

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Підвищення ефективності роботи двотактного  
доїльного апарата попарної дії**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-2-19 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Алексєєв Олександр Сергійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дудін Володимир Юрійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2020



## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (2 аркуші, А4). 2. Теоретичні дослідження (3 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (3 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	Дудін В.Ю., доцент		
2	Дудін В.Ю., доцент		
3	Дудін В.Ю., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вінніченко І.І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О.С., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.10.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.10.2020 р.	
2	Теоретичний	до 20.10.2020 р.	
3	Експериментальний	до 09.11.2020 р.	
4	Охорона праці	до 19.11.2020 р.	
5	Економічний	до 26.11.2020 р.	
6	Демонстраційна частина	до 30.11.2020 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Алексєєв О.С.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Дудін В.Ю.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Алексєєв О.С. Підвищення ефективності роботи двотактного доїльного апарата попарної дії /Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

Вступна частина дипломної роботи містить обґрунтування актуальності теми, сформульовані мета та задачі, приведено методи досліджень. Аналіз стану питання дав змогу обґрунтувати напрямки вирішення поставленої мети та задач. В другому розділі проведено теоретичне моделювання робочого процесу розробленої схеми доїльного апарата, який працює за дубльованим режимом. В результаті експериментальних досліджень доведено, що розроблений доїльний апарат має переваги перед серійним. Проведено дослідження розробленої конструкції з точки зору охорони праці. Виконано економічне обґрунтування розробки. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

**Ключові слова:** доїльна установка, доїльний апарат, колектор, вакууметричний тиск, молоковіддача.

1. Експериментальні дослідження доїльного апарата/ В.Ю. Дудін, О.С. Алексєєв, Є.О. Полях // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Conduct of modern science - 2020, November 30 - December 7, 2020. Construction and architecture. Agriculture. Modern information technology.: Sheffield. Science and education LTD – 37-40 p.

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
1 СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	8
1.1 Вплив техніко-технологічних параметрів доїльного апарата на показники машинного доїння корів.....	8
1.2 Аналіз стану питання досліджень технологій і технічних засобів для доїння корів .....	13
1.3 Аналіз теоретичних досліджень впливу різних чинників на показники роботи доїльних апаратів.....	26
1.3 Висновки .....	30
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	32
2.1 Теоретичні передумови розробки доїльного апарату попарної дії безперервного доїння .....	32
2.2 Конструктивно-технологічна схема доїльного апарату попарної дії безперервного доїння .....	33
2.3 Визначення тиску дійкової гуми на дійку і вакуумметричного тиску, необхідного для одностороннього стиснення дійки.....	36
2.4 Обґрунтування процесу виведення молока з вимені корови стимулюючим апаратом безперервного доїння.....	42
2.5 Висновки .....	48
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	49
3.1 Програма лабораторних експериментальних досліджень .....	49
3.2 Методика експериментальних досліджень.....	49
3.2.1 Лабораторна установка .....	49
3.2.2 Вибір факторів для оцінки продуктивності доїльного апарату	53
3.2.3 Методика планування експерименту.....	55
3.3 Результати експериментальних досліджень та їх аналіз .....	56

3.4 Висновки .....	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .	61
4.1 Загальні визначення та поняття .....	61
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	62
4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від дії шкідливих та небезпечних факторів .....	62
4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів.....	64
4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях.....	67
4.6 Висновки.....	69
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	70
5.1 Вихідні дані.....	70
5.2 Визначення питомих експлуатаційних витрат .....	71
5.3 Висновки .....	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	80
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

На сьогодні подальше підвищення ефективності галузі молочного скотарства є важливим завданням, рішення якого полягає в нарощуванні поголів'я корів, а також підвищенні їх продуктивності.

Підвищення молочної продуктивності тварин можливе шляхом цілеспрямованої селекційної роботи, збільшення виробництва високоякісних кормів, а також впровадження прогресивних технологій і технічних засобів, що імітують параметри молочних корів. Неадекватність дій сучасних доїльних апаратів фізіології тварини є причиною недостатньої ефективності машинного доїння і захворюваності корів на мастит.

Для більш повної реалізації генетичного потенціалу корів необхідно використання конструкції високопродуктивного доїльного апарату, адекватного фізіології тварини.

*Мета досліджень:* підвищення ефективності доїльного апарату попарної дії шляхом забезпечення можливості безперервного доїння.

Для виконання зазначеної мети поставлені *завдання* дослідження:

1. Визначити напрямок вдосконалення доїльних апаратів і розробити конструктивно-технологічну схему удосконалення доїльного апарату;
  2. Теоретично обґрунтувати конструктивно-режимні параметри удосконаленого доїльного апарату;
  3. Розробити методику експериментальних досліджень і оптимізації параметрів розробленого доїльного апарата та провести його лабораторні випробування.
  4. Провести оцінку удосконаленого розробленого доїльного апарата з точки зору охорони праці.
  5. Провести техніко-економічну оцінку розробленого доїльного апарата
- Об'єкт досліджень* - робочий процес доїльного апарату попарної дії безперервного доїння.

*Предмет дослідження* - закономірності зміни технологічних показників доїльного апарату в залежності від його конструктивно-режимних параметрів.



## **1 СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **1.1 Вплив техніко-технологічних параметрів доїльного апарата на показники машинного доїння корів**

У зв'язку з тим, що конструкції доїльного обладнання постійно вдосконалюються, при розробці і проектуванні доїльних апаратів велике значення має наукове обґрунтування їх параметрів. Ефективність процесу доїння може бути забезпечена тільки в разі, якщо всі складові системи (апарат, оператор машинного доїння, корова) будуть працювати злагоджено. Порушення однієї з ланок приведе не тільки до зниження молочної продуктивності, але і до захворювання тварини [13, 41].

Якість роботи доїльних апаратів визначається, як правило, інтенсивністю стимулюючих впливів і безпекою доїння. Основним показником є величина робочого вакууму під дійкою. Дослідження показують, що різка зміна режиму доїння тварини негативно позначається на молочній продуктивності та швидкості доїння корів. Звідси випливає висновок, що при доїнні необхідно забезпечити сталість вакуумного режиму. Використовувані доїльні апарати працюють жорстко при сильному впливі на тканини дійки, вакуум під яким становить 48-55 кПа, що значно більше вакууму, створюваного при ссанні телям. Це призводить до больових відчуттів у тварини і, як результат, зниження продуктивності і можливості захворювання на мастит. [31]

Стиснення дійки є головним визначальним подразником при машинному доїнні. З аналізу використовуваних доїльних апаратів випливає, що якісні і кількісні показники машинного доїння не можуть зрівнятися з аналогічними показниками при ссанні телям і при ручному доїнні [28].

Дослідження свдчать, що мінімальне розрідження у слабодійних корів знаходиться в межах 6,7 -10 кПа, а у тугодійних - 26-33 кПа, хоча обґрунтованим приймають застосування вакууму 46-50 кПа в зв'язку з тим, що сфінктер може відкриватися при зазначеному перепаді тисків. Окремі дослідники вва-

жають, що високий вакуум не впливає негативно на процес утворення і виведення молока [52]. Практично всі вчені відзначають, що збільшення вакууму вище 52 кПа неприпустимо.

При великому розрідженні дійкова гума пошкоджується і викликає наповзання доїльних стаканів на дійки вимені [10]. При вакуумі, що дорівнює 33-47 кПа, наповзання стаканів відзначено у 14% тварин, а при вакуумі 47 кПа і вище - у 35% досліджуваних тварин [8]. Отже, збільшення вакууму, з одного боку, підвищує швидкість молоковиведення, але, з іншого боку, призводить до пошкодження дійок корови і можливості захворювання на мастит. Підвищення вакууму вище 52 кПа служить причиною гіперемії дійок. Дослідженнями встановлено, що при малому числі пульсацій в двотактних доїльних апаратах величина вакуумметричного тиску 50-52 кПа буде прийнятною для більшості дійних корів. Однак підвищення вакуумметричного тиску викликає надмірну гіперемію дійок вимені, що часто призводить до появи маститу і перешкоджає застосуванню машинних технологій [29, 30].

Відзначено, що пошкодження клітин епітелію впливом вакуумметричного тиску сприяє проникненню в молоко незначної кількості крові, яку неможливо ідентифікувати ні за запахом і смаком молока, ні візуально, так як ці показники молока не змінюються. Щоденно повторювані больові відчуття можуть перешкоджати молоковиведенню і формувати у тварин негативну реакцію на машинне доїння. Це призводить до неповного видоювання, поступового зниження надоїв, появи маститів і передчасного запуску корів [31].

При використанні двотактних апаратів з однокамерними доїльними стаканами і тритактних апаратів періодичний вплив вакуумметричного тиску робить менш шкідливу дію на дійки, так як при такому впливі величину вакууму можливо підвищити без їх пошкодження. Частота пульсацій, співвідношення тривалості дії вакуумметричного і атмосферного тиску впливають на ступінь впливу пульсуючого вакууму в кожному періоді [32].

При вивченні патологічної дії вакууму на дійки визначено, що при доїнні двотактними доїльними апаратами такт стиснення надає масажуючу дію на дійки корови, причому при тривалості його 0,1 с він корисний, а при збільшенні до 0,5-0,6 с на дійках з'являються анемічні ділянки, кінчик дійки сплющується і його залишкова деформація зберігається. Збільшення числа пульсацій при доїнні цим способом призводить до зменшення тривалості впливу кожного такту стиснення на дійку і збільшення кількості стиснень [43].

При доїнні тритактними доїльними апаратами вплив на дійки буде більш сприятливим, так як дія вакуумметричного тиску чергується з впливом стиснення і відпочинку [44]. При цьому визначальним є час впливу вакуумметричного тиску, а не його величина, причому чим вище розрідження, тим швидше настане момент патології, і навпаки. В результаті досліджень отримана залежність між величиною вакуумметричного тиску і часом його впливу, при якому настає патологія тканин дійок. Користуючись отриманою залежністю можна визначити технічні параметри доїльних апаратів, зокрема встановити тривалість такту смоктання при різному вакуумметричному і надлишковому тисках, а також число пульсацій [45].

При негативному впливі вакууму збереження цілісності епітеліальних клітин є визначальним для попередження маститів, так як навіть невеликі пошкодження епітелію сприяють проникненню мікробів в тканини вимені і розвитку вогнищ запалення [5].

Встановлено, що робочий вакуумметричний тиск до 40 кПа практично безпечно для здоров'я тварини, але тугодійні корови видоюються в повному обсязі. При підвищенні вакуумметричного тиску швидкість молоковиведення зростає, але збільшується і небезпека захворюваність на мастит, особливо при перетримці доїльних апаратів в кінці доїння [36]. Підвищення або зниження рівня вакууму від величини 31,75 мм рт. стовпа і частоти пульсації від 40-60 імпульсів в хвилину сприяє збільшенню інфекції вимені і випадків захворювання на

мастит.

Експлуатація вітчизняних двотактних і тритактних доїльних апаратів при вакуумметричного і надлишкового тисків до 59 кПа призводить до захворювання на мастит від 30 до 34,5% корів [41]. Дослідами встановлено, що коливання вакуумметричного тиску в піддійкових камерах доїльних стаканів також можуть викликати захворювання на мастит [52].

Перепади вакуумметричного тиску призводять до зворотного току молока, сприяючи переносу збудників маститу від хворих часткою вимені до здорових. Негативний вплив вакуумметричного тиску в результаті перетримки доїльних апаратів в кінці доїння сприяє появі маститу і, як результат, зменшення тривалості лактації від 305 днів до 240 днів і менше, зниження молочної продуктивності до 100 кг на одну корову і більш. Негативний вплив вакуумметричного тиску в результаті перетримок доїльних апаратів на вимені корови по завершенні доїння з 0,41 до 5 хвилин призводять до збільшення числа маститів з 2,1 до 16,5%, або в 7,8 рази [47].

У зв'язку з тим що оператор обслуговує кілька корів, через відсутність належної інформації про процес доїння окремих чвертей вимені і часу одночасного закінчення доїння декількома апаратами, фактично не здатний на встановлене зоотехнічними нормами виконання заключних операцій; до 75% корів схильні до «сухого» доїння [35, 36].

У той же час розрідження не є вирішальним для вилучення молока з вимені, що підтверджується досвідом ручного доїння, де взагалі не використовують вакуум для виведення молока. При доїнні апаратом адекватними стимуляторами виведення молока є число пульсацій і сила тиску дійкової гуми, при цьому число пульсацій 40-60 в хвилину є найбільш відповідним фізіології доїння [50].

Частота пульсацій 40-120 в хвилину забезпечує збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі. Іншими дослідженнями встановлено, що збільшення

частоти пульсацій з 60 до 90 в хвилину знижує швидкість доїння на 12% і молочну продуктивність - на 9,2% [39].

Ряд дослідників вважає, що число пульсацій значно впливає на співвідношення тактів, і як результат, на швидкість доїння і здоров'я тварин [53]. Процес стиснення дійкової гуми повинен здійснюватися повільніше, ніж її випрямлення, так як швидке стиснення викликає різке виштовхування частини молока з дійки в цистерну вимені, що призводить до гальмування рефлексу молоковіддачі [52].

Дослідження показують, що будь-яке подразнення молочної залози викликає не тільки виведення молока, але цілий ряд інших рефлексорних реакцій [38]. Серед усіх факторів, що впливають на молоковіддачу, найважливіша роль належить силі стиснення дійки вимені. На силу стиснення дійок гумою і молоковиведення впливають жорсткість дійкової гуми і її натяг в доїльному стакані. Дослідженнями встановлено, що підвищення натягу дійкової гуми від 0 до 57 Н забезпечує збільшення швидкості доїння на 12%. При цьому максимальний тиск на дійку в такті стиснення при роботі тритактного доїльного апарату «Волга», двотактного апарату «ДА-2М», при ручному доїнні і ссанні телям становить відповідно 20-25, 17-18, 55-62 і 26- 46 кПа.

Узагальнюючи вищесказане, можна зробити висновок, що для максимальної продуктивності апарату і захисту молочної залози від патологічного впливу вакуумметричного тиску як під час, так і після закінчення доїння конструкція сучасного доїльного апарату повинна відповідати фізіологічним, ветеринарним і технічним вимогам, а саме сприяти:

- активному виділенню молока при мінімальному латентному періоді;
- порушення рефлексу молоковіддачі перед доїнням і стимулюючого впливу під час доїння для підтримки рефлексу молоковіддачі;
- виведенню молока при безпечному для молочної залози вакуумметричному і надлишковому тисках зі збереженням необхідної продуктивності.

## **1.2 Аналіз стану питання досліджень технологій і технічних засобів для доїння корів**

Найбільш відповідальну функцію в будь-якій доїльній установці виконує доїльний апарат, доїльні стакани якого безпосередньо впливають на дійки і вим'я корови. І від того, яким буде цей вплив, залежить не тільки продуктивність, але і здоров'я тварин [20].

Питанням вивчення машинного доїння корів присвячено значну кількість робіт як в нашій країні, так і за кордоном. Сьогодні стоїть завдання створення безпечного і високопродуктивного доїльного апарату, що забезпечує найкращі умови для отримання молока з вимені корови [27]. При розробці і проектуванні нового доїльного обладнання особливу значимість надають факторам, які мають найбільший вплив на нервову систему корови. При цьому позитивні фактори бажано підсилити, а негативні мінімізувати або в кращому випадку взагалі усунути [15, 16, 17]. З позитивних першорядну необхідність представляють фактори, що забезпечують збудження і підтримання в процесі доїння повноцінного рефлексу молоковіддачі.

Ручне доїння, як і процес смоктання вимені корови телям представляє особливий інтерес з позицій вдосконалення конструкцій пристроїв для машинного доїння корів. Багато вчених вважають найкращим способом вилучення молока з вимені корови смоктання телям у зв'язку з тим, що він не завдає їй ніякої шкоди. Однак інші дослідники відзначають недостатню інтенсивність виведення молока при цьому способі доїння. Саме пристосованість смоктального апарату теляти до вилучення молока з вимені забезпечує необхідні позитивні впливи на молочну залозу і нервову систему дійної корови, викликають збу-

дження повноцінного рефлексу молоковіддачі і відсутність негативних факторів.

