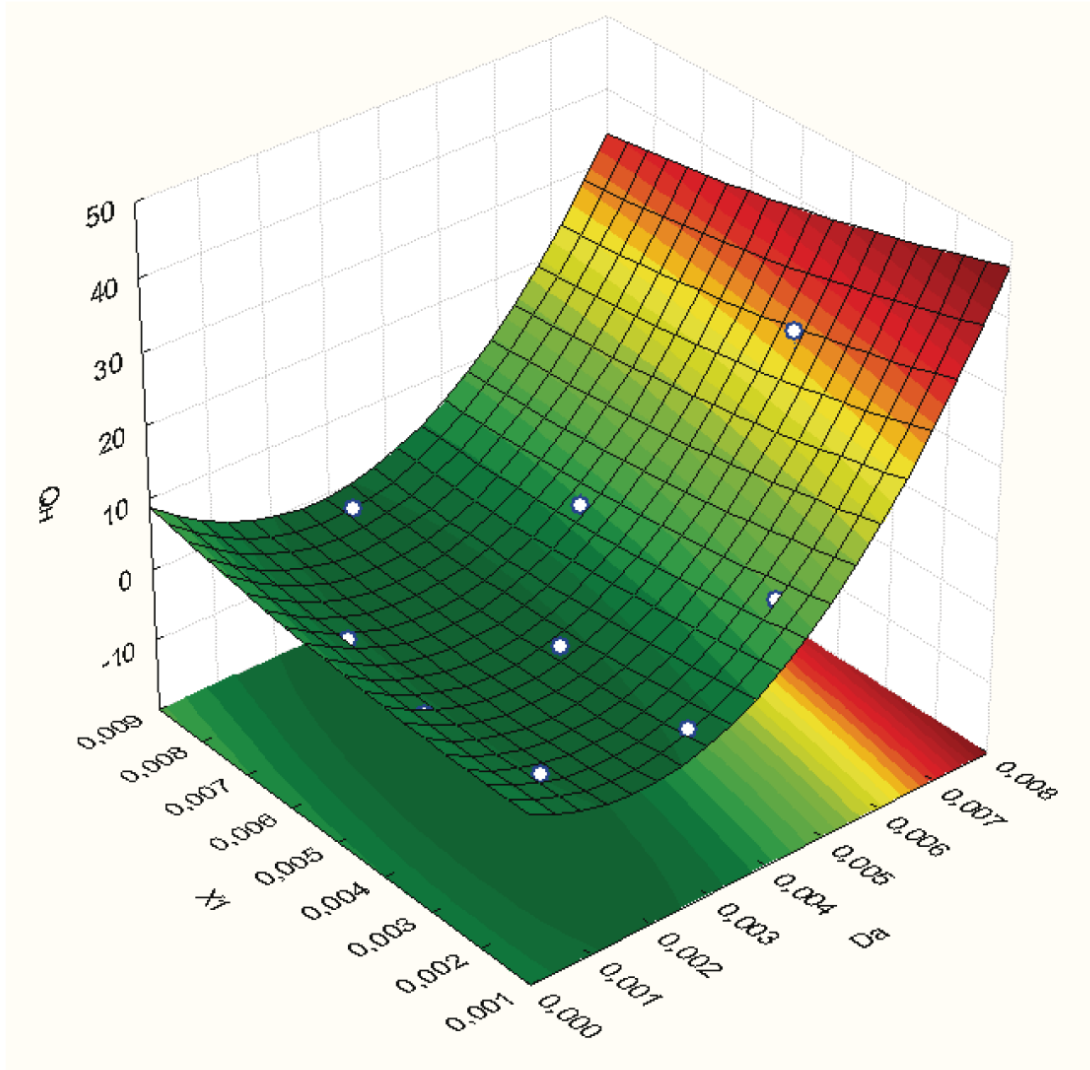


Рисунок 3.5 - Поверхня відгуку

Дисперсія щодо середнього:

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N_{ц} - 1}. \quad (3.6)$$

Чим менше отримане значення F щодо табличного $F_{1-p}(f_1, f_2)$ для рівня значущості α ($\alpha = 0,1$) і чисел ступенів свободи $f_1 = N_{ц} - 1$ і $f_2 = N_{ц} - l$, тим ефективніше рівняння регресії ($F < F_{1-\alpha}$).

Величини дисперсій: $\sigma_y^2 = 0,058$; $\sigma_{ад}^2 = 0,79$.

Критерій Фішера:

$$F = \frac{0,058}{0,79} = 0,073. \quad (3.7)$$

Порівнюючи дане числове значення з табличним для $f_1 = 9$ та $f_2 = 4$ маємо $F_{1-\alpha} = 6,2$.

$$F < F_{1-\alpha} \Rightarrow 0,073 < 6,2. \quad (3.8)$$

Нерівність виконується, тому рівняння регресії є адекватним.

3.5 Висновки по розділу

У процесі обробки результатів експериментів встановлено, щорозроблений електропульсатор забезпечує тривалість перехідних фаз A та C - 60 *мс* і 120 *мс* відповідно, що відповідає біологічним вимогам до доїльного апарату і фізіологічним особливостям молоковіддачі у корів.

Теоретичні значення тривалості перехідних процесів під час фази A при створюваному режимі доїння та номінальному значенні вакууму 50 кПа відрізняються від експериментальних на 4... 5%, під час фази C на 8... 10%. Обробка отриманих осцилограм дозволяє отримати експериментальні залежності переміщення в часі. Теоретичні значення переміщення клапана під час фази A відрізняються на 2...3 %, під час фази C на 4...6%.

Відповідно до теорії планування експерименту було складено план двухфакторного експерименту для вибору оптимальних геометричних розмірів клапанного механізму пульсатора. Як цільова функція була прийнята витрата

повітря доїльним апаратом , а діаметр атмосферного каналу і переміщення якоря лінійного двигуна - як незалежні фактори. Квадратична модель відгуку даного дослідження була побудована з використанням теорії ортогонального планування 2-ого порядку. Для знаходження функції відгуку була складена матриця X_1 для ортогональногодвухфакторного плану. Адекватність отриманого рівняння регресії була перевірена за критерієм Фішера. Коефіцієнт детермінації для нашої моделі $R^2 = 0,97$, що дозволяє говорити про високу точність апроксимації.