Деякі автори стверджують, що витяг молока із дійок здійснюється за рахунок розрідження в ротовій порожнині теляти. Однак, слід відзначити, що акт смоктання у теляти складається з двох фаз: смоктання (вижимання) і відпочинку. У фазі вичавлювання спостерігається максимальний позитивний і негативний тиск. Цей же висновок підтверджують і деякі зарубіжні вчені [6].

Розгляд акту смоктання корови телям показує, що позитивний тиск виконує не ту функцію, яку йому приписують. Наявність позитивного тиску автори не пояснюють як рефлекторну в першу і як захисну функцію в другу чергу. Таке протиріччя пояснюється різними методиками при вивченні акту смоктання телям.

Згідно з дослідженнями, з підвищенням негативного тиску в порожнині рота підвищується і тиск на дійку, тим самим виключається надмірне розширення дійки. Звідси напрашується наступний висновок: позитивний тиск надає не вичавлюючу, а захисну дію, а негативний тиск забезпечує вилучення молока з вимені. При ковтанні позитивний тиск зменшується до атмосферного, а розрідження зберігається протягом обох тактів. Максимальний негативний тиск в порожнині рота теляти знаходиться в межах 30,6 ... 33,2 кПа, а середній становить 17,2 кПа, при цьому кількість смоктань коливається від 100 до 120 в хвилину [38].

Іншим способом вилучення молока з вимені корови, що включає фази вичавлювання і відпочинку, є ручне доїння. За допомогою спеціальних рухів рук, що змінюються в залежності від будови вимені, продуктивності корови і характеру нервової діяльності і вимагають істотних витрат мускульної енергії людини, молоко видавлюється з дійок вимені в фазі вичавлювання. Виведення молока припиняється в наступній фазі відпочинку, дозволяючи лише атмосферному тиску впливати на дійки вимені. У цей час інтенсивність заповнення цистерни

молоком визначається внутрішнім тиском, масою молока у вимені і гідравлічними опорами в каналах дійок.

Цей спосіб отримання молока, на відміну від смоктання телям, здійснюється при співвідношенні фаз смоктання і відпочинку 6:1, остання з яких є пасивною. Експериментально встановлено, що рівень доїльних подразнень при ручному способі доїння досить високий. Однак, інтенсивність молоковиведення становить 0,7-1 кг/хв. У зв'язку з цим, можна сказати, що при ручному доїнні високопродуктивні корови не зможуть бути видоєні за час дії рефлексу молоковіддачі, тривалість якого становить 4-6 хв.

Швидкість заповнення цистерни дійки молоком досить висока тільки при повністю збудженому рефлексу молоковіддачі, що дозволяє дійці майже миттєво заповнюватися молоком. Також дослідниками встановлено, що при машинному доїнні стимулюючі молоковіддачу фактори проявляються саме в такті стиснення, коли відбувається масаж дійок. У той же час, як при ссанні телям, так і при ручному доїнні стимулюючі молоковіддачу фактори проявляються як правило, в такті смоктання і вичавлювання. [20].

Єдине загальне, властиве всім вищепереглянутим способам, полягає в тому, що виведення молока відбувається циклічно, причому тільки протягом одного такту: вичавлювання при ручному доїнні, і смоктання - при машинному доїнні і ссанні телям.

На фермах країни використовуються доїльні апарати як імпортного, так і вітчизняного виробництва. Вони класифікуються: за принципом роботи, за характером і часу впливу на дійки, за місцем збору молока (рис. 1.1).

Загальна схема двотактного доїльного апарату представлена на рис 1.2. Він складається з доїльних стаканів 1, колектора 2, пульсатора 3, молочних і змінного вакууму шлангів. Розподільну функцію виконує колектор 3 доїльного апарату, дозволяючи поширювати змінний тиск по доїльним стаканам, приймати від них молоко і направляти його в молокозбірники. Після закінчення доїння



і зняття доїльного апарату відключають доїльні стакани від вакуумметричного тиску за допомогою клапана, встановленого в колекторі.

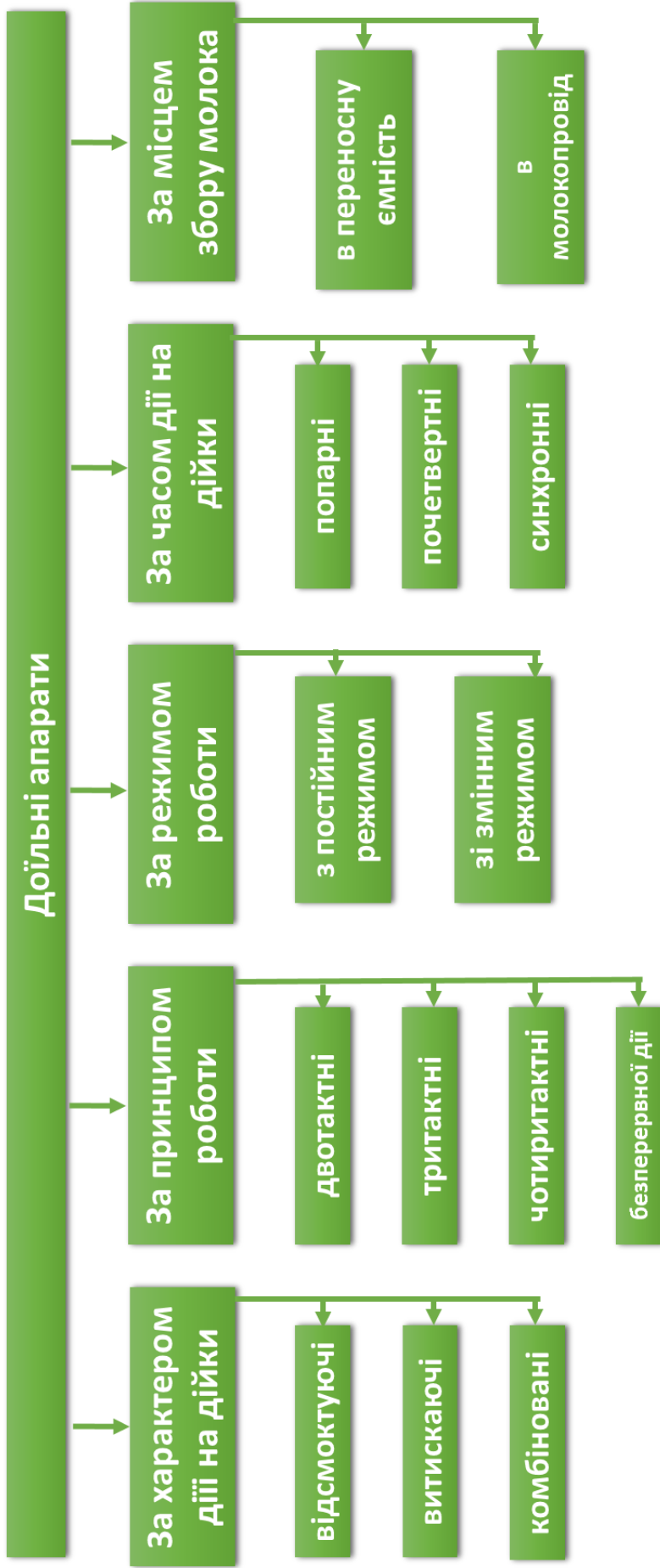


Рисунок 1.1 – Класифікація доїльних апаратів

Перетворювальну функцію виконує пульсатор 4 доїльного апарату, який створює і через колектор підтримує режим роботи доїльного апарату, дозволяючи перетворити постійний вакуум в змінний (пульсуючий), при якому вакууметричний тиск періодично змінюється атмосферним в міжстінних камерах доїльних стаканів.

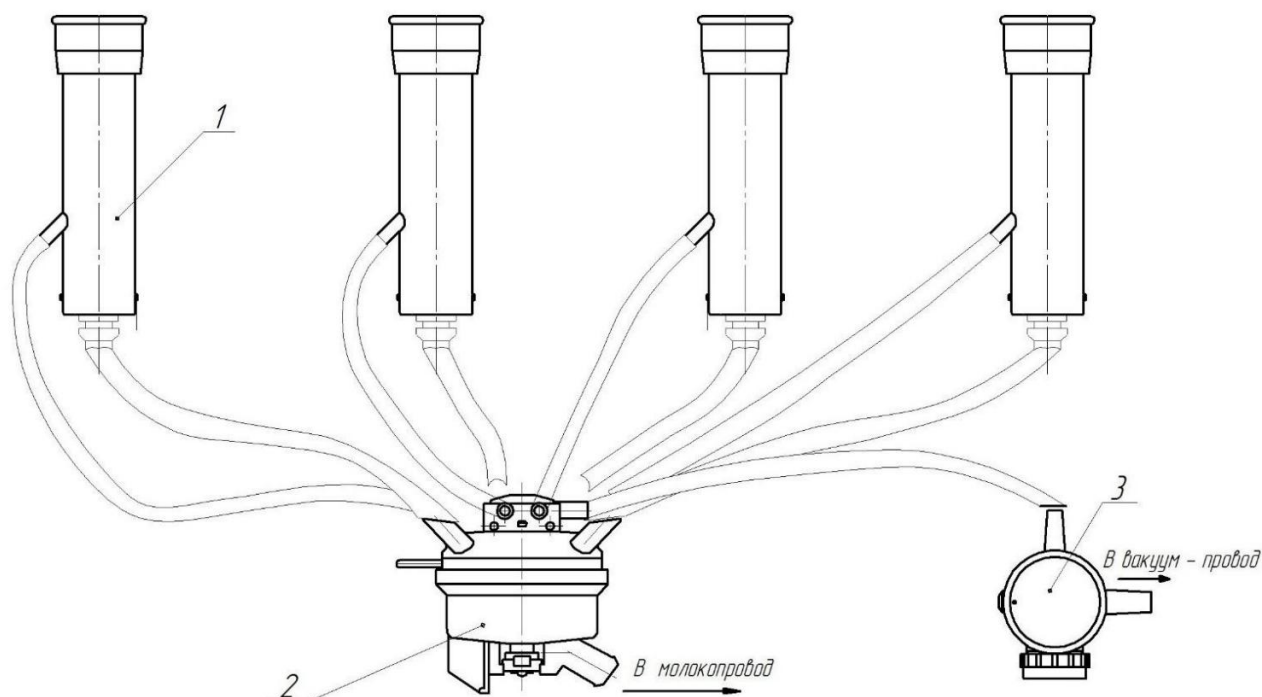


Рисунок. 1.2 - Схема двотактного доїльного апарату

Найбільше поширені двотактні доїльні апарати при доїнні викликають роздратування, не адекватні фізіології тварин, так як стиснення дійки в доїльному стакані здійснюється від кінчика до основи на відміну від стиснення дійки язиком теляти від основи до кінчика (при машинному доїнні на основу дійки припадає лише 10 ... 20% із загальної суми силового навантаження на дійку, а при ручному доїнні - 60 ... 70%), що веде до гальмування рефлексу молоковіддачі. Крім того, в кінці доїння стакани наповзають на вим'я, погіршуючи витяг-

нення останніх порцій молока і порушуючи нормальний кровообіг в дійках. Такі апарати вимагають суворого дотримання фізіології доїння і високої кваліфікації операторів.

Загальна схема колектора тритактного доїльного апарату представлена на малюнку 1.3. Колектор тритактного доїльного апарату має чотири камери постійного вакууму I, змінного вакууму II і IV і атмосферного тиску III, додатково має мембрану 4 і клапан 12. Конструктивна особливість колектора дозволяє при його роботі створювати третій такт - відпочинку, який настає, коли тиск повітря в камері III на верхню площадку клапана 12 перевищить тиск повітря на мембрану, клапан 12 своєю нижньою площиною перекриє канал між камерами I і II, а атмосферний тиск з камери III надійде в камеру II і через патрубки 2 в піддійкові простори доїльних стаканів, причому такий же по величині тиск є і в міжтінних просторах стаканів, тому дійкова гума приймає вихідну форму, а дійка вимені в цей час відпочиває.

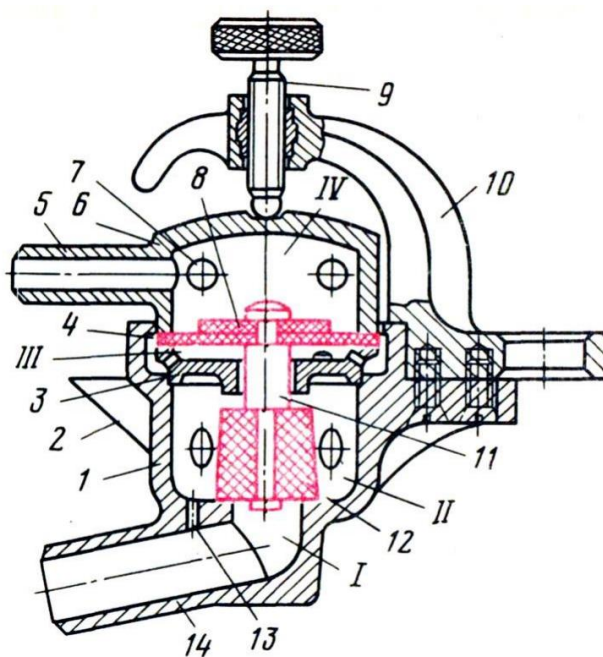


Рисунок 1.3 - Схема колектора тритактного доїльного апарату: 1 - корпус; 2, 5, 7, 14 - патрубки; 3 - перегородка; 4 - мембрана; 6 - кришка; 8 - шайба; 9 - гвинт; 10 - кронштейн; 11 - стрижень; 12 - клапан; 13 - отвір

Тритактний апарат в більшій мірі відповідає фізіологічним особливостям тварини, так як вводиться такт відпочинку, що сприяє покращенню кровообігу в дійках. Однак ці апарати мають більш складну конструкцію і меншу продуктивність (в порівнянні з двотактними апаратами), сприяють можливому забрудненню молока через підсос повітря під дійки в такті відпочинку, збільшення витрати енергії через додаткової витрати повітря.

Використання низьковакуумного доїльного апарату АДУ-1-03, виконаного на базі апарату «Майга» (рис.1.4), дозволяє за рахунок стабілізації вакуумного режиму знизити загальний рівень вакуумметричного тиску у вакуумній лінії до 45 кПа. Це досягається тим, що в молочну камеру колектора під час такту стиснення здійснюється періодичний впуск порції повітря, а під час такту смоктання в колектор не надходить повітря, що сприяє поширенню стабільного вакуумметричного тиску в піддійкових камерах доїльних стаканів під час такту смоктання і зниження його під час такту стиснення. Це, в свою чергу, дозволяє провести більш повне видоювання і зменшити шкоду вимені тварини.

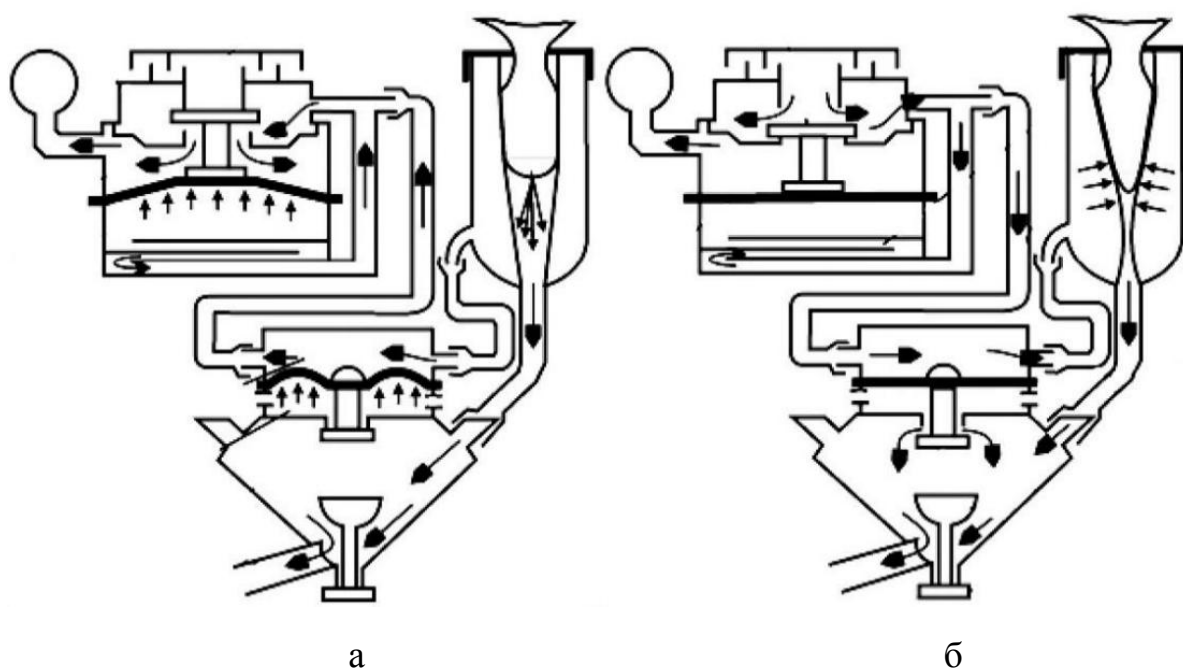


Рисунок 1.4 - Схема низьковакуумного доїльного апарату АДУ-1-03:

а - всмоктування; б - стиснення

В даний час широко застосовують доїльні апарати попарного доїння, які, в залежності від надягання, доять попарно передні і задні, або праві і ліві дійки за рахунок вдосконаленої конструкції пульсатора, який одночасно подає в міжстінні камери однієї пари стаканів вакуум, а інший - атмосферний тиск. Це широко відомі марки, такі як SAC 23 (Uniflow3), DeLaval (MU100), апарати «Дояр», АДС 25.00 (ВАТ «Брацлав»), ML120 (Milkline), D002 -D003 (INTERPULSE), «MilkRite (Avon Rubber plc)», GEA, та ін.

Серед основних переваг можна відзначити більш інтенсивну стимуляцію молоковіддачі, менший гідравлічний опір в молочних шлангах і більш стабільний вакуумметричний тиск під дійкою під час максимального молоковиведення.



Рисунок 1.5 - Доїльний апарат попарного доїння з двома рівнями вакууму: зліва - «СОЖ» (Росія), праворуч - MU210 (ДеЛаваль)

Великою ефективністю характеризується дворежимні частинні апарати. Відомі апарати мають слабкий пульсуючий сигнал і зсув по фазі змінного вакууму, що діє в міжстінній і в піддійковій камерах доїльних стаканів. При малій інтенсивності молоковіддачі апарати працюють в м'якому тритактному режимі, при збільшенні молоковіддачі понад встановленого порогу апарати переходять в двотактний режим з безперервним відсмоктуванням, при зменшенні молоковіддачі апарати з двотактного режиму переходять в тритактний.

Відомі двотактні апарати попарного доїння з дворівневим вакуумом, що дозволяють на початку і в кінці доїння, коли молоковіддача нижче максимальної, впливати на дійки більш низьким вакуумом - 33 кПа. Серед вітчизняних відомий доїльний апарат «Нурлат», в якому встановлений приймач молока і блок управління, що дозволяє при швидкості доїння менш 200 г/хв в результаті падіння рівня молока в камері поплавця приймача за рахунок спрацювання мікроперемикача і передачі сигналу на блок управління переключити пульсатор на знижений вакуумметричний тиск 33 кПа. При підвищенні швидкості доїння вище 200 г/хв пульсатор аналогічно перемикається на високий вакуум 50 кПа.

Цей апарат враховує фази вилучення молока з вимені і більш адекватний фізіології тварини. Згідно з дослідженнями, використання апарату «Нурлат» дозволяє підвищити молочну продуктивність корів на 4,7%, ви-

хід жиру - на 0,1%, швидкість доїння - на 0,1 кг/хв у порівнянні з застосуванням доїльного апарату ДА-2. Однак, часу зміни тиску в міжстінних камерах стаканів при переході від такту смоктання до такту стиснення недостатньо, що несприятливо впливає на молочну залозу тварини.

Серед зарубіжних компаній-виробників доїльного обладнання (DeLaval, Westfalia Serdg, SAC і ін.) більшість доїльних установок так-же забезпечено багаторежимними доїльними апаратами, що забезпечують зміну вакуумного режиму доїння, частоти і співвідношення тактів в залежності від інтенсивності потоку молока [109].



Рисунок 1.6 - Доїльний апарат «Нурлат» з дворівневим вакуумом



Серед апаратів одночасної пульсації слід виділити білоруський доїльний апарат «Унібокс», де на відміну від традиційної системи попарної пульсації (2x2) застосовується система одночасної пульсації (4x0), коли всі чотири дійки доються одночасно. Вакуум на кінці дійки значно змінюється - від 42-48 кПа в фазі доїння до 24-26 кПа - в фазі відпочинку.

Завдяки «плаваючому» рівню вакууму доїльні апарати з одночасною системою пульсації дозволяють, з одного боку, більш швидко видоювати корову, а з іншого - забезпечувати повноцінний відпочинок дійки в фазі відпочинку, що робить їх найменш травматичними для тварин.

Створення умов для оптимального прояву фізіологічних функцій організму корови за рахунок впливу доїльного апарату дозволяє в значній мірі виключити з виробничого процесу ручну перед-доїльну стимуляцію. Оскільки ручна праця на фермах застосовують все рідше, доїльні апарати забезпечуються функцією перед-доїльної обробки вимені, зокрема функцією, що імітує масаж вимені шляхом мікроколиваний стінок дійкової гуми.



Рисунок 1.7 - Доїльний апарат «Унібокс»  
з системою одночасної пульсації (4x0)

У стимулюючому апараті типу АДС використовується мікроколивання дійкової гуми для збудження рефлексу молоковіддачі протягом всього процесу доїння. Однак в період максимальної молоковіддачі мікроколивання не тільки не корисні, але навіть шкідливі, тому що знижують продуктивність доїння. У стимулюючому доїльному апараті Westfalia Surge «Separator» усунені ці недоліки і є можливість стимулювати дійки вимені в залежності від індивідуальних особливостей корів високочастотною пульсацією доїльної гуми амплітудою 1-2 мм на початку і в кінці доїння в такті стиснення, що сприяє підвищенню надоїв і забезпечує адаптивний вплив на дійки вимені [28].

Протягом процесу доїння відбувається безперервне чергування тактів, сума яких і представляє загальний час доїння корови. Виходячи з цього випливає дуже важливий висновок - для збільшення швидкості виведення молока, а, отже, підвищення ефективності машинного доїння і стимуляції молоковіддачі бажано поєднати в часі такти смоктання і стиснення.

При вдосконаленні доїльних апаратів з двокамерними доїльними стаканами необхідно замість такту стиснення використовувати перехідні процеси від смоктання до стиснення. Досягається це або збільшенням числа пульсацій, або превалюванням тиску в міжстінній камері над тиском під дійкою, що дозволяє дійковій трубці перебувати в напівстиснутому стані, при якому дійка стискається в повному об'ємі, залишаючи відкритим сфінктер, не перешкоджаючи безперервному виведенню молока. Цей принцип доїння реалізований як в доїльних апаратах з мембранним пульсатором з управляла робочою камерою, так і в беспульсаторних доїльних апаратах (рис. 1.8).

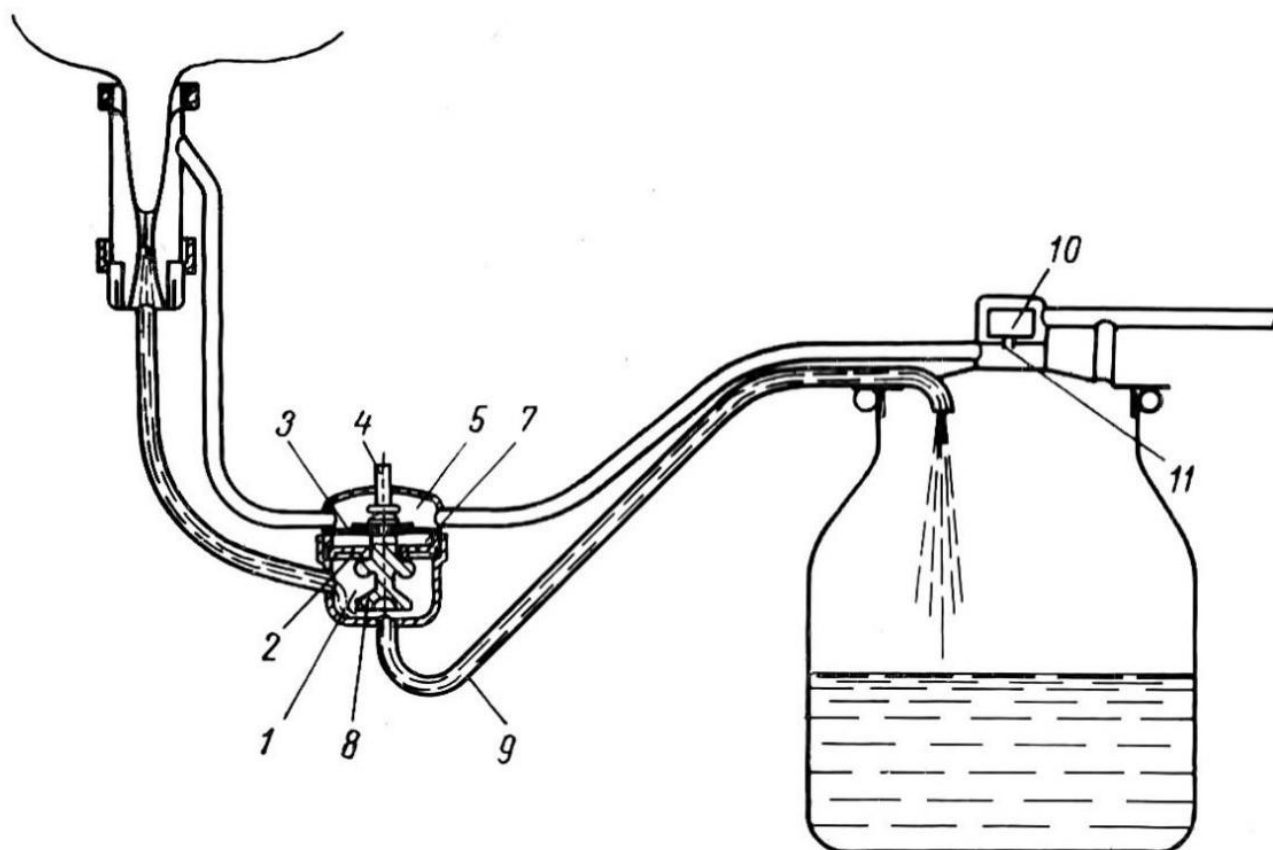


Рисунок 1.8 - Безпульсаторний доїльний апарат: 1,5 і 7 - камери колектора; 2 - перегородка; 3 - мембрана; 4 - кнопка; 6 - кран; 8 - клапан; 9 - трубка; 10 - вантаж; 11 - отвір

Особливістю конструкції останніх є будова колектора, який складається з трьох камер, одна з яких (камера 1) служить для збору молока з усіх чотирьох дійок, інша (камера 7) сполучена через отвори з атмосферою, а третя (камера 5) з'єднана з міжстінними просторами всіх доїльних стаканів і до неї ж приєднана загальна трубка від вакуумного насоса. Для відключення доїльних стаканів від вакуум-насоса використовується подвійний клапан 8, який, опускаючись, відключає трубку 9 від доїльних стаканів і одночасно з'єднує камеру 7 з камерою 1 через зазор між отвором в перегородці 2 і стрижнем клапана, завдяки чому під дію входить повітря і тиск підвищується до атмосферного, що припиняє доїння. Під час доїння клапан утримується в верхньому положенні мембраною 5,

так як в камері 5 (над мембраною) діє вакуум, а в камері 7 (під мембраною) - атмосферний тиск, при цьому положенні камери 1 і 7 роз'єднуються, і вакуум в камері 1 забезпечує доїння. Безпульсаторні доїльні апарати працюють з напівстиснутою дійковою трубою, що при такті смоктання обмежує наповзання доїльних стаканів, а при такті стиснення не перериває закінчення молока. Однак, недоліком роботи цих апаратів є недостатня стимуляція молоковіддачі, так як при неповному стисненні дійкової трубки не забезпечується якісний масаж діжок. Крім того, робота апаратів безперервного відсмоктування викликає значне збільшення витрати повітря на привід, так як робоча частота пульсацій для них становить  $160-180 \text{ хв}^{-1}$ .

Отже, для підвищення забезпечення ефективності доїння і пропускної здатності конструкція сучасного доїльного апарату повинна забезпечувати:

- для повного виведення молока з вимені збудження у корови повноцінного рефлексу молоковіддачі при мінімальному латентному періоді і підтримання його під час доїння;
- безперервне виведення молока за рахунок поєднання тактів смоктання і розвантаження;
- зменшення шкідливого впливу вакууму на молочну залозу.

### **1.3 Аналіз теоретичних досліджень впливу різних чинників на показники роботи доїльних апаратів**

До одним з найважливіших показників доїльного апарату слід віднести його продуктивність і величину фізіологічного адекватного впливу на діжки вимені в процесі доїння. Л.П. Карташов запропонував залежність, користуючись якою можна визначати швидкість маси потоку через канал діжки:

$$Q=745.04*10^3[d^{19}(\Delta p)^4], \quad (1.1)$$

де  $Q$  - швидкість маси потоку, кг/с;

$d$  - діаметр каналу дійки, м;

$\Delta p$  - різниця тиску в каналі дійки, Па.

І.М. Краснов, досліджуючи пропускну здатність молокопроводних трубок доїльного апарату «Доярка», отримав такий вираз для пропускну здатності шланга:

$$Q = \frac{\pi \cdot r_0^2 \cdot \omega_{нач} \cdot t}{2} + 4\pi \left( \frac{\Phi}{\rho} - \frac{4\omega_{нач} \cdot v}{r_0^2} \right) \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{r_0^4}{v \cdot a_k^4} \left[ \frac{t^2}{2} - \frac{r_0^2}{a_k^2} \left( t - \frac{r_0^2}{a_k^2} e^{-\frac{v \cdot a_k^2 t}{r_0^2}} \right) \right],$$

(1.2)

де  $t$  - час такту смоктання чи вичавлювання в апаратах, с;

$\omega_{поч}$  - початкова максимальна швидкість молока біля входу в дійкову трубку, м/с;

$\nu$  - кінематичний коефіцієнт в'язкості молока, м<sup>2</sup>/с;

$a_k^2$  - корені функції Бесселя (при  $k = 1, 2, 3, \dots$ );

$\rho$  - щільність молока, кг/м<sup>3</sup>;

$r_0$  - радіус трубки, м;

$\Phi$  - гідравлічний ухил, Па/м.

Багато дослідників вивчали процес впливу дійкової гуми на дійки в залежності від перепаду тисків в міжстінному і піддійковому просторі доїльних стаканів, властивостей дійкової гуми, її натягу в гільзі і пружності дійки.

Відомо кілька методів розрахунку.

В основу першого методу покладено допущення, що тиск  $P_d$ , створюване дійковою трубкою, який чиниться дійковою гумою на дійку, пропорційно деформації дійки  $Y_c$ , і отримана наступна залежність:

$$p_{ср,д} = 0.95c_c \left[ \frac{r}{2L^2} (L - l)^2 + \frac{rl}{L} \left( \frac{2}{3} - \frac{l}{2L} \right) \right], \quad (1.3)$$

де  $c_c$  - коефіцієнт м'якості тканин дійки вимені корови, Н/м<sup>2</sup>;

$r$  - внутрішній радіус дійкової трубки, м;

$L$  - довжина дійки в дійковій трубці, м;

$l$  - довжина закругленою частини дійки в дійковій трубці, м.

Недоліком цього методу є відсутність врахування фізико-механічних властивостей гуми і деяких інших показників.

Другий метод більш досконалий, в його основу покладено припущення, що дійкова гума представлена як прямокутна мембрана змінного перерізу, яка спирається на пружну основу.