Аналіз поверхні відгуку показав, що оптимальними значеннями діаметра D_A атмосферного каналу є 4 мм, а переміщення якоря X_1 - 2 мм. Такі значення забезпечують виконання технологічного процесу і витрату U_A повітря пульсатором на основі лінійного електроприводу рівну $0,002 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, що відповідає продуктивності вакуумного насоса серійних доїльних апаратів при номінальному тиску в системі рівному 50 кПа.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги охорони праці при роботі з доїльним обладнанням

Загальні вимоги охорони праці при роботі з доїльним обладнанням регулюються різними нормативно-правовими актами в Україні та Європі. Відповідно до Законодавства України про охорону праці, зокрема Закону України «Про охорону праці», роботодавці зобов'язані забезпечити безпечні умови праці для своїх працівників. Це передбачає проведення оцінки ризиків, навчання працівників з питань безпеки, а також забезпечення їх засобами індивідуального захисту.

Згідно з Директивою 2006/42/ЄС про безпеку машин, доїльне обладнання повинно відповідати вимогам безпеки, включати захисні елементи і мати чіткі інструкції для безпечного використання. Регулярні технічні огляди і обслуговування обладнання також є обов'язковими. Правила охорони праці в сільському господарстві, затверджені Міністерством соціальної політики України, вимагають забезпечення належних умов праці, включаючи санітарно-гігієнічні вимоги, такі як наявність чистої води, можливість регулярного миття рук і доступ до засобів дезінфекції.

Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як спеціальний одяг, захисні рукавиці, респіратори, захисні окуляри та інше, згідно з вимогами Державних стандартів України (ДСТУ). Це допомагає запобігти травмам та контакту з небезпечними хімічними речовинами. Важливим аспектом є дотримання правил поведінки з тваринами, що регулюється українським законодавством та європейськими нормами, оскільки це дозволяє уникнути травм для працівників і тварин.

Необхідно дотримуватись вимог Державних норм пожежної безпеки, які передбачають наявність первинних засобів пожежогасіння та навчання персоналу правилам дій у разі виникнення пожежі. Окрім цього, важливо

забезпечити право працівників на безпечні умови праці, що регулюється Конвенцією Міжнародної організації праці (МОП). Працівники мають право на отримання інформації про ризики та навчання для їх запобігання. Дотримання цих вимог не лише забезпечує безпеку працівників, але й підвищує ефективність виробництва в агропромисловому секторі.

Забезпечення охорони праці при роботі з доїльним обладнанням включає в себе не лише дотримання вимог законодавства, але й впровадження певних практичних заходів. Серед них важливою є організація робочого місця, яка передбачає належну вентиляцію, освітлення, а також безпечний доступ до всього необхідного обладнання. Робочі зони повинні бути чистими і не слизькими, щоб запобігти нещасним випадкам.

Регулярні навчання та інструктажі з охорони праці також є обов'язковими. Працівники повинні бути ознайомлені з усіма аспектами безпечного користування доїльним обладнанням, включаючи порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій. Також важливо забезпечити можливість для працівників змінювати одяг у спеціально відведених місцях, мати доступ до чистої питної води та санітарно-гігієнічних умов.

Під час роботи з доїльними апаратами особливу увагу слід звертати на безпечну експлуатацію обладнання. Перед початком роботи необхідно проводити перевірку технічного стану доїльних установок і забезпечити наявність захисних елементів. Забороняється використовувати несправне обладнання або працювати в небезпечних умовах. Під час обслуговування обладнання важливо дотримуватись інструкцій виробника, а також дбати про збереження власної безпеки.

З огляду на наявність хімічних засобів для обробки тварин та дезінфекції, працівники повинні бути ознайомлені з потенційними ризиками, пов'язаними з їх використанням, а також використовувати відповідні засоби захисту, такі як рукавиці, маски і окуляри.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці при роботі з доїльним обладнанням є важливим чинником, який забезпечує безпеку працівників,

знижує ризики травмування та професійних захворювань, а також сприяє підвищенню загальної ефективності виробничих процесів у сільському господарстві. Охорона праці має бути інтегрована в усі етапи роботи з доїльним обладнанням, починаючи з навчання та закінчуючи постійним моніторингом і вдосконаленням існуючих стандартів.

4.2 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з доїльним обладнанням

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція визначає основні вимоги з охорони праці для працівників, які працюють з доїльним обладнанням, включаючи операторів, обслуговуючий персонал та ветеринарних фахівців.

1.2. Інструкція розроблена відповідно до вимог законодавства України в сфері охорони праці, а також міжнародних стандартів.

1.3. До роботи з доїльним обладнанням допускаються лише особи, які пройшли медичний огляд, мають відповідну кваліфікацію та пройшли навчання з охорони праці.

1.4. Працівники зобов'язані дотримуватись цієї інструкції, використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) та бути ознайомленими з порядком дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

1.5. Забороняється виконувати роботи у разі несправностей обладнання або в умовах, що загрожують безпеці життя і здоров'я.

2. Вимоги до засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)

2.1. Під час роботи з доїльним обладнанням працівники повинні використовувати такі засоби індивідуального захисту:

Спеціальний одяг (комбінезони, халати, фартухи).

Гумові або шкіряні рукавиці для захисту рук.

Захисне взуття з антиковзкою підошвою.

Респіратори або маски для захисту органів дихання при використанні дезінфекційних засобів.

Захисні окуляри для роботи з хімічними речовинами.

Захисні навушники при підвищеному рівні шуму.

3. Вимоги до безпечної експлуатації обладнання

3.1. Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан доїльних установок, переконатися в справності всіх елементів та наявності захисних огорож.