В результаті ряду перетворень отримана наступна залежність:

$$p_d = \frac{16\delta E \tan^{-1} \frac{2Y}{a} \left( \sqrt{2 \left( \frac{Y}{a} \right)^2 + \frac{1}{2}} - 1 \right)}{a(1 - \mu)8 \left( \sqrt{2 \left( \frac{Y}{a} \right)^2 + \frac{1}{2}} - 1 \right)}, \quad (1.4)$$

де  $\delta$  - товщина дійкової гуми, см;

$E$  - модуль пружності гуми, Н/см<sup>2</sup>;

$Y$  - величина прогину гуми, см;

$a$  - розмір мембрани, см;

$\mu$  - коефіцієнт поперечної деформації.

Недоліком цього способу є те, що розмір мембрани залежить від того, з скількох сторін буде відбуватися стиснення дійки.

В основу наступного, найбільш універсального, методу розрахунку покладено допущення, що відносна поперечна деформація  $\varepsilon'$  дорівнює половині відносної поздовжньої деформації  $\varepsilon$ . Остаточний вираз для визначення впливу дійкової гуми на дійки виглядає наступним чином:

$$p_d = \frac{P_{\text{нат}} D}{EF} \frac{D}{4} (c_p + c_c) + \frac{p_{\text{вак}}}{2} \left( \sqrt{K_l^2 + 1} - 1 \right), \quad (1.5)$$

де  $c_p$  - коефіцієнт пружності дійкової гуми, Н/м<sup>3</sup>;

$c_c$  - коефіцієнт пружності дійки, Н/м<sup>3</sup>;

$K_l$  - лінійний фактор дійкової гуми  $K_l = D/l$  ( $l$  - робоча довжина дійкової гуми, м;  $D$  - діаметр дійкової гуми, м);

$P_{\text{нат}}$  - сили натягу дійкової гуми в доїльному стакані, Н;

$E$  - модуль пружності дійкової гуми, Н/м<sup>2</sup>;

$p_{\text{вак}}$  - величина вакуумметричного тиску, Н/м<sup>2</sup>;

$F$  - поперечний переріз дійкової гуми, м<sup>2</sup>.

В.П. Малкін, розглядаючи дійкову гуму як балку, що лежить на пружній основі, отримав такий вираз для визначення тиску дійкової гуми на дійку:

$$p_d = \frac{\sigma E}{R^2} \frac{c_p \cdot Y_p}{c_p + c_c}, \quad (1.6)$$

де  $c_p$  - коефіцієнт пружності дійкової гуми, Н/м<sup>3</sup>;

$c_c$  - коефіцієнт пружності дійки, Н/м<sup>3</sup>;

$\sigma$  - товщина стінки гуми, м;

$E$  - модуль пружності гуми, Н/м<sup>2</sup>;

$R$  - радіус дуги кола, по якому проходить деформація (прогин) гуми, м;

$Y_p$  - деформація (прогин) гуми, м.

Більш складний метод запропонований І.М. Красновим, який використовував теорію оболонок, провів складні розрахунки і детально розглянув дію сил на елементарну балку гуми. Величина середнього тиску на дійку при такті смоктання

$$p_{\text{ср.с}} = \frac{1}{l_c} \int_L^{L-l_c} P_p dz, \quad (1.7)$$

де  $l_c$  - довжина тієї частини дійки, яка відчуває тиск гуми, см;

$L$  - довжина доїльного стакана, см;

$P_p$  - сила тиску гуми на дійку, Н;

$dz$  - збільшення довжини твірної дійки при стисканні його гумою. Величина середнього тиску на дійку при такті стиснення

$$p_{\text{ср}} = p_{\text{ср.с}} + \frac{CS_1}{l_c} + \frac{CS_2}{l_c}, \quad (1.8)$$

де  $C$  - сумарний об'ємний коефіцієнт жорсткості дійки і гуми, Н/см<sup>2</sup>;

$S_1 + S_2$  - сумарна площа епюри гуми (без урахування жорсткості дійки), см<sup>2</sup>.

Сума моментів сил, що діють на елементарну балочку гуми

$$\left(\frac{P}{2} + Q\right)z - \frac{S_{P_2}K}{3R}z^2 - y\left(\frac{P}{2} + S_{P_1}\right) + (G_1 - G_2) = 0, \quad (1.9)$$

де  $z$  - довжина твірної дійки до стиснення її гумою, см;

$y$  - величина прогину гуми при такті стиснення, см;

$K$  - коефіцієнт, що враховує форму епюри розподілу;

$S_{P_1}$  - сила, що розтягує, Н;

$R$  - радіус доїльної гуми, см;

$Q$  - перерізуюча сила, Н;

$S_{P_2}$  - сила, що розтягує краї, Н;

$G_1, G_2$  - згинальні моменти, Н·см.



## 1.4 Висновки

Неадекватність дій сучасних доїльних апаратів фізіології тварини є причиною недостатньої ефективності машинного доїння і захворюваності корів на мастит. Найбільш широке застосування знайшли двотактні доїльні апарати вітчизняного та імпортного виробництва. Однак вони мають конструктивні і технологічні недоліки.

По-перше, вони вимагають проведення підготовчих і заключних операцій, що виконуються, як правило, вручну. По-друге, використовувані апарати працюють при високому вакуумі, що часто сприяє виникненню маститу у корів і зниження їхньої продуктивності. По-третє, використовувані апарати працюють в кілька тактів (смоктання і розвантаження), що знижує їх пропускну здатність.

Отже, потрібне створення такого доїльного апарату, який би забезпечував високу швидкість і безпеку доїння і відповідав не тільки техніко-технологічним вимогам, але і фізіологічним особливостям тварини. Крім того, доїльний апарат повинен викликати у корови під час доїння збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі впливами, що імітують фізіологічні параметри тварини, що забезпечує повне виведення молока з вимені, а також виключає патологічний (шкідливий) вплив вакууму на молочну залозу корови під час доїння.

Отримані висновки по розділу 1 дозволили сформулювати мету і завдання досліджень. Мета досліджень: підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом удосконалення доїльного апарату попарного доїння з обґрунтуванням параметрів і режимів його роботи.

Для виконання зазначеної мети поставлені завдання дослідження:

1. Визначити напрямок вдосконалення доїльних апаратів і розробити конструктивно-технологічну схему удосконалення доїльного апарату;

2. Теоретично обґрунтувати конструктивно-режимні параметри удосконаленого доїльного апарату;

3. Розробити методику експериментальних досліджень і оптимізації параметрів розробленого доїльного апарата та провести його лабораторні випробування.

4. Провести оцінку удосконаленої розробленого доїльного апарата з точки зору охорони праці.

5. Провести техніко-економічну оцінку розробленого доїльного апарата

В наступному розділі проведемо теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів удосконаленого доїльного апарату.

## **2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА**

### **2.1 Теоретичні передумови розробки доїльного апарату попарної дії безперервного доїння**

Найбільш широке поширення для доїння корів отримали двотактні доїльні апарати. У цих апаратах робочий такт смоктання чергується з тактом стиснення, в якому, як правило, і проявляються стимулюючі молоковіддачу чинни-

ки. У той же час при природному споживанні молока телям стимуляція молоковіддачі здійснюється в робочому такті.

Як при машинному доїнні, так і при природному виділенні молока молоковидедення здійснюється циклічно, причому тільки протягом робочого такту. Такти безперервно чергуються, а загальний час на доїння корови складається з них. Отже, наявність тактів, протягом яких витікання молока припиняється, знижує інтенсивність вилучення молока, що призводить до збільшення часу доїння.

З цих позицій продуктивність доїльного апарату можна визначити за формулою

$$Q = \kappa_m \cdot v \cdot \omega , \quad (2.1)$$

де  $\kappa_T$  - коефіцієнт тактності, що враховує зниження продуктивності апарату в такті розвантаження ( $\kappa_T = 0,5-0,7$  для доїльного апарату АДУ -1, так як тривалість такту смоктання становить 50-70% від циклу);

$v$  - середня швидкість витікання молока, м/с;

$\omega$  - площа живого перерізу вивідного каналу дійки, м<sup>2</sup>.

Використовувані на сьогодні доїльні апарати, як правило, відсмоктуючого типу з двокамерними доїльними стаканами, дійкова гума яких здійснює вплив на дійки вимені тварини. Однак ефективність доїння може бути досягнута тільки в тому випадку, якщо всі елементи системи (апарат, оператор, корова) будуть працювати в повній взаємодії один з одним. Порушення в роботі одного з елементів призводять до зниження ефективності всієї системи.

Якість роботи будь-якого доїльного апарату визначається інтенсивністю стимулюючих молоковіддачу факторів і безпекою доїння. Недоліком всіх доїльних апаратів є неадекватність дій на молочну залозу в порівнянні з природ-

ними способами вилучення молока. Більшість доїльних апаратів працюють при набагато більшому вакуумі, ніж створюваному телям в природних умовах при ссанні молока. Це обумовлено тим, що зниження вакууму до величини, створюваної при годуванні теляти, не забезпечує достатньої продуктивності апарату. Відомі апарати безперервного відсмоктування, в яких дійкова гума під час виконання робочого процесу знаходиться в напівстиснутому стані (в положенні, яке вона займає між тактами смоктання і стиснення). Дійка при цьому частково стискається, що не перешкоджає відкриттю його сфінктера і тому витікання молока з дійки відбувається безперервно.

Отже, для забезпечення підвищення продуктивності та ефективності доїння корів процес безперервного відсмоктування молока бажано залишити і, в той же час, забезпечити необхідну стимуляцію молоковіддачі і швидкість доїння.

## **2.2 Конструктивно-технологічна схема доїльного апарату попарної дії безперервного доїння**

Перспективна конструкція доїльного апарату безперервного доїння, при роботі якого молоко безперервно відсмоктується, причому при односторонньому стиску дійкової трубки. Схема доїльного апарату представлена на рис. 2.1.

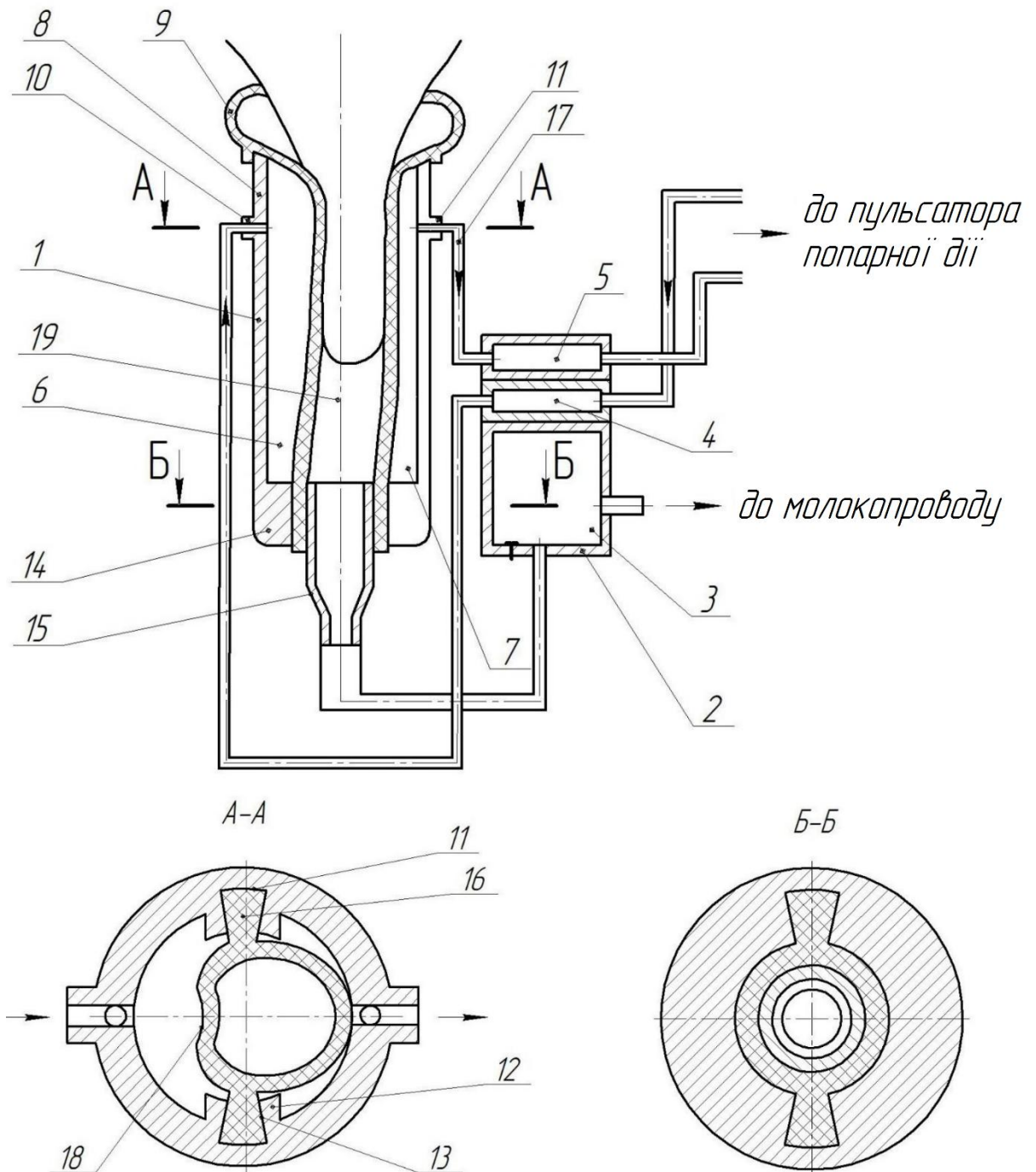


Рисунок 2.1 - Схема доїльного апарату: 1 - доїльні стакани; 2 - колектор; 3 - молочна камера; 4,5- розподільні камери; 6,7 - міжстінні камери; 8 - гільза; 9 - дійкова трубка; 10, 11 - повітряні патрубки; 12 - поздовжні виступи; 13 - трапецеїдальні проточки; 14 - потовщений бурт; 15 - оглядовий конус; 16 - трапецеїдальні ребра; 17 - шланги; 18 - увігнуті ділянки, що копіюють положення язика теляти в момент відсмоктування молока; 19 – піддійкова камера

Доїльний апарат включає доїльні стакани 1, колектор 2 з молочної камерою 3 і основною 4 і додатковою 5 розподільними камерами, а також пульсатор попарного доїння. Доїльний стакан апарата містить гільзу 8 з поздовжніми виступами 12, в яких виконані пази 13, дійкову трубку 9 з ребрами 16 і має піддійкову 19 і міжстінну камери, остання з яких ребрами 16 розділена на дві рівні частини 6 і 7, а гільза має два повітряних патрубків 10 і 11.

Дійкова трубка 9 встановлена в пазах 13 гільзи стакана ребрами 16. Молочні камери пульсатора попарного доїння шлангами 17 сполучаються з основною 4 і додатковою 5 розподільними камерами колектора, які, в свою чергу, сполучені з міжстінними камерами 6 і 7 доїльного стакана 1. Піддійкові камери 19 доїльних стаканів 1, молочна камера 3 колектора 2 і відповідно молокопровід або доїльне відро з'єднані між собою.

Доїльний апарат працює наступним чином. Вакууметричний тиск постійно діє в піддійковій камері 19, а при відкритій камері пульсатора по шлангу 17 воно також поширюється в міжстінну камеру 7 доїльного стакана 1 через розподільну камеру 5 колектора 2, за рахунок чого дійкова трубка буде перебувати в випрямленому стані з боку міжстінної камери 7. одночасно атмосферний тиск по шлангу надходить в міжстінну камеру 6 доїльного стакана 1 з робочої камери пульсатора через розподільну камеру 4 колектора 2.

При цьому одностороннє стиснення дійки забезпечує позитивний тиск, а відсмоктування - негативний тиск, обумовлений вакуумом під дійкою, що сприяє одночасному витисканню молока з одного боку дійкової трубки і його відсмоктування, тобто в якійсь мірі копіюється акт смокання телям. Отже, одностороннє стиснення дійки з одночасним відсмоктуванням молока є додатковим стимулюючим молоковіддачу фактором, так як імітує положення язика теляти в такті смокання. Після перемикання клапанів пульсатора процес вилучення молока повторюється за рахунок відсмоктування і одностороннього сти-

снення дійки дійковою трубкою з боку міжстінної камери 7 доїльного стакана 1.

Стиснення однієї стінки дійкової трубки призводить до деякого прогину протилежної стінки. При цьому сфінктер залишається відкритим, так як ліва і права частини дійкової трубки при зміні тиску в міжстінних камерах не є жорсткими стінками. В результаті безперервного відсмоктування з одночасним витисканням молока за рахунок одностороннього стиснення дійок збільшується пропускна здатність апарату при одночасному стимулюванні молоковіддачі [12].

Крім того, додатковим стимулюючим фактором є деяке розгойдування доїльних стаканів в процесі доїння за рахунок попереминого стиснення дійки то з одного, то з іншого боку стінки стакана. Основною відмінною рисою цього доїльного апарату є нове конструктивне виконання доїльного стакана, в гільзі якого виконані поздовжні діаметральні відливи, розташовані в площині, перпендикулярній площині розташування виступів.

Виконання в гільзі доїльного стакана поздовжніх діаметрально розташованих відливів дозволяє підвищити ефективність доїння за рахунок виключення прогину дійкової трубки в напрямку до стінок гільзи стакана, що забезпечує підвищення стимулюючого впливу на дійку і виключає знакозмінні навантаження на дійкову трубку. Використання в даній конструктивно-технологічній схемі доїльного апарату пульсатора попарного доїння дозволяє замість такту стиснення використовувати перехідні процеси від одностороннього стиснення в одну сторону стакана з безперервним відсмоктуванням до смоктання і навпаки.

**2.3 Визначення тиску дійкової гуми на дійку і вакуумметричного тиску, необхідного для одностороннього стиснення дійки**

Розрідження, необхідне для одностороннього стиснення дійки  $P_{\text{вак}}$ , можна визначити за формулою

$$P_{\text{вак}} = P_n + P_d, \quad (2.1)$$

де  $P_n$  - розрідження, необхідне для притиснення дійки до стінки стакана, Па;

$P_d$  - розрідження, необхідне для подальшого одностороннього стиснення дійки, Па.

Розглянемо деформацію дійки і дійкової гуми під дією тиску  $P_d$  (рис. 2.2).

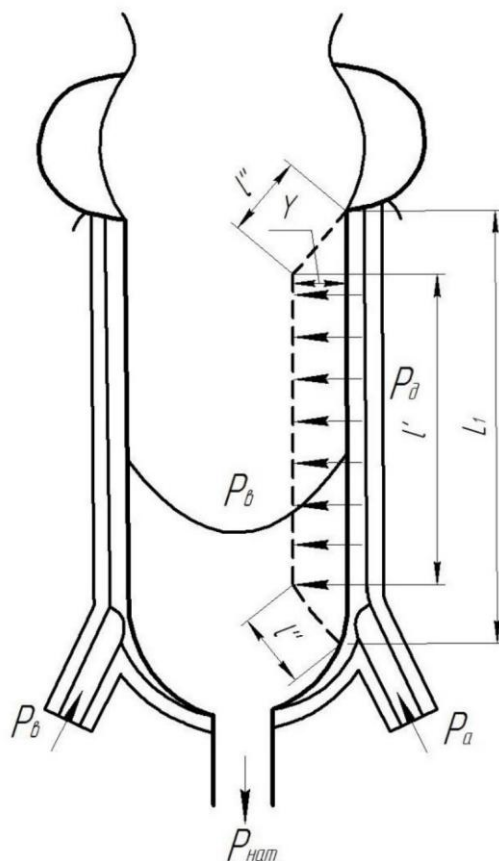


Рисунок 2.2 - Схема до визначення тиску дійкової гуми на дійку

Будемо вважати прогин гуми прогином балки на пружній основі. Відповідно до гіпотези Фусса-Вінклера, реакція пружної основи в кожній точці пропорційна прогину балки



$$p_1 = -k_0 y L_1 = -ky, \quad (2.2)$$

де  $L_1$  - довжина балки (довжина дійкової гуми в робочому положенні, тобто під дією натягу в доїльному стакані), м;

$y$  - просадка основи (прогин гуми), м;

$k_0$  - постійний для даної основи коефіцієнт, Н/м<sup>3</sup>.

Величина  $k = k_0 L_1$  називається погонним коефіцієнтом.

Диференціальне рівняння пружної лінії балки має вигляд

$$d^2 y / dx^2 = M / (EI), \quad (2.3)$$

де  $EI$  - добуток модуля пружності на момент інерції балки, Н·м<sup>2</sup>. Продеференціювавши останнє рівняння два рази, отримуємо:

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = \frac{d^2 M}{dx^2}. \quad (2.4)$$

Позначимо через  $q$  вираз  $\frac{d^2 M}{dx^2}$ .

Для балки розподіленими навантаженнями будуть прикладений тиск і реакція пружної основи, тобто

$$q = p + P_\delta L_1 = -ky + P_\delta L_1. \quad (2.5)$$

Підставляючи значення (2.5) в формулу (2.4), отримаємо

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + ky = P_\delta L_1. \quad (2.6)$$

Через  $\beta$  позначимо вираз  $\sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}$  і приведемо рівняння (2.6) до вигляду

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + 4\beta^4 y = 0. \quad (2.7)$$

Загальне рішення рівняння (2.6) має вигляд

$$y(x) = e^{\beta x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C \cos \beta x + D \sin \beta x) + \frac{P_\delta L}{k}. \quad (2.8)$$

Підставивши граничні умови:  $y(0) = y'(0) = y(L_1) = y'(L_1) = 0$  в рівняння (2.8), визначимо довільні постійні  $A, B, C, D$ .

Формула (2.8) дає рівняння форми дійкової гуми по її довжині. Максимальний прогин гуми, рівний максимальній поперечній деформації дійки, може бути визначений з виразу.

$$\omega_d = y(L_1 / 2). \quad (2.9)$$

Сумарна поперечна деформація  $Y$  складається з максимальною поперечною деформацією дійки  $\omega_d$  і деформацією дійкової гуми  $\omega_p$

$$Y = \omega_d + \omega_p, \quad (2.10)$$

Тиск на дійку визначається за формулою.

$$P_c = kY. \quad (2.11)$$

Момент інерції  $I$  визначається за формулою

$$I = \frac{L_1 b_1^3}{24}, \quad (2.12)$$

де  $b_1$ -товщина доїльної гуми.

Для визначення поперечної деформації доїльної гуми  $\omega_p$  скористаємося методикою, що полягає в тому, що відносна поперечна деформація гуми дорівнює половині відносної поздовжньої деформації. Відносна поздовжня деформація доїльної гуми  $\varepsilon$  складається з відносною поздовжньою деформації  $\varepsilon_1$  за рахунок сили натягу  $P_n$  і відносною поздовжньою деформації  $\varepsilon_2$  за рахунок прикладеного тиску  $P_d$ .

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2. \quad (2.13)$$

Відносна поздовжня деформація доїльної гуми  $\varepsilon_1$  за рахунок сили натягу  $P_n$  визначається за формулою,

$$\varepsilon_1 = \frac{L_1 - L}{L} = \frac{\sigma}{E} = \frac{P_n}{ES}, \quad (2.14)$$

де  $L$  - довжина нерозтягнутої доїльної гуми, м;

$\sigma$  - напруження, Па;

$S$  - площа кільця доїльної гуми, м<sup>2</sup>.

З огляду на, що  $S = \pi(R_2^2 - R_1^2)$ , отримуємо,

$$\varepsilon_1 = \frac{P_n}{E\pi(R_2^2 - R_1^2)}, \quad (2.15)$$

де  $R_1$  і  $R_2$  - відповідно внутрішній і зовнішній радіуси доїльної гуми, (м), а  $L_1$  визначається за формулою

$$L_1 = L + \frac{LP_u}{E\pi(R_2^2 - R_1^2)}. \quad (2.16)$$

Відносна поздовжня деформація доїльної гуми  $\varepsilon_2$  за рахунок прикладеного тиску  $P_d$  визначається за формулою

$$\varepsilon_2 = \frac{L_2 - L_1}{L_1}, \quad (2.17)$$

де  $L_2 = l' + 2l''$  - довжина доїльної гуми в робочому положенні під дією розрідження, яка може бути визначена за формулою.

$$L_2 = \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx. \quad (2.18)$$

Підставляючи вираз (2.18) в формулу (2.17), отримуємо

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 1 \quad (2.19)$$

та

$$\varepsilon = \frac{P_H}{E\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{1}{L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 1 \quad (2.20)$$

Так як відносна поперечна деформація гуми дорівнює половині відносної поздовжньої деформації, то

$$\varepsilon' = \frac{\omega_p}{b_1} = \frac{P_n}{2E\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{1}{2L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 0,5, \quad (2.21)$$

звідки виражаємо  $\omega_p$

$$\omega_p = b_1 \left( \frac{P_n}{2E\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{1}{2L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 0,5 \right). \quad (2.22)$$

Тоді тиск на діжку визначається за формулою

$$P_c = k \left[ y(L_1/2) + b_1 \left( \frac{P_n}{2E\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{1}{2L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 0,5 \right) \right] \quad (2.23)$$

Розглянемо чисельну реалізацію представленого вище алгоритму за допомогою вбудованих процедур математичного пакета Maple. Коефіцієнт об'ємної пружності діжки вимені корови і доїльної гуми коливається відповідно в проміжках  $2 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$  Н/м<sup>3</sup> і  $6 \cdot 10^6 - 12 \cdot 10^6$  Н/м<sup>3</sup>. Довжина і товщина нерозтягнутої доїльної гуми відповідно  $L = 0,13$  м і  $b_1 = 0,0025$  м, сила натягу -  $P_n = 60$  Н,  $E = 2,15 \cdot 10^6$  Па,  $R_1 = 0,028$  м,  $R_2 = 0,023$  м.

У результаті розрахунку нова довжина розтягнутої доїльної гуми під дією натягу в доїльному стакані дорівнює  $L_1 = 0,1474$  м. Отже, товщина доїльної гуми в робочому положенні, тобто під дією натягу в доїльному стакані, дорівнює  $b_2 = 0,002332$  м.

## 2.4 Обґрунтування процесу виведення молока з вимені корови стимулюючим апаратом безперервного доїння

Процес молоковиведення з вимені корови доїльним апаратом можна уявити фізичними величинами, такими як тиск молока в цистерні залози, вакууметричний тиск в піддійковій камері, тиск вивідного каналу дійки.

У розробленому доїльному апараті безперервного доїння при почерговому стисканні дійки то з одного, то з іншого боку доїльного стакана і безперервній дії розрідження здійснюється витискання молока з одного боку дійкової трубки і одночасне його відсмоктування.

Стиснення однієї стінки дійкової трубки призводить до деякого прогину протилежної стінки, залишаючи відкритим сфінктер дійки, так як ліва і права частини дійкової трубки при зміні тиску в міжстінних камерах не є жорсткими стінками. Вважаємо, що виведення молока з дійки вимені відбувається за аналогією з відводом рідини через насадок. Застосуємо рівняння Бернуллі для усталеного руху молока. Схема до розрахунку представлена на рис. 2.3.

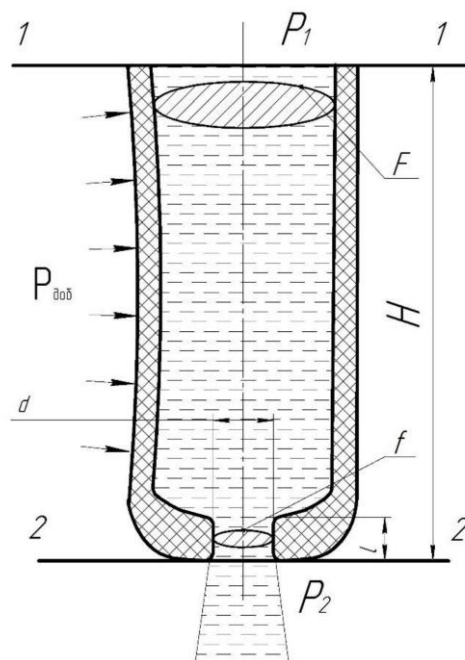


Рисунок 2.3 - Схема до визначення швидкості виведення молока на виході з дійки при її односторонньому стиску

Припустимо, що дійка вимені має циліндричну форму з постійним внутрішнім перерізом  $F$ , а закінчується сфінктером з перерізом  $f$ . Середня швидкість виведення молока по довжині дійки буде  $V_1$ , а на виході з каналу -  $V$ . Переріз 1-1 вибираємо по початку порожнини дійки, а переріз 2-2 по обрізу кінця дійки. Для вибраних перерізів маємо

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + H = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + \xi \frac{V^2}{2g}, \quad (2.24)$$

де  $V_1, V$  - середні швидкості виведення молока відповідно в перерізах 1-1 і 2-2, м/с;

$P_1, P_2$  - тиск молока в перерізах 1-1 і 2-2, Н/м<sup>2</sup>;

$H$  - висота молочного стовпа між перерізами, м;

$\rho$  - щільність молока, кг/м<sup>3</sup>;

$\xi$  - коефіцієнт опору.

Цей коефіцієнт можна визначити за формулою

$$\xi = \xi_c + \xi_{mp}, \quad (2.25)$$

де  $\xi_c$  - коефіцієнт опору при раптовому звуженні, який визначається за формулою,

$$\xi_c = \frac{1 - f/F}{2}, \quad (2.26)$$

де  $f$  - переріз сфінктера дійки, м<sup>2</sup>;

$F$  - постійний внутрішній переріз дійки вимені циліндричної форми,  $m^2$ ;  
 $\xi_{тр}$  - коефіцієнт транспортного опору, який можна визначити за формулою,

$$\xi_{mp} = \frac{\lambda \cdot l}{d}, \quad (2.27)$$

де  $l$  - довжина каналу дійки, м;  
 $d$  - діаметр каналу дійки, м;  
 $\lambda$  - коефіцієнт гідравлічного тертя, який для турбулентного потоку визначається за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}, \quad (2.28)$$

де  $\Delta$  - еквівалентна абсолютна шорсткість, мм.

Остання формула обрана з умови того, що при швидкостях виведення молока вище 6 м/с значення числа Рейнольдса  $Re = \frac{Vd}{\nu} \geq 17000$ .

Таким чином, підставляючи вирази (2.26), (2.27) і (2.28) в рівняння (2.25), отримаємо формулу для визначення коефіцієнта опору  $\xi$ .

$$\xi_c = \frac{1-f/F}{2} + \frac{0,11 \cdot \left( \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} \cdot l}{d}. \quad (2.29)$$

Так як рух молока в дійці одномірний, користуючись нерозривністю потоку для об'ємної пропускної здатності  $Q$ , запишемо



$$Q = V_1 F = Vf, \quad (2.30)$$

звідки

$$V_1 = Vf / F. \quad (2.31)$$

Підставляючи формули (2.29) і (2.31) в рівняння (2.24), отримуємо

$$V = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2 + \rho gH) / \rho}{1,5 + 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} \cdot l / d - f / 2F - f^2 / F^2}}. \quad (2.32)$$

Так як,  $P_1 = P_u + P_\sigma + P_{\text{доб}}$ , а  $P_2 = P_\sigma - P_v$ ,

де  $P_u$  - цистернальний тиск молока, Н/м<sup>2</sup>;

$P_\sigma$  - барометричний атмосферний тиск, Н/м<sup>2</sup>;

$P_v$  - вакуумметричний тиск, Н/м<sup>2</sup>;

$P_{\text{доб}}$  - тиск, що виникає в результаті одностороннього стиснення дійки, Н/м<sup>2</sup>,

$$V = \sqrt{\frac{2(P_u + P_\sigma + P_{\text{доб}} + \rho gH) / \rho}{1,5 + 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} \cdot l / d - f / 2F - f^2 / F^2}}. \quad (2.33)$$

Як випливає з формули (2.33), швидкість виведення молока на виході з дійки залежить від тиску молока в цистерні залози, вакуумметричного тиску в піддійковій камері і тиску, що виникає в результаті одностороннього стиснення дійки, а також від геометричних розмірів дійки вимені корови.