3.2. Забороняється експлуатація несправного обладнання або у разі відсутності захисних огорожень.

3.3. Під час роботи з доїльним обладнанням необхідно дотримуватись безпечної дистанції від рухомих частин.

3.4. Очищення, ремонт або технічне обслуговування обладнання слід проводити лише після його повної зупинки та відключення від електромережі.

3.5. Забезпечити належну вентиляцію в приміщенні для уникнення накопичення шкідливих газів та забезпечення нормальних умов праці.

4. Вимоги до безпеки під час роботи

4.1. Працівники повинні дотримуватись правил поведінки з тваринами, уникати різких рухів і не провокувати стрес у тварин.

4.2. Забороняється працювати без використання засобів індивідуального захисту або залишати працююче обладнання без нагляду.

4.3. У разі виявлення витоку молока або забруднення доїльних апаратів слід негайно припинити роботу, очистити обладнання та провести дезінфекцію.

4.4. Всі дезінфекційні засоби повинні використовуватися згідно з інструкціями виробника, із застосуванням відповідних засобів захисту.

5. Пожежна безпека

5.1. У доїльних залах повинні бути наявні первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники, пісок, лопати).

5.2. Паливно-мастильні матеріали, що використовуються для технічного обслуговування обладнання, повинні зберігатися в спеціально відведених місцях відповідно до вимог пожежної безпеки.

5.3. У разі виникнення пожежі необхідно негайно повідомити відповідні служби, зупинити роботу обладнання, відключити його від електромережі та використати засоби пожежогасіння.

6. Заключні положення

6.1. Після завершення роботи необхідно вимкнути обладнання, очистити його від залишків молока, провести дезінфекцію, а також перевірити технічний стан.

6.2. Робоча зона повинна бути очищена від сміття та дезінфекційних засобів.

6.3. У разі травмування або виникнення надзвичайних ситуацій, працівник повинен негайно повідомити керівника робіт та звернутися за медичною допомогою.

6.4. Всі працівники повинні регулярно проходити навчання та інструктажі з охорони праці та безпеки відповідно до вимог українського законодавства.

7. Відповідальність

7.1. Працівники несуть відповідальність за дотримання вимог цієї інструкції, а також за безпечне виконання своїх обов'язків.

7.2. Керівники виробництв несуть відповідальність за організацію роботи в умовах безпеки та забезпечення навчання працівників.

4.3 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях

Порядок дій під час прориву дамби водосховища

1. Попередження та виявлення загрози

1.1. Спостереження за станом дамби повинно проводитися постійно. У разі виявлення тріщин, просідання, підвищення рівня води чи інших ознак загрози прориву необхідно негайно повідомити відповідні служби.

1.2. Організувати цілодобове чергування в зоні дамби, щоб забезпечити швидке реагування на загрозливі ситуації.

2. Оповіщення

2.1. У разі підтвердження загрози прориву дамби негайно повідомити:

Відповідальні служби (аварійно-рятувальні підрозділи, екстрені служби).

Місцеву адміністрацію.

Жителів, що знаходяться в зоні потенційної небезпеки.

2.2. Використати всі доступні засоби зв'язку (сирени, гучномовці, радіо, мобільні телефони) для оповіщення населення про небезпеку.

3. Евакуація населення

3.1. Організувати евакуацію жителів з небезпечних зон, використовуючи зазначені маршрути, які не підлягають підтопленню.

3.2. Забезпечити безпечний вихід з небезпечних територій, а також розміщення евакуйованих у безпечних місцях (тимчасові укриття, центри допомоги).

3.3. Нагадати жителям, щоб вони взяли з собою необхідні документи, ліки та цінності.

4. Дії на місці події

4.1. Спостерігати за розвитком ситуації, забезпечити безпечну зону навколо дамби, щоб уникнути потрапляння людей у зону ризику.

4.2. Визначити основні напрямки евакуації та контролювати їх використання.

4.3. Забезпечити охорону та контроль за майном у зонах евакуації.

5. Реагування на прорив

5.1. У разі прориву дамби:

Негайно попередити всіх, хто перебуває в небезпечній зоні, про необхідність термінової евакуації.

Вжити заходів для зміни або перенаправлення потоку води (в разі можливості) для зменшення шкоди.

5.2. Викликати аварійно-рятувальні служби для проведення рятувальних операцій та ліквідації наслідків.

6. Ліквідація наслідків

6.1. Після стабілізації ситуації провести оцінку шкоди та організувати роботи з відновлення.

6.2. Забезпечити психологічну допомогу постраждалим та евакуйованим.

6.3. Провести розслідування причин прориву дамби, підготувати звіт про подію та вжити заходів для запобігання подібним ситуаціям у майбутньому.

7. Підготовка до можливих інцидентів

7.1. Розробити план дій на випадок прориву дамби та провести навчання та тренування для всіх відповідальних осіб та населення.

7.2. Регулярно перевіряти технічний стан дамби, виконувати профілактичні роботи та ремонти.

7.3. Проводити моніторинг гідрологічної обстановки та метеорологічних умов, що можуть впливати на безпеку дамби.

4.4 Висновки по розділу

Дотримання вимог охорони праці при роботі з доїльним обладнанням критично важливе для запобігання травмам та професійним захворюванням.: Інструкції, розроблені згідно з українським та європейським законодавством, забезпечують безпечні умови експлуатації обладнання. Чіткий порядок дій під час прориву дамби дозволяє оперативно реагувати та евакуювати населення, знижуючи ризики. Інтеграція охорони праці в усі етапи роботи з доїльним обладнанням підвищує ефективність виробництва в агропромисловому секторі.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

5.1 Вихідні дані

Економічна ефективність визначалася порівнянням оптимізованого доїльного апарата з серійним АДУ-1, виробництва ТОВ «Брацлав», при умові використання на малій приватній фермі на 20 корів. Основні показники економічної ефективності для оптимізованого доїльного апарата розраховувалися на підставі даних експериментальних досліджень, а для існуючого варіанта - взяті з технічної характеристики АДУ-1. Вихідні дані для розрахунку зводимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку техніко-економічних показників

Показник	Варіанти	
	базовий (АДУ-1)	проектний апарат
Кількість корів на фермі, гол.	20	20
Середній річний надій на 1 корову, т	4,7	4,7
Середній разовий надій на 1 корову (при 2-х кратному доїнні), т	9,38	9,38
Річний об'єм робіт, т.	94	94
Загальна тривалість доїння корови, хв.	5	4,25
Тривалість підготовчо-заклучних операцій, хв.	5,5	5,5
Пропускна здатність доїльного апарата, л/хв.	3,08	3,63
Продуктивність доїльного апарата, гол/год.	5,71	6,15
Продуктивність доїльного апарата, т/год.	0,088	0,095
Потужність приводу, кВт	0,75	0,75
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1
Балансова вартість, грн.	3245	3245
Вкладення в переобладнання, грн.	-	1605

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Порівняння базового та удосконаленого доїльних апаратів здійснюється за питомими експлуатаційними витратами, які складаються з кількох ключових компонентів. До них належать витрати на заробітну плату працівників, енергоресурси, амортизаційні відрахування, а також витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання. Для розрахунку цих показників ми використовуватимемо методики та рекомендації, наведені в [3].

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності
удосконаленого доїльного апарата

Показники	Варіанти		Проектовани й у % до базового
	базовий (АДУ-1)	проектний апарат	
1	2	3	4
Річний об'єм робіт, т.	94	94	100
Продуктивність доїльного апарата, т/год.	0,088	0,095	108
Потужність приводу, кВт	0,75	0,75	100
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1	100
Балансова вартість, грн.	3245	3245	100
Вкладення в переобладнання, грн.	-	1605	-
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	226,1	213,76	94,5
в т. ч.: заробітна платня	201,72	186,85	92,62
витрати на електроенергію	16,2	15	92,6
амортизаційні відрахування	1,25	1,74	139
витрати на ТО та ремонт	1,76	2,43	138
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1401,54	-
Строк окупності додаткових	-	1,15	-

капітальних вкладень, років			
-----------------------------	--	--	--

5.3 Висновки по розділу

Економічна оцінка проектного доїльного апарата показала, що в порівнянні з базовим він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності. При цьому економія експлуатаційних витрат склала 1401,54 грн., а строк окупності додаткових капітальних вкладень - 1,15 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз проведених раніше досліджень режимів роботи доїльних апаратів з варійованою тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів дає можливість стверджувати, що для удосконалення режиму доїння тривалість t_c перехідного процесу від такту ссання до такту стискання має бути значно більшою, ніж в існуючих установках і досягати 120 мс, що відповідатиме фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі у корів. Забезпечити такий режим можливо застосуванням електропульсатора з приводом клапанного механізму від лінійного двигуна. Використання доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного електроприводу з тривалістю t_c перехідного процесу в межах 120 мс зменшить несприятливий вплив машинного доїння на організм корів, підвищить їх продуктивність і період використання, а також понизить захворюваність маститами.

2. Нами запропонована нова конструкція пульсатора, відмітною особливістю якого є наявність лінійного двигуна для приводу клапанного механізму. Розроблений пульсатор відрізняється наявністю верхнього та нижнього клапанів, котрі при роботі лінійного електроприводу відкривають і закривають атмосферний і вакуумний канали, що призводить до м'якого обволікання сосків тварини гумою, виключаючи зворотній потік молока при зміні такту ссання тактом стискання та травмування сосків вимені корови.

3. У процесі обробки результатів експериментів встановлено, що розроблений електропульсатор забезпечує тривалість перехідних фаз A та C - 60 мс і 120 мс відповідно, що відповідає біологічним вимогам до доїльного апарату і фізіологічним особливостям молоковіддачі у корів. Відповідно до теорії планування експерименту було складено план двухфакторного експерименту для вибору оптимальних геометричних розмірів клапанного механізму пульсатора. Аналіз поверхні відгуку показав, що оптимальними значеннями діаметра D_A атмосферного каналу є 4 мм, а переміщення якоря X_1 - 2 мм.

4. Дотримання вимог охорони праці при роботі з доїльним обладнанням критично важливе для запобігання травмам та професійним захворюванням.: Інструкції, розроблені згідно з українським та європейським законодавством, забезпечують безпечні умови експлуатації обладнання. Чіткий порядок дій під час прориву дамби дозволяє оперативно реагувати та евакуювати населення, знижуючи ризики. Інтеграція охорони праці в усі етапи роботи з доїльним обладнанням підвищує ефективність виробництва в агропромисловому секторі.

5. Економічна оцінка проектного доїльного апарата показала, що в порівнянні з базовим він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності. При цьому економія експлуатаційних витрат склала 1401,54 грн., а строк окупності додаткових капітальних вкладень - 1,15 року.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Національний проект “Відроджене скотарство” / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки]. – К.: ДІА, 2014 – 44 с.
2. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.
3. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] / І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
4. 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.
5. 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).
6. 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).
7. 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).
8. 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).

9. Сочка Л. Вимя - не машина. Пропозиція. 2000. № 6. С. 70 – 72.

10. 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).

11. 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.

12. Дудін В.Ю. Техніко-економічне обґрунтування застосування ротаційного пластинчатого вакуумного насоса у складі індивідуальної доїльної установки / В.Ю. Дудін, С.І. Павленко // Механізація та електрифікація сільського господарства – Глеваха, 2013. – Вип. 91. Т.1 – С. 564-569.

13. Дудін В.Ю. Результати випробувань індивідуальної доїльної установки ДУ-10 з ротаційним пластинчатим вакуумним насосом / В.Ю. Дудін, Е.Б. Алієв // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2013. – Вип. 132. – С. 453-458.