Об'єм молока, виведеного з молочної цистерни в одиницю часу, знаходимо з виразу

$$Q = f \sqrt{\frac{2(P_{\text{ц}} + P_{\text{с}} + P_{\text{доб}} + \rho g H) / \rho}{1,5 + 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} \cdot l / d - f / 2F - f^2 / F^2}} \quad (2.34)$$

У результаті чисельної реалізації представлених вище виразів 2.33, 2.34 за допомогою вбудованих процедур математичного пакета Maple, приймаючи значення величин:

$P_{\text{ц}} = 7$  кПа,  $P_{\text{с}} = 101$  кПа,  $P_{\text{в}} = 30, 40, 50, 60$  кПа,  $P_{\text{доб}} = 15$  кПа,  $\rho = 1026$  кг/м<sup>3</sup>,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $H = 70 \cdot 10^{-3}$  м,  $\Delta = 0,1$  мм,  $F = 1,7 \cdot 10^{-4}$  м,  $f = 7,1 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>,  $l = 0,005$  м,  $d = 0,003$  м, отримаємо відповідно  $V = 7,38; 8,05; 8,67; 9,24$  м/с,  $Q = 3,14; 3,43; 3,69; 3,94$  л/хв.

Для наочності представлено матеріалу на рис 2.4 і 2.5 представлені залежності зміни швидкості виведення молока на виході з дійки і об'єму молока, що виводиться з молочної цистерни, від величини вакууму.

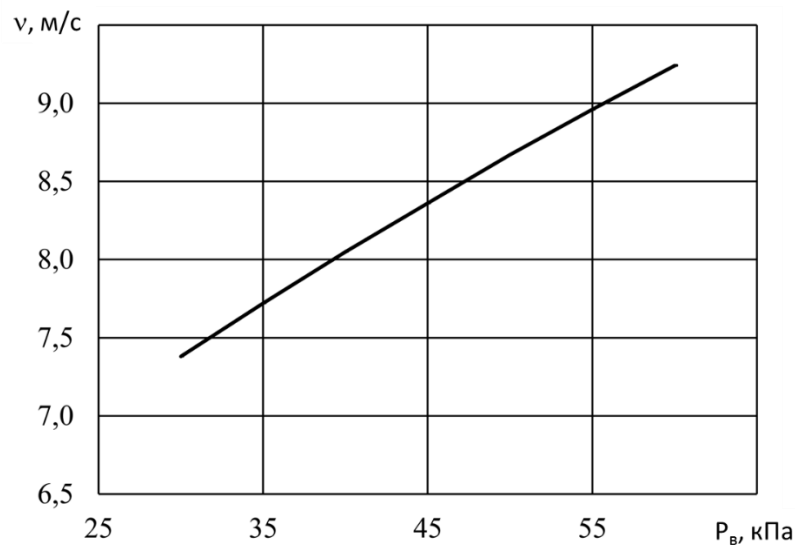


Рисунок 2.4 - Залежність швидкості молока на виході з дійки від величини вакууму

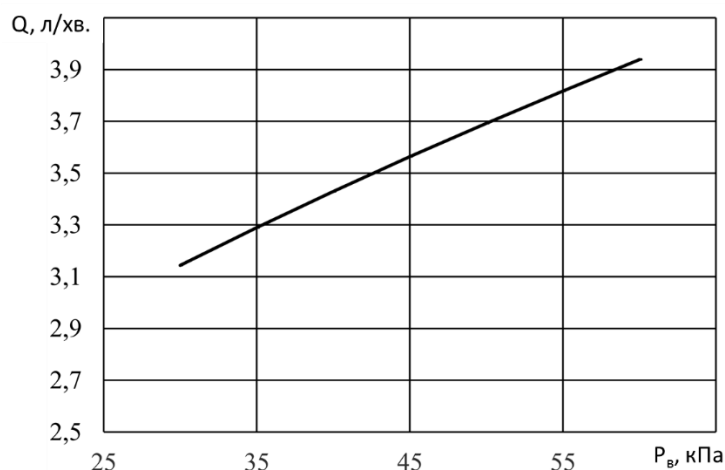


Рисунок 2.5 - Залежність об'єму молока, що виводиться з молочної цистерни вимені, від величини вакууму

## 2.5 Висновки

1. Підтверджено, що продуктивність доїльного апарату визначається за формулою (2.1) і залежить від коефіцієнта тактності, який для двотактних доїльних апаратів становить 0,7, тому для підвищення ефективності машинного доїння корів перспективно створення апарату безперервного доїння ( $k_t = 1$ ), що забезпечує необхідну стимуляцію молоковіддачі.

2. Доїльний апарат безперервного доїння повинен містити пульсатор парного доїння, колектор з молочною і розподільною камерами і доїльні стакани, молочні та повітряні трубки. Доїльні стакани включають дійкову трубку і гільзу з молочними і повітряними патрубками. У гільзі кожного доїльного стакана виконані діаметрально розташовані виступи з трапецеїдальними проточками, що дозволяє розділити міжстінні камери стакана на дві ізольовані одна від одної частини, в кожній з яких є повітряний патрубок. Дійкові трубки мають діаметрально розташовані поздовжні ребра, встановлені в проточках поздовжніх виступів гільзи стакана.

3. Теоретично встановлено, що тиск доїльної гуми на дійку залежить від її конструктивних параметрів: довжини і товщини гуми в робочому положенні, її внутрішнього і зовнішнього радіуса і натягу в доїльному стакані, а також фізико-механічних властивостей матеріалів: коефіцієнтів об'ємної пружності дійки вимені корови і гуми, що визначається за формулою. При вакуумметричному й надлишковому тисках  $p_b = 40-42$  кПа забезпечується відповідний зоотехнічним вимогам тиск на дійку  $p = 10-15$  кПа.

4. Теоретично доведено, що швидкість виведення молока на виході з дійки залежить від тиску молока в цистерні залози, вакуумметричного тиску в піддійковій камері і тиску, що виникає в результаті одностороннього стиснення дійки, а також від геометричних розмірів дійки вимені корови.

### **3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА**

#### **3.1 Програма лабораторних експериментальних досліджень**

З метою перевірки теоретичних передумов і визначення працездатності конструкції доїльного апарату безперервного доїння, а також за допомогою планування експерименту і уточнення раціональних конструктивно-режимних параметрів доїльного апарату було прийнято наступну програму експериментальних досліджень:

1. Перевірка працездатності доїльного апарату безперервного доїння.
2. Визначення продуктивності і виявлення раціональних режимних параметрів доїльного апарату безперервного доїння.

Для оцінки продуктивності доїльного апарату безперервного доїння була використана наступна лабораторна установка, схема якої представлена на рис. 3.1, а загальний вигляд показаний на рис. 3.2.

## **3.2 Методика експериментальних досліджень**

### **3.2.1 Лабораторна установка**

Для проведення експериментальних досліджень був розроблений і реалізований спеціальний лабораторний стенд (вузол доїльної установки УДМ-100), представлений на рис. 3.1. Лабораторний стенд включає в себе штучне вим'я 3, експериментальний доїльний апарат 2, регулятор вакууму 8, вакуумметр 1, лічильник молока 5, кран 4, резервуар 7. В якості робочого середовища було використано воду, при цьому штучне вим'я було налаштовано на рівень молоковіддачі 2,2 л/хв. Датчики тиску було під'єднано до системи через спеціальний вакуум-молочний кран.

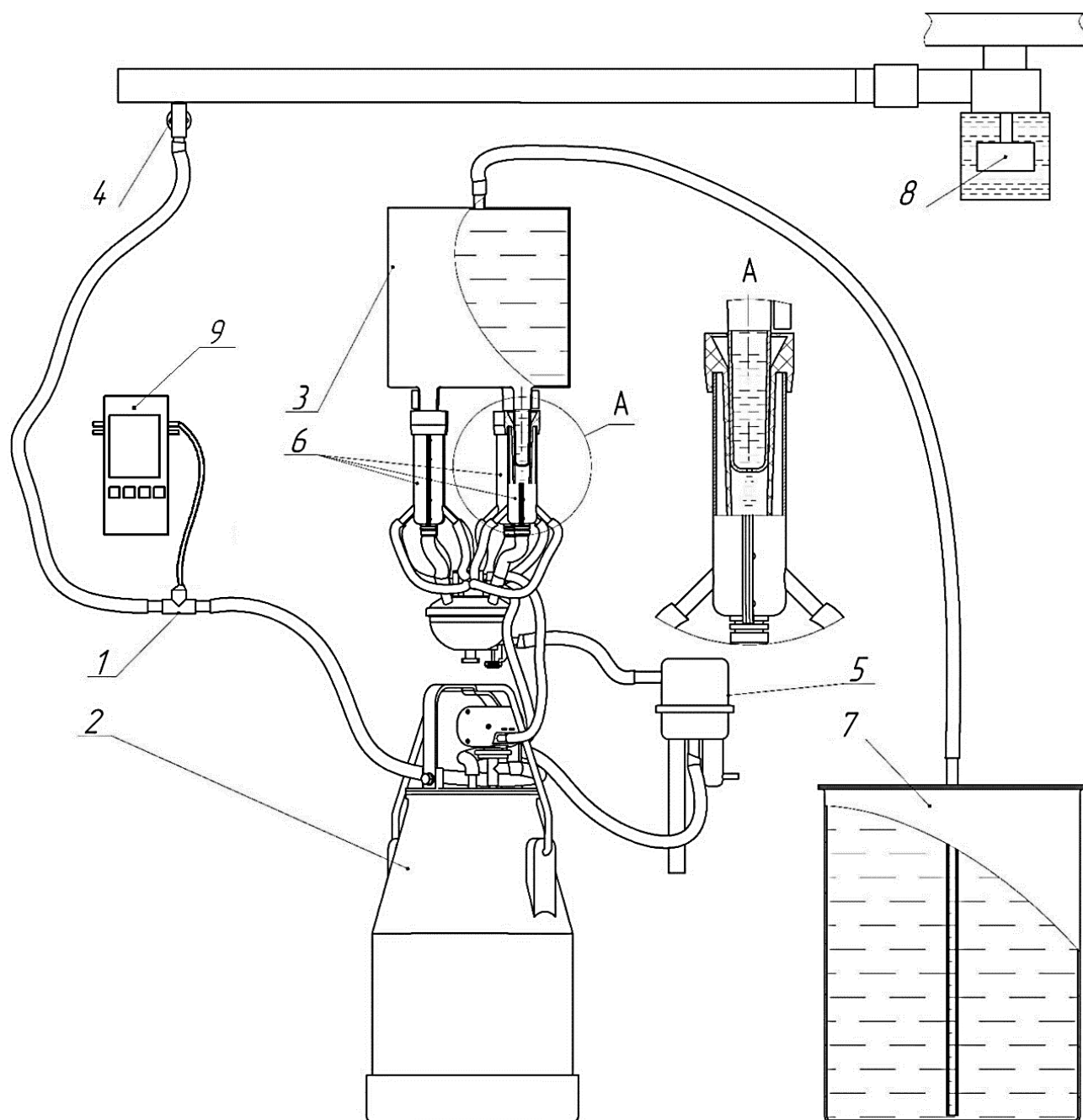


Рисунок 3.1 - Схема стану для визначення продуктивності доїльного апарату безперервного доїння: 1 - трійник; 2 - доїльний апарат; 3 - стенд штучне вим'я; 4 - кран; 5 - лічильник молока УЗМ; 6 - доїльні стакани; 7 - резервуар; 8 - регулятор вакууму; 9 – тестер доїльних установок (розробка каф. МВІТ)

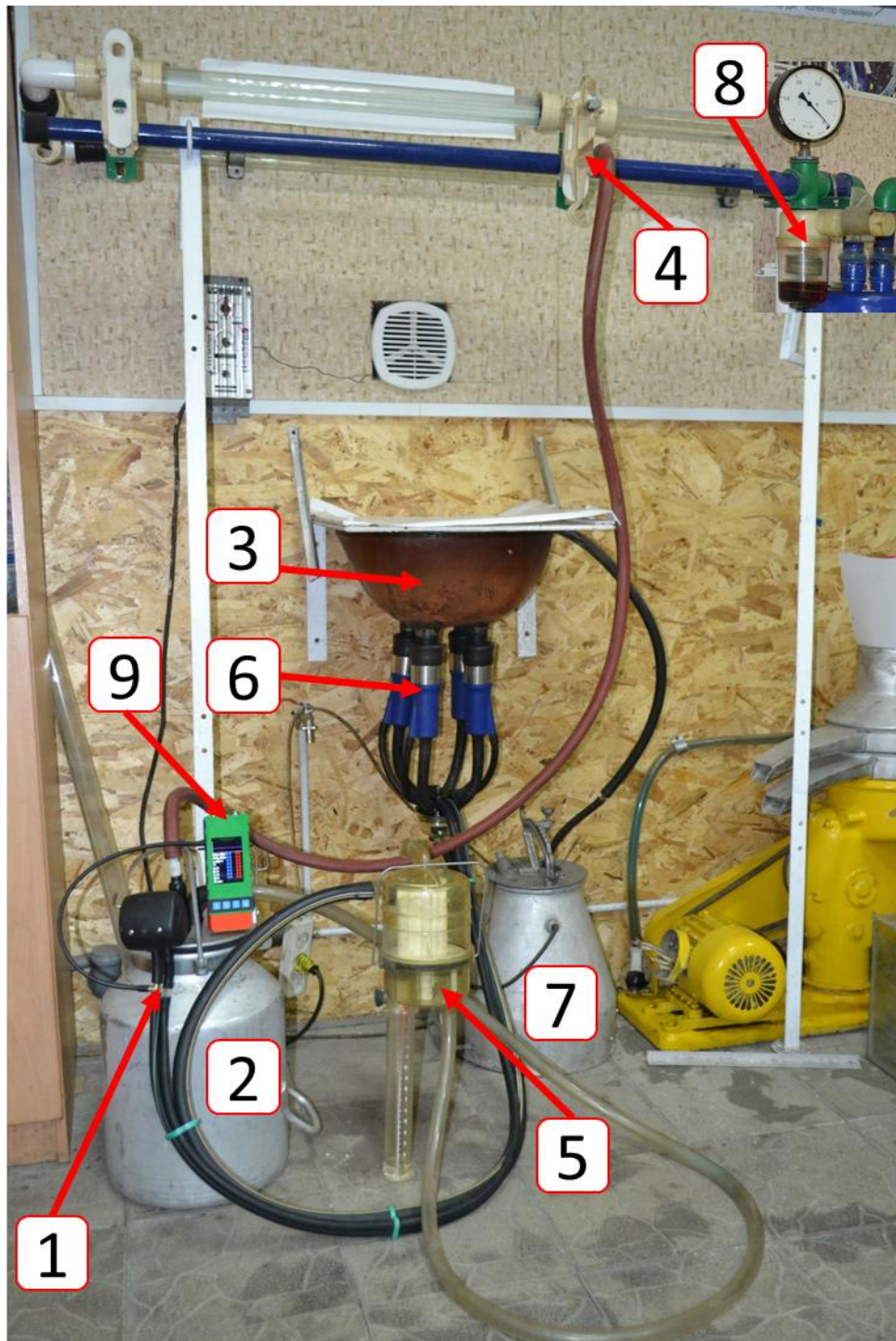


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд стану для визначення продуктивності доїльного апарату безперервного доїння: 1 - трійник; 2 - доїльний апарат; 3 - стенд штучне вим'я; 4 - кран; 5 - лічильник молока УЗМ; 6 - доїльні стакани; 7 - резервуар; 8 - регулятор вакууму; 9 – тестер доїльних установок (розробка каф. МВІТ)

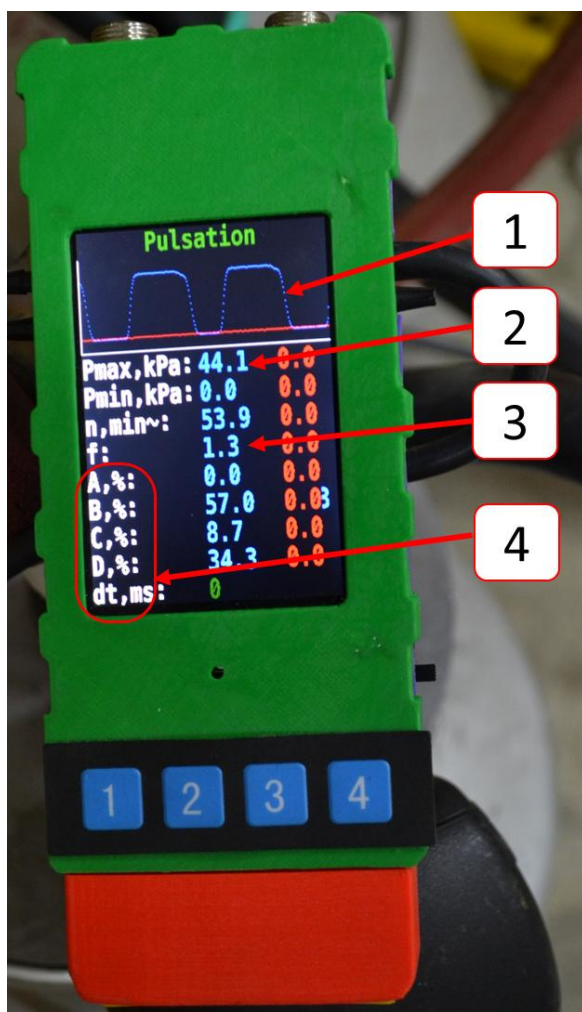


Рисунок 3.3 - Тестер доїльних установок (розробка каф. МВІТ): 1 – пульсограма роботи пульсатора; 2 – робочий вакуумметричний тиск; 3 – частота пульсацій; 4 – співвідношення перехідних фаз одного циклу пульсації

В експериментальному доїльному апараті використаний колектор з додатковими проміжними клапанами в кількості 4 одиниць між кожним доїльним стаканом, що забезпечує надійну роботу колектора і зменшує ударне навантаження на дійку тварини. Датчики тиску встановлені в експериментальній лабораторній установці дозволяють виміряти і відрегулювати величину вакууму в необхідних межах в міжстінній і піддійковій камерах доїльних стаканів.