14. Алієв Е. Б. Оцінка фактичного рівня безвідмовності вузлів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання / Е. Б. Алієв // Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2012. – Вип. 120. – С. 326-330.

15. Дудін В.Ю. Підвищення ефективності роботи вакуумних установок доїльного обладнання / В.Ю. Дудін, С.І. Павленко, Б.Т. Потеруха // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2009. – Вип. 3 (3). – С. 8-13. – ISSN 2075-1591.

16. Павленко С.І. Обґрунтування деяких конструктивних характеристик ротаційних вакуумних насосів з тангенціальним розміщенням пластин / С.І. Павленко, М.М. Науменко, В.Ю. Дудін // Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2011. – Вип. 108. – С. 159-163.

17. Павленко С.І. Обґрунтування окремих параметрів пластинчатих вакуумних насосів / С.І. Павленко, В.Ю. Дудін, М.В. Колончук, Д.Ф. Кольга // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. – Дніпропетровськ: 2008. – Вип. 75. – С. 258-268.

18. Закон України «Про охорону праці»

19. НПАОП 0.00-4.21-04. «Типове положення про службу охорони праці»

20. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»

21. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання і затвердження роботодавцем нормативних актів з охорони праці, що діють на підприємстві»

22. Положення «Про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту» (Наказ Держгірпромнагляду від 24.03.2008 року № 53).

23. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.

ДОДАТКИ

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

Обґрунтування параметрів електромагнітного пульсатора двотактного доїльного апарата

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІ-1-23
Гайдай Василь Миколайович

Керівник: к.т.н., доцент
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро 2024

МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета досліджень: обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого доїльного апарату попарної дії.

Відповідно до мети поставлено наступні задачі досліджень:

1. Провести аналіз виконаних розробок в даній предметній області.
2. Розробити схему удосконалення доїльного апарату та провести її теоретичні дослідження.
3. Розробити методику експериментальних досліджень і оптимізації параметрів удосконаленого доїльного апарата та провести його лабораторні випробування.
4. Провести оцінку удосконаленої розробленого доїльного апарата з точки зору охорони праці.
5. Провести техніко-економічну оцінку удосконаленого доїльного апарата.

Об'єктом дослідження є технологія машинного доїння корів при використанні доїльного апарату з лінійним електроприводом клапанного механізму електропульсатора.

Предмет дослідження: закономірності функціонування пульсатора з лінійним електроприводом.

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ



Класифікація пристроїв, вживаних в доїльних установах для створення пульсацій вакууму в міжстінних камерах доїльних стаканів

3

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

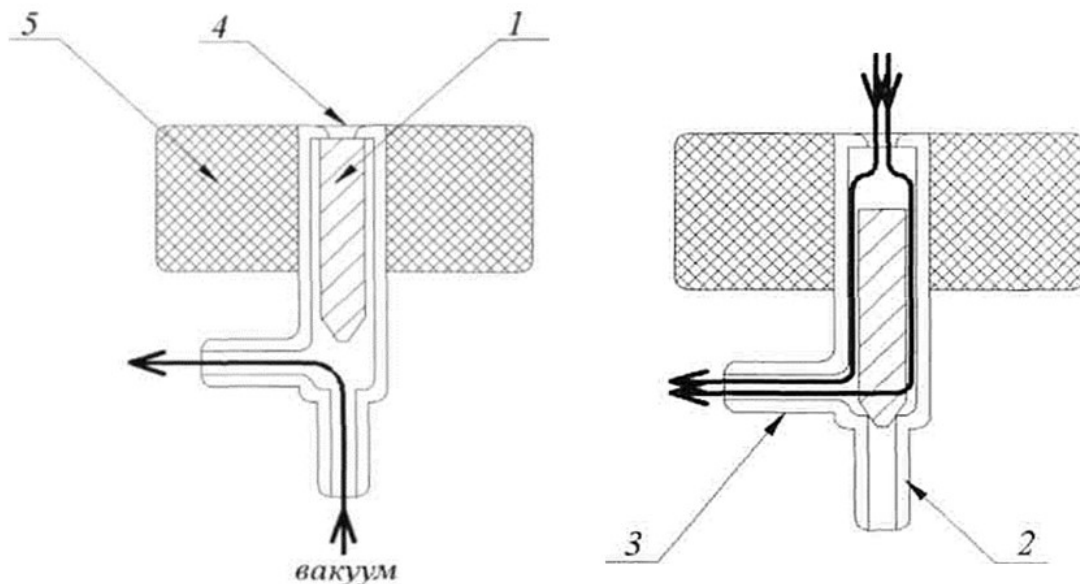
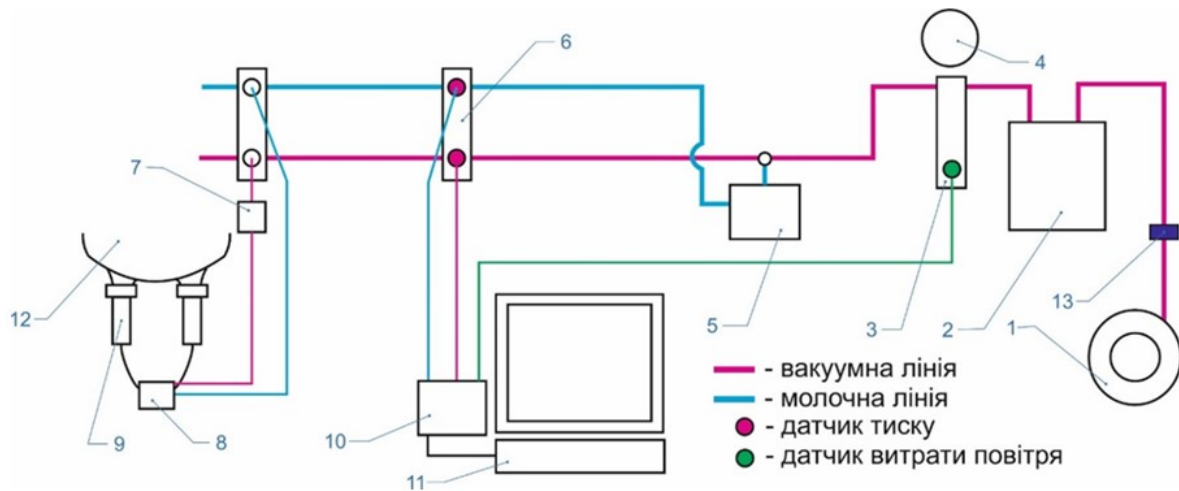


Схема електропульсатора: а) такт ссання б) такт стискання 1 - клапан, 2 - патрубок постійного вакууму 3 - патрубок змінного вакууму, 4 - атмосферний канал, 5 - котушка електромагніту, що намагнічує

4

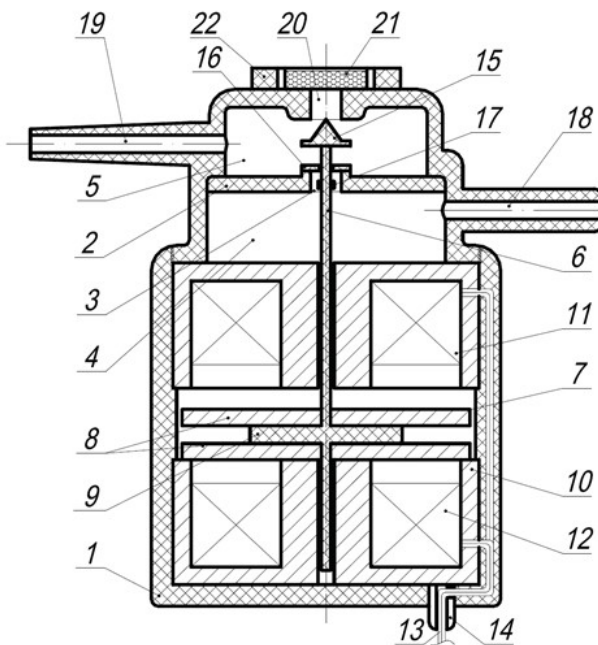
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Конструкційна схема експериментального стенду: 1 – вакуумнасос; 2 – вакуумбалон; 3 – вакуумрегулятор; 4 – вакуумметр; 5 – молокозбірник; 6 – вакуум-молочний кран; 7 – пульсатор ДА; 8 – колектор ДА; 9 – стакан ДА; 10 – АЦП NI-6008; 11 – ПЕОМ; 12 – макет вимені; 13 – шибєр регулювання продуктивності насоса

5

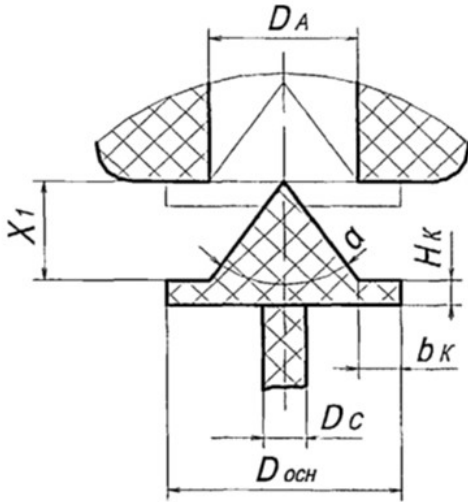
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



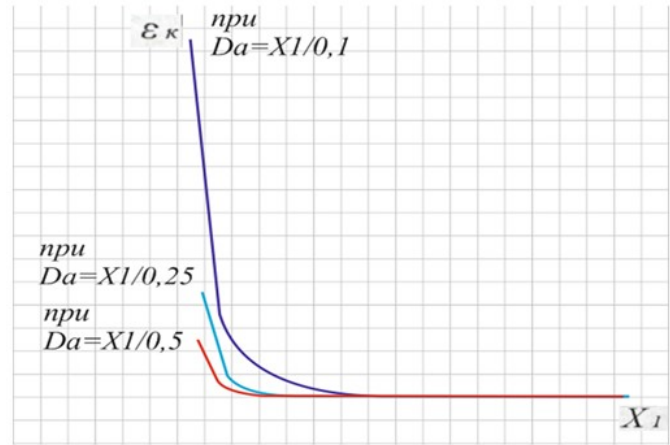
Пульсатор доїльного апарату на основі лінійного двигуна: 1 - корпус; 2 - перегородка; 3 - отвір; 4 - камера постійного вакууму; 5 - камера змінного вакууму; 6 - шток; 7 - якір; 8 - диски, що мають магнітні властивості; 9 - немагнітний прошарок; 10 - магнітопроводи; 11, 12 - котушки, що намагнічують; 13 - відводи котушок; 14 - кабельне введення; 15 - конусний клапан; 16 - тарічастий клапан; 17 - упор; 18 - патрубок постійного вакууму; 19 - патрубок змінного вакууму; 20 - атмосферний канал; 21 - фільтр; 22 - кришка.