Значення вакууму при всіх повторностях має бути постійним, тривалість кожного дослідження - не менше 4 ... 5 хв. В процесі проведення дослідження стежили за наявністю води в резервуарі 7 (рис. 3.1). Досліди виконують при роботі апаратів з різною частотою імпульсів вакууму. Частоту пульсацій встановлювали за допомогою тестера доїльних установок 9 (рис. 3.1). Кількість надоеного молока



вимірювали за допомогою лічильника молока 5 кожні 30 с (рис. 3.1). Необхідну величину вакуумметричного тиску встановлювали по вакуумметром 1.

Випробування доїльних апаратів проводили наступним чином. Включали в роботу вакуум-насос. Встановлювали по вакуумметром 1 необхідну величину вакуумметричного тиску. За допомогою тестера доїльних установок 9 встановлювали частоту пульсацій пульсатора. Ємність 3 заповнювали рідиною, що імітує молоко. Спустошували мензурку і мірну камеру лічильника молока 5. Включали в роботу апарат і фіксували час. Результати дослідів записували в таблицю. Кожен дослід проводили в трикратній повторності. Далі визначали продуктивність доїльного апарату

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (3.1)$$

де  $Q$  - продуктивність доїльного апарату, л/хв;

$m$  - обсяг надоеного молока, л;

$t$  - час досліду, хв.

На підставі табличних даних необхідно побудувати графік залежності продуктивності доїльного апарату від частоти пульсацій і вакуумметричного тиску.

### **3.2.2 Вибір факторів для оцінки продуктивності доїльного апарату**

Режимні параметри, що забезпечують продуктивність доїльного апарату безперервного доїння, залежать від робочого вакуумметричного тиску, а також від частоти пульсацій вакууму. Спираючись на результати досліджень, отримані з літературних джерел, а також на дані своїх теоретичних досліджень, наве-

дених в розділі 2, було вибрано 2 фактора, які мають найбільший вплив на перебіг досліджуваного процесу доїння у пропонованій конструкції апарату.

1. Величина робочого вакуумметричного тиску  $P$ , кПа;
2. Частота пульсацій вакууму  $f$ , Гц.

Відповідно до попередніх досліджень виявлено, що найбільша швидкість молоковиведення для апарату безперервного відсмоктування спостерігається при вакуумі 33 кПа. Збільшення робочого вакууму понад 50 ... 52 кПа небажано в зв'язку з негативним впливом на молочну залозу, в експериментах вакуумметричний тиск змінювався в межах 35 ... 50 кПа. 2. В.Ф. Корольов зазначає, що частота пульсацій для апаратів безперервного відсмоктування зі звичайним двокамерним доїльним стаканом становить 2,3-3 Гц, для двотактних апаратів - 0,7-1 Гц. Кількість смоктань в порожнині рота теляти коливається від 1,7 до 2 Гц.

У зв'язку з тим, що в запропонованій конструкції доїльного стакана передбачається, що при стисненні однієї стінки протилежна стінка дещо прогинається, і сфінктер ділки при цьому залишається відкритим, а також з тим, що підвищена частота пульсацій вакууму викликає значне збільшення витрати повітря на привід, в експериментах частота пульсацій змінювалася в межах 1-1,5 Гц.

Таблиця 3.3 - Рівні варіювання для двох факторів

Найменування фактора	Кодоване позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання		
			-1	0	+1
Величина робочого вакуумметричного тиску $P$ , кПа	X1	10	32	42	52
Частота пульсацій вакуу-	X2	0,25	1,0	1,25	1,5

му f, Гц					
----------	--	--	--	--	--

### 3.2.3 Методика планування експерименту

Планування експерименту необхідно для визначення раціональних геометричних і режимних параметрів проєктованих технічних засобів. Для виявлення критерію оптимізації скористаємося рівнянням регресії, що зв'язує критерій оптимізації з факторами. Для отримання рівняння регресії за визначенням продуктивності доїльного апарату використовували двофакторний план Боксу-Бенкіна  $2^3$ .

Таблиця 3.1 - Матриця планування для двох факторів

№ досліду	X1	X2
1	-	-
2	-	0
3	-	+
4	0	-
5	0	0
6	0	+
7	+	-
8	+	0
9	+	+

Для апроксимації експериментальних значень продуктивності доїльного апарату безперервного доїння в залежності від перерахованих вище факторів експерименту використовували поліноміальну функцію 2-го порядку:

$$y = a_0 + \sum_1^n a_i \cdot x_i + \sum_{i \leq j}^n a_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_i^n a_{ii} \cdot x_i^2, \quad (3.2)$$

де  $y$  - середнє значення критерію оптимізації;

$a_0, a_i, a_{ij}, a_{ii}$  - коефіцієнти рівняння регресії;

$x_i, x_j$  - значення факторів експерименту;

$n$  - число факторів експерименту.

Досліди проводилися з п'ятикратної повторністю, порядок проведення дослідів визначався рандомізацією. Порядок проведення дослідів, реєстрація параметрів і режимів роботи здійснювалися за методикою, наведеною в попередніх розділах. У таблиці 3.1 наведено план для двох факторів.

### 3.3 Результати експериментальних досліджень та їх аналіз

Для експериментальної перевірки використовували спеціальний стенд, що включає штучне вим'я 3, випробуваний доїльний апарат 2, регулятор вакууму 8, вакуумметр 1, лічильник молока 5, кран 4, резервуар 7 (рис. 3.1, 3.2) Випробування проводили відповідно до плану експерименту (табл. 3.1).

Для отримання рівняння регресії з метою визначення продуктивності доїльного апарату використовували трирівневий план (виду  $2^3$ ).

Результати дослідів і матриця планування експерименту  $2^2$  з метою визначення продуктивності доїльного апарату при роботі з співвідношенням тактів пульсатора 60/40 і 70/30 представлені в таблиці 3.2.

Для того щоб скористатися рівнянням (3.2) для отримання математичної моделі високої адекватності отриманих експериментальних даними, ми використовували програму «STATISTIKA 10». Встановлено, що експериментальні дані визначення продуктивності доїльного апарату при роботі з співвідношен-

ням тактів пульсатора 60/40 і 70/30 досить точно можуть бути представлені у вигляді рівняння регресії (Q), які відповідно мають вигляд:

$$Q = -1,243 + 0,1066 \cdot X_1 + 0,94 \cdot X_2 - 0,036 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,568 \cdot X_1^2 - 0,0866 \cdot X_2^2, \quad (3.3)$$

$$Q = 3,5533 - 0,0366 \cdot X_1 - 2,46 \cdot X_2 + 0,08 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,226 \cdot X_1^2 - 0,158 \cdot X_2^2, \quad (3.4)$$

де  $X_1$  - величина робочого вакуумметричного тиску, Р, кПа;

$X_2$  - частота пульсацій вакууму  $f$ , Гц.

Таблиця 3.2 - Матриця плану  $2^3$  проведення експерименту

Рівень і інтервал варіювання	Фактори		Критерій	
	Величина робочого вакуумметричного тиску Р, кПа	Частота пульсацій вакууму $f$ , Гц	Продуктивність зі співвідношенням тактів 60/40 Q, л/хв	Продуктивність зі співвідношенням тактів 70/30 Q, л/хв
	X1	X2	Y	Y
Верхній рівень (+)	52	1,5	-	-
Середній рівень (-)	42	1,25	-	-
Нижній рівень (-)	32	1,0	-	-
Інтервал варіювання	10	0,25	-	-
1	-	-	2,3	2,61
2	-	0	2,1	2,95

3	-	+	1,8	3,26
4	0	-	2,66	2,98
5	0	0	2,4	3,54
6	0	+	2,2	3,86
7	+	-	3,23	3,26
8	+	0	2,76	3,88
9	+	+	2,8	4,03

Отримані рівняння регресії дозволяють визначити величину об'ємного виходу молока в доїльному апараті безперервного доїння в межах обраних інтервалів варіювання рівнів факторів експерименту.

Далі перевіримо значимість окремих коефіцієнтів математичної моделі регресії за критерієм Стьюдента, однорідність - за критерієм Кохрена і адекватність моделі - за критерієм Фішера.

Доведено значущості всіх коефіцієнтів рівняння регресії (3.3) (дисперсія відтворюваності  $S^2 = 0,0046$ , дисперсія визначення коефіцієнтів регресії  $S_A^2 = 0,0002$ , число ступенів свободи  $\nu = 16$ , рівень значущості для інженерних розрахунків приймається рівним 5%, і всіх коефіцієнтів рівняння регресії (3.4) ( $S^2 = 0,006$ ,  $S_A^2 = 0,0003$ ,  $\nu = 16$ ).

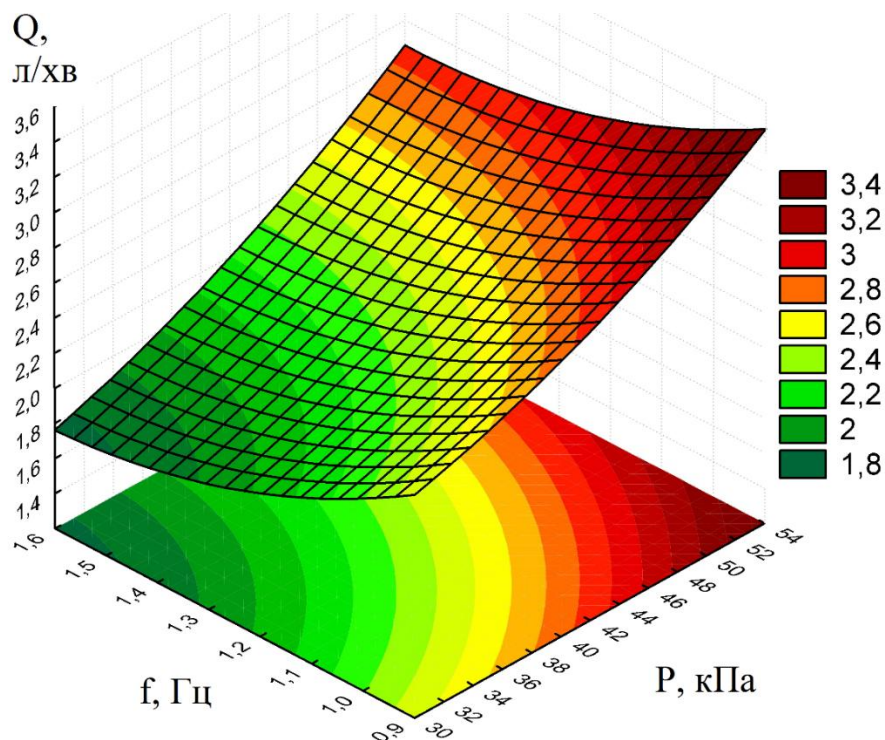


Рисунок 3.4 - Поверхня відгуку, що характеризує величину продуктивності доїльного апарату  $Q$  в залежності від вакуумметричного тиску  $P$  і частоти пульсацій вакууму  $f$  при співвідношенні тактів пульсатора 60/40

Аналіз даних показує, що гіпотеза про адекватність моделей приймається. За допомогою комп'ютерного статистичного пакету програм «STATISTIKA 10» побудовані графічні залежності окремих перетинів, що характеризують продуктивність апарату (рис 3.4, 3.5).

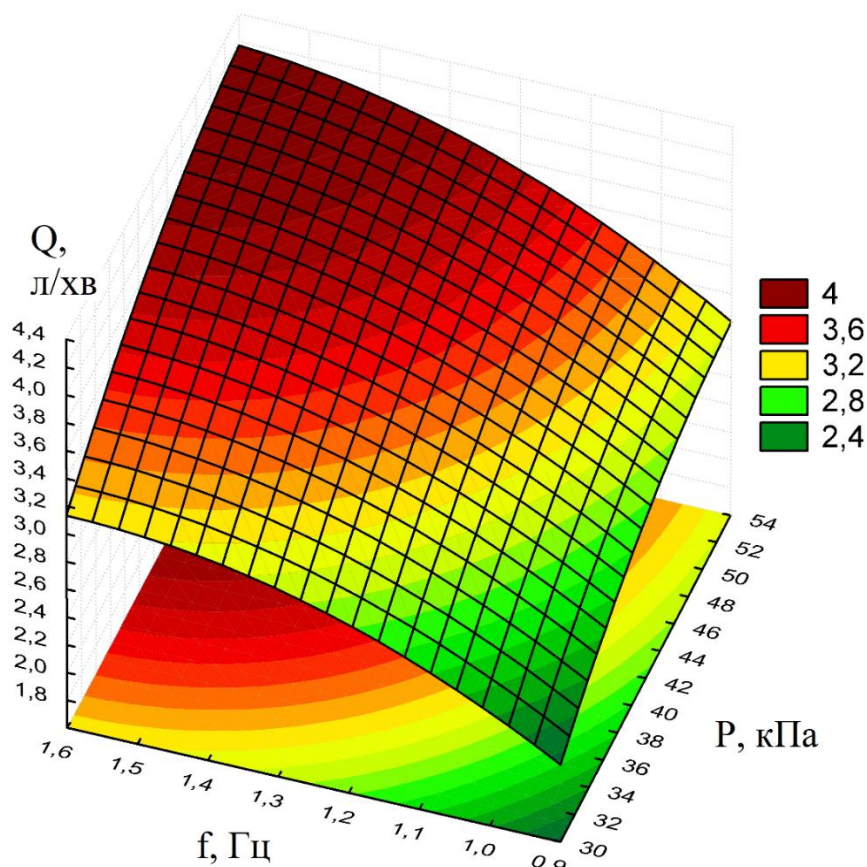


Рисунок 3.5 - Поверхня відгуку, що характеризує величину продуктивності доїльного апарату  $Q$  в залежності від вакуумметричного тиску  $P$  і частоти пульсацій вакууму  $f$  при співвідношенні тактів пульсатора 70/30

Аналіз графічних залежностей (рис. 3.3 та 3.4) показує, що до збільшення величини продуктивності апарату призводить збільшення вакуумметричного тиску. Однак збільшення частоти пульсацій вакууму  $f$  призводить до зниження продуктивності апарату при роботі з співвідношенням тактів пульсатора 60/40 і до збільшення продуктивності при роботі з співвідношенням тактів пульсатора 70/30. В результаті аналізу були виявлені наступні числові значення раціональних режимних параметрів доїльного апарату безперервного доїння (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Числові значення раціональних режимних параметрів



Позначення	Найменування	Раціональне значення
P	Вакуумметричний тиск, кПа	42,8
f	Частота пульсацій вакууму, Гц	1,44
	Співвідношення тактів ссання і стиснення,%	70/30

Мінімальне значення вакуумметричного тиску, при якому спостерігається продуктивність апарату безперервного доїння, співвідноситься з величиною з продуктивністю апарату АДУ-1 при роботі на заводських режимних параметрах (робочий вакуумметричний тиск - 48 кПа, частота пульсацій вакууму - 1 Гц), становить 40 кПа при співвідношенні тактів 70/30 і частоті пульсацій вакууму 1,5 Гц.