6

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

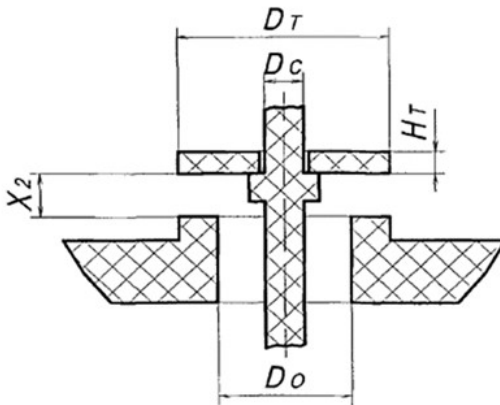


Розріз верхнього конусного клапана

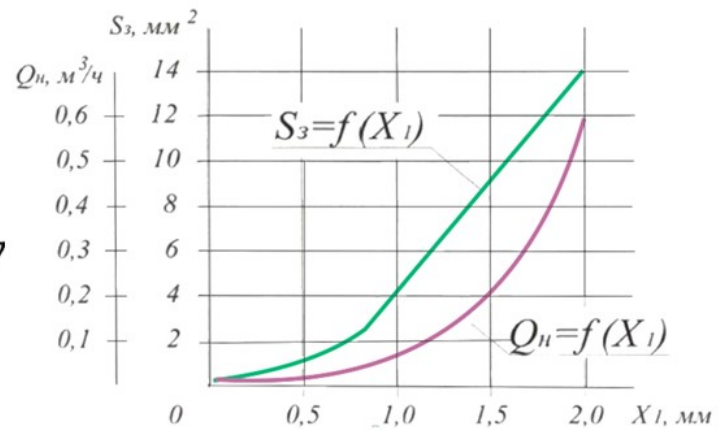
Графіки залежностей коефіцієнта опору $[\epsilon]_K$ до конусного клапана при різних співвідношеннях переміщення $[X]_1$ і діаметру D_A атмосферного каналу

7

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Розріз нижнього тарілкового клапана

Залежність площі S_3 від переміщення X_1

8

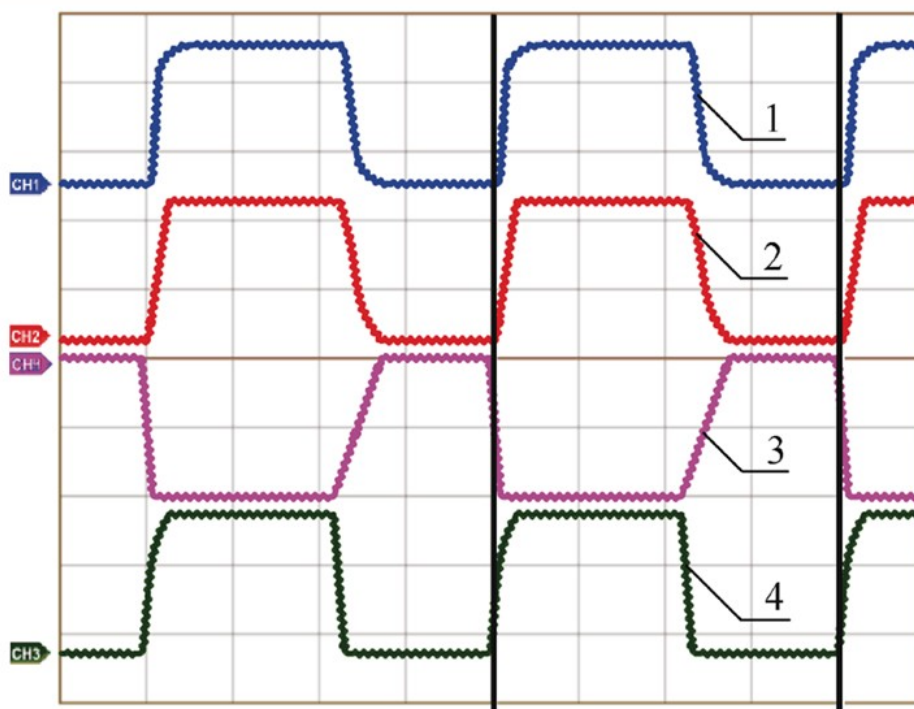
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Стенд для побудови осцилограм зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів: 1 - доїльні стакани; 2 - колектор; 3 - електропульсатор; 4 - блок керування; 5 - 6- молокопровід; 7 - комп'ютер з необхідним програмним забезпеченням

9

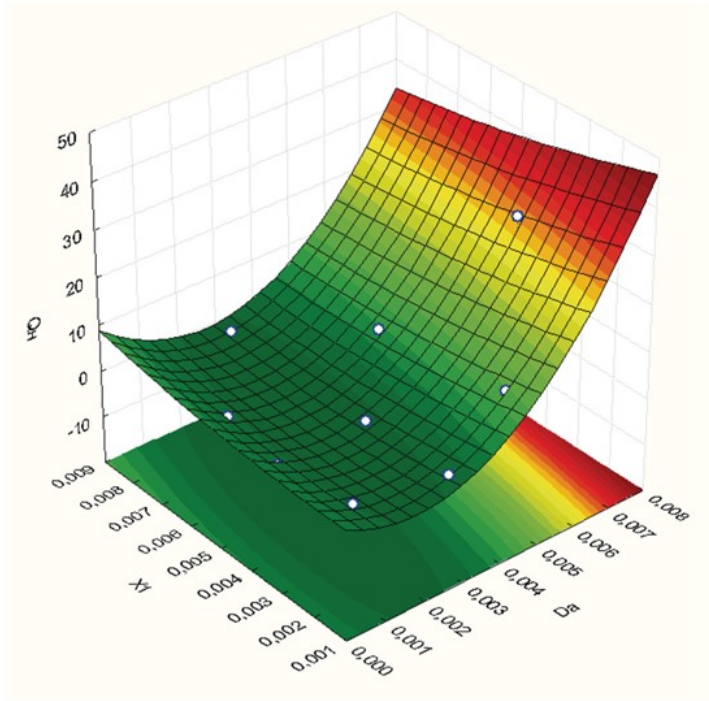
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Осцилограми зміни тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів (1), переміщення лінійного якорю (2) та токів на котушках (3)

10

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

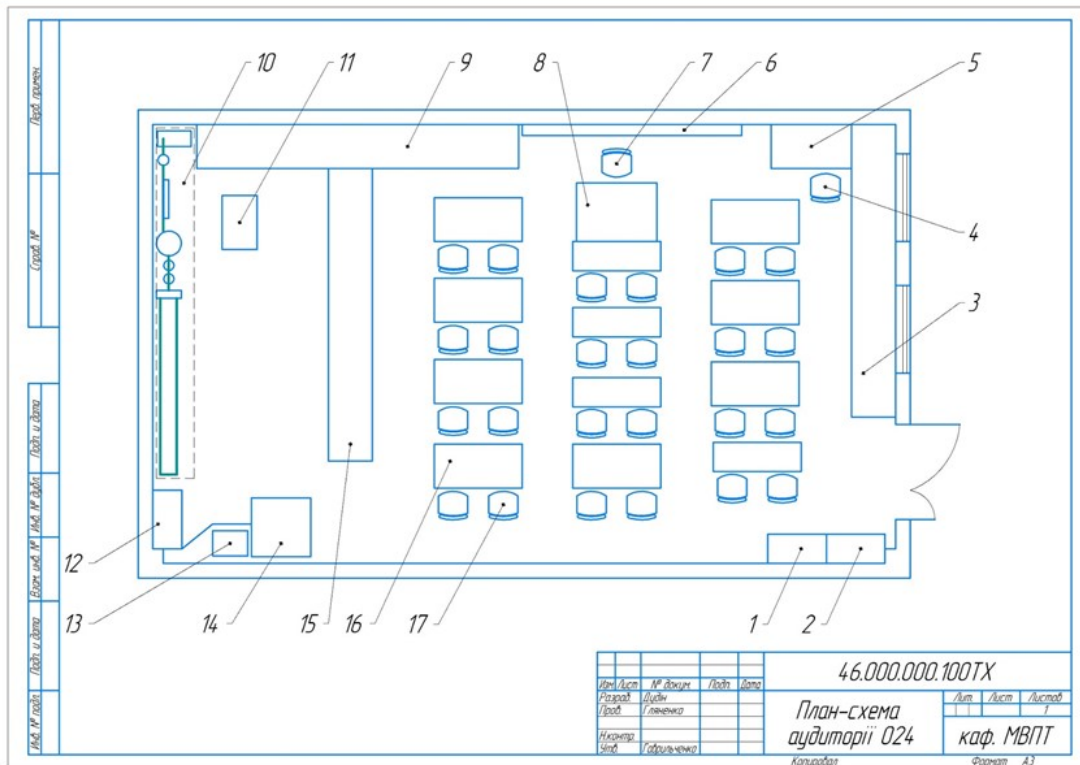


Оптимальними значеннями діаметра D_A атмосферного каналу є 4 мм, а переміщення якоря X_1 - 2 мм. Такі значення забезпечують виконання технологічного процесу і витрату $[U]_A$ повітря пульсатором на основі лінійного електроприводу рівну $0,002 \text{ м}^3/\text{с}$, що відповідає продуктивності вакуумного насоса серійних доїльних апаратів при номінальному тиску в системі рівному 50 кПа

Поверхня відгуку

11

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ



12

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Показники	Варіанти		Проектований у % до базового
	базовий (АДУ-1)	проектний апарат	
1	2	3	4
Річний об'єм робіт, т.	94	94	100
Продуктивність доїльного апарата, т/год.	0,088	0,095	108
Потужність приводу, кВт	0,75	0,75	100
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1	100
Балансова вартість, грн.	3245	3245	100
Вкладення в переобладнання, грн.	-	1605	-
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	226,1	213,76	94,5
в т. ч.: заробітна платня	201,72	186,85	92,62
витрати на електроенергію	16,2	15	92,6
амортизаційні відрахування	1,25	1,74	139
витрати на ТО та ремонт	1,76	2,43	138
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1401,54	-
Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	1,15	-

13

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз проведених раніше досліджень режимів роботи доїльних апаратів з варійованою тривалістю перехідних процесів в міжстінних камерах доїльних стаканів дає можливість стверджувати, що для удосконалення режиму доїння тривалість t_c перехідного процесу від такту ссання до такту стискання має бути значно більшою, ніж в існуючих установках і досягати 120 мс, що відповідатиме фізіологічним особливостям процесу молоковіддачі у корів. Забезпечити такий режим можливо застосуванням електропульсатора з приводом клапанного механізму від лінійного двигуна. Використання доїльного апарату з пульсатором на основі лінійного електроприводу з тривалістю t_c перехідного процесу в межах 120 мс зменшить несприятливий вплив машинного доїння на організм корів, підвищить їх продуктивність і період використання, а також понизить захворюваність маститами.

2. Нами запропонована нова конструкція пульсатора, відмінною особливістю якого є наявність лінійного двигуна для приводу клапанного механізму. Розроблений пульсатор відрізняється наявністю верхнього та нижнього клапанів, котрі при роботі лінійного електроприводу відкривають і закривають атмосферний і вакуумний канали, що призводить до м'якого обволікання сосків тварини гумою, виключаючи зворотній потік молока при зміні такту ссання тактом стискання та травмування сосків вимені корови.

3. У процесі обробки результатів експериментів встановлено, що розроблений електропульсатор забезпечує тривалість перехідних фаз А та С - 60 мс і 120 мс відповідно, що відповідає біологічним вимогам до доїльного апарату і фізіологічним особливостям молоковіддачі у корів. Відповідно до теорії планування експерименту було складено план двухфакторного експерименту для вибору оптимальних геометричних розмірів клапанного механізму пульсатора. Аналіз поверхні відгуку показав, що оптимальними значеннями діаметра D_A атмосферного каналу є 4 мм, а переміщення якоря $X_1 2$ - мм.

4. Дотримання вимог охорони праці при роботі з доїльним обладнанням критично важливе для запобігання травмам та професійним захворюванням.: Інструкції, розроблені згідно з українським та європейським законодавством, забезпечують безпечні умови експлуатації обладнання. Чіткий порядок дій під час прориву дамби дозволяє оперативно реагувати та евакуувати населення, знижуючи ризики. Інтеграція охорони праці в усі етапи роботи з доїльним обладнанням підвищує ефективність виробництва в агропромисловому секторі.

5. Економічна оцінка проектного доїльного апарата показала, що в порівнянні з базовим він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності. При цьому економія експлуатаційних витрат склала 1401,54 грн., а строк окупності додаткових капітальних вкладень - 1,15 року.

14