### **3.4 Висновки**

Проведені лабораторні експериментальні дослідження доїльного апарату безперервного доїння дозволяють зробити наступні висновки. При обробці результатів багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії для визначення продуктивності доїльного апарату в залежності від режимних параметрів. При табличному значенні F-критерію Фішера, 6,94 розрахункове значення дорівнює 0,019. За допомогою обробки даних встановлено такі раціональні режимні параметри доїльного апарату безперервного доїння: вакуумметрическое тиск – 42,8 кПа, частота пульсацій вакууму - 1,44 Гц, співвідношення тактів ссання і стиску - 70/30.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

#### **4.1 Загальні визначення та поняття**

Згідно Закону України «Про охорону праці» [64], охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

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

У відповідності до визначення [66], об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Щодо розроблюваного в дипломній роботі доїльного апарата, то він не підпадає під приведені визначення, та не є об'єктом підвищеної небезпеки. Проте на території ферми зберігають легко-займисті матеріали: солома (її використовують в якості підстилки) та сіно – складова кормової суміші для годівлі тварин. Це може призвести до виникнення пожежі, яку згідно [66] відносять до надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Пожежа - це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

#### **4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів**

В процесі доїння тварин на працюючих можлива дія наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, по відношенню до яких необхідно дотримуватися запобіжних заходів [65]:

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

#### **4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від дії шкідливих та небезпечних факторів**

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

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

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

До самостійної роботи в якості оператора машинного доїння допускають-

ся особи, які досягли 18-річного віку, які не мають медичних протипоказань, пройшли:

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

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

**Технічні заходи.** Оператор повинен бути забезпечений спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (далі - ЗІЗ), відповідно до Типових галузевих норм безплатної видачі засобів індивідуального захисту, оператору повинні бути видані такі ЗІЗ:

Назва ЗІЗ	Термін заміни, міс.
Костюм бавовняний (Халат бавовняний)	12
Головний убір	12
Чоботи гумові	12
Рукавиці комбіновані	До зносу
Жилет утеплений	12

Для захисту оператора машинного доїння від уражень електричним струмом під час аварійного замикання на землю чи корпус обладнання під час пошкодження ізоляції передбачено захисний вимикач, який спрацьовує через 0,2 сек після замикання та заземлення електродвигуна [67]. Крім того, між вакуумнасосом (привід від електродвигуна) та вакуумпроводом встановлено діелектричну вставку.

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

#### **4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів**

Перед початком роботи необхідно перевірити придатність до експлуатації і застосування засобів індивідуального захисту, прийняти душ і надіти спецодяг і інші захисні засоби. Підготувати робоче місце, прибрати сторонні предмети і все, що може перешкоджати безпечного виконання робіт, звільнити проходи і місця складування. Перевірити справність доїльних апаратів, механізмів відкривання дверей доїльних верстатів, захисних огорожень, засобів сигналізації, системи освітлення. Оператор повинен перевірити справність доїльних апаратів, їх комплектність. Оглянути доїльну гуму. Несправна доїльна гума викличе у корів больові відчуття і неспокій, яке може стати причиною травмування оператора. Перевірити величину робочого вакууму в піддійковій камері і частоту пульсацій в апараті, які повинні відповідати вимогам експлуатаційної документації. Перевірити лінії вакуум і молокопроводів. Перед початком робіт оператор повинен додатково промити все молочне устаткування, доїльні апарати, лінію молокопроводів і весь молочний інвентар. Миття молочного обладнання проводити за допомогою спеціальних миючих розчинів. Обполоснути доїльні апарати гарячою водою. У холодний період при низькій температурі доїльні стакани підігріти в гарячій воді (45-50 ° C). При роботі оператор повинен стежити, щоб під час дезінфекції і миття молочного обладнання вода і розчини не потрапляли на електроапаратуру та інше обладнання. Оператор повинен вивчити клички, вік, темперамент закріплених корів. Перевірити наявність попереджувальних написів на зовнішній стороні стійл, де знаходяться корови зі злим і неспокійним норовом. Оглянути поголів'я тварин в приміщенні, переконається, що всі тварини знаходяться в боксах або надійно прив'язані. Переконається, що прив'язь у корів не закручена і не стискає шию тварин, при виявленні хворих і

слабких тварин повідомити про них ветлікаря. Не допускати до машинного доїння хворих на мастит і потребують лікування корів. При виявленні слизьких поверхонь вжити заходів до усунення ковзання. Виявлені порушення вимог з охорони праці повинні бути усунені до початку робіт. При неможливості усунути порушення оператор зобов'язаний повідомити про недоліки в забезпеченні охорони праці керівнику робіт і до їх усунення до роботи не приступати.

Поводження з тваринами має бути спокійним і впевненим, але не грубим. Принести відро з теплою (40-45 ° С) водою, м'яку еластичну губку або тканину для обмивання вимені, доїльні апарати і поставити їх в місці, недоступному для тварин. Підготувати корів до доїння, не викликаючи у них неприємних відчуттів, обумовлених механічними та термічними подразниками (сильне натискання, гаряча або холодна вода і т.п.). При підготовці вимені до доїння забороняється підлазити під тулуб тварини. Переконатися, що корови прив'язані і спокійно стоять на своїх місцях. Виконати підготовчі операції в такій послідовності: обмити, витерти, зробити масаж вимені, здоїти перші цівки молока, надіти доїльні стакани на соски вимені. Не порушувати послідовності і безперервності проведення технологічних операцій. Порушення послідовності проведення підготовчих операцій викликає занепокоєння і больові відчуття у корови і вона може травмувати оператора. При доїнні хвіст корови фіксується до тазової кінцівки тварини за допомогою легкознімного ремня. Доїння корів з хворим вим'ям (мастит, травми дійок) проводити за допомогою катетера. Оператор повинен бути особливо уважним і обережним при надяганні доїльних апаратів на дійки полохливих і неспокійних тварин. Під час доїння не відволікатися і не відволікати інших сторонніми розмовами. Після закінчення віддачі молока негайно і без ривків зняти доїльні стакани з дійок вимені, не перетримувати доїльний апарат на дійках вимені корови, так як це викличе больові відчуття і неспокій, що може призвести до травмування. При роботі на доїльному залі типу «Ялинка» не заходити до групового станка, якщо в ньому знаходяться корови. Чи не стояти в дверях, не проходити і не виходити з доїльного залу, якщо корів впускають в доїльну залу або випускають з неї. Чистку тварин проводити в за-

фіксованому стані відповідними пристосуваннями (пилососи, щітки, скребла), а підлогу стійл скребками з держакон, що забезпечує виконання роботи на безпечній відстані від тварини. Забороняється допускати на своє робоче місце сторонніх осіб, самостійно проводити ремонт обладнання, доторкатися до струмоведучих частин обладнання, електророзподільних щитів, шаф, арматури загального освітлення.

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

#### **Оператор зобов'язаний:**

- дотримуватися Правил внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати лише ту роботу, яка доручена безпосереднім керівником;
- знати і вдосконалювати методи безпечної роботи;
- дотримуватися технологію виробництва робіт, застосовувати способи, що забезпечують безпеку праці, встановлені в інструкціях з охорони праці;
- використовувати інструмент, пристосування, інвентар за призначенням, про їхню несправність повідомляти керівнику робіт;
- знати відповідно до кваліфікації будову доільних установок і принцип їх роботи;
- знати, де перебувають і вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;

- негайно повідомити керівника робіт про будь-якій ситуації, яка загрожує життю або здоров'ю працюючих і оточуючих, нещасний випадок, що стався на виробництві;
- пройти відповідну теоретичну і практичну підготовку і вміти надавати долікарську медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків;
- при необхідності забезпечувати доставку (супровід) потерпілого до закладу охорони здоров'я;
- дотримуватися правил особистої гігієни;
- відповідно до характеру виконуваної роботи правильно використовувати надані йому засоби індивідуального захисту, а в разі їх відсутності або несправності повідомити про це безпосереднього керівника.

**Оператору заборонено** появу на робочому місці в стані алкогольного, наркотичного та токсичного сп'яніння, а також розпивання спиртних напоїв, вживання наркотичних, токсичних і психотропних речовин в робочий час і за місцем роботи. Палити дозволяється тільки в спеціально обладнаних місцях. Не допускається куріння в невстановлених місцях і користування відкритим вогнем. Оператор зобов'язаний сприяти і співпрацювати з наймачем у справі забезпечення здорових і безпечних умов праці, негайно сповіщати свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу наймача про несправності устаткування, інструменту, пристосувань, транспортних засобів, засобів захисту, про погіршення стану свого здоров'я.

#### **4.4 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях**

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



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

- прийняти можливі заходи щодо евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей;

- відключити від електромережі закріплене електрообладнання;

- приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежо-гасіння;

- повідомити безпосереднього керівника і оповістити оточуючих співробітників;

- при загальному сигналі небезпеки покинути будівлю.

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

- викликати по телефону пожежну охорону;

- негайно сповістити своїх підлеглих та інших працівників;

- повідомити про пожежу особи, відповідальної за пожежну безпеку на об'єкті;

- вжити заходів з надання допомоги в гасінні пожежі, евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей.

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

- продублювати повідомлення про виникнення пожежі в пожежну охорону і довести до відома власника майна (генеральний директор, засновник);

- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування, використовуючи для цього наявні сили і засоби;

- при необхідності відключити електроенергію, виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі і задимлення приміщень будівлі;

- припинити всі роботи в будівлі, крім робіт, пов'язаних із заходами щодо ліквідації пожежі;

- видалити за межі небезпечної зони всіх сторонніх працівників, які не беруть участі в локалізації пожежі;

- здійснити загальне керівництво з гасіння пожежі до прибуття підрозділу пожежної охорони;
- забезпечити дотримання вимог безпеки працівниками, які беруть участь в гасінні пожежі;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист тварин і матеріальних цінностей;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони і надати допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі.

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

#### **4.5 Висновки**

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

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

### 5.1 Вихідні дані

Техніко-економічну оцінку розробленого доїльного апарата проводили порівнянням його показників з серійним доїльним апаратом попарної дії Milkline ML/L80 (Італія), який слугував прототипом. При цьому річне навантаження на доїльний апарат визначали за умови його роботи у складі доїльної зали Herringbone milking parlours (ялинка) при роботі у дві зміни (2 доїння). Технічні характеристики розробленого доїльного апарата визначали на підставі даних, отриманих в результаті досліджень, а для існуючого варіанта - взяті з технічної характеристики. Вихідні дані для розрахунку зводимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку техніко-економічних показників

Показник	Варіанти	
	Milkline ML/L80	розробка
Середній річний надій на 1 корову (голштинська порода), кг	8000	8000
Середній за лактацію разовий надій на 1 корову при дворазовому доїнні, кг	13,11	13,11
Час роботи установки в режимі «доїння» протягом зміни, год	5,8	5,8
Продуктивність доїльного апарата (пропускна здатність доїльного місця), гол/год.	5,0	5,2
Продуктивність доїльного апарата, гол/зміну	29	30

Річний об'єм робіт, доїнь	21170	21900
---------------------------	-------	-------

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Річний об'єм робіт, т молока	277,5	287,1
Потужність приводу, що витрачається на забезпечення витрати повітря доїльним апаратом, кВт	0,75	1,1
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1
Балансова вартість, грн.	4250	4250
Вкладення в дообладнання, грн.	-	2850

## 5.2 Визначення питомих експлуатаційних витрат

Питомі експлуатаційні витрати розраховуємо за виразом

$$\Pi = \Pi_3 + \Pi_a + \Pi_T + \Pi_e, \text{ грн./т.} \quad (5.1)$$

де  $\Pi_3$  – питомі експлуатаційні витрати на виплату обслуговуючому персоналу заробітної плати, грн./т;

$\Pi_e$  – питомі витрати на електроенергію, грн./т;

$\Pi_a$  – питомі амортизаційні відрахування, грн./т;

$\Pi_T$  – питомі витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання, грн/т.

Питомі експлуатаційні витрати на заробітну плату визначимо з виразу

$$\Pi_3 = \frac{n \cdot f \cdot \delta \cdot t_p \cdot z \cdot T}{B}, \text{ грн./т} \quad (5.2)$$

де  $n$  – чисельність обслуговуючого персоналу, люд. (табл. 5.1);

$f$  – годинна тарифна ставка одного працівника, грн./год. Мінімальна заробітна плата, з початку 2020 року, складає у місячному розмірі – 5000 грн., у погодинному розмірі – 29,20 гривень, тому приймаємо  $f = 29,20$  грн./год.;

$\delta = 1,22$  – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

$t_p$  – час роботи протягом зміни, год. (табл. 5.1);

$z$  – кількість змін на добу (табл. 5.1);

$T$  – час роботи протягом року, діб.

$V$  – річний об'єм робіт доїльного апарата, т/год. (табл. 5.1).

За формулою (5.2) за варіантами маємо

базовий

$$P_{з.б} = \frac{1 \cdot 29,20 \cdot 1,22 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 365}{277,5} = 543,54 \text{ грн./т.}$$

розробка

$$P_{з.е} = \frac{1 \cdot 29,20 \cdot 1,22 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 365}{287,1} = 525,36 \text{ грн./т.}$$

Питомі витрати на енергоресурси визначимо за формулою

$$P_e = \frac{N \cdot c_e \cdot t_p \cdot z \cdot T}{V}, \quad (5.3)$$

де  $N$  – потужність приводу, що витрачається на забезпечення витрати повітря доїльним апаратом, кВт, кВт.

$c_e = 2,1$  грн/кВт·год. – вартість електроенергії.

Тоді за (5.6) маємо за варіантами:

базовий

$$P_{e.б} = \frac{0,75 \cdot 2,1 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 365}{277,5} = 24,03 \text{ грн./т};$$

розробка

$$P_{e.e} = \frac{1,1 \cdot 2,1 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 365}{287,1} = 34,06 \text{ грн./т.}$$

Питомі амортизаційні відрахування підраховуємо за формулою

$$P_a = \frac{\alpha \cdot B \cdot K}{B}, \text{ грн./т} \quad (5.4)$$

де  $B$  – балансова вартість доїльного апарата, грн. Для проектного варіанту – сума балансової вартості та вкладень в переобладнання.

$\alpha$  – нормований коефіцієнт відрахувань, для доїльного обладнання – 0,25.

$K$  – коефіцієнт використання засобів механізації, який розраховують за формулою:

$$K_g = \frac{t_p}{t_z}, \quad (5.5)$$

де  $t_p$ ,  $t_{zm}$  – відповідно час роботи протягом зміни та тривалість зміни, год;

Приводимо коефіцієнт використання засобів механізації до 1 години при однозмінній роботі протягом року.

$$K_g = \frac{5,8}{8} = 0,725.$$

Тоді за формулою (5.4) маємо за варіантами базовий

$$P_{аб} = \frac{0,25 \cdot 4250 \cdot 0,725}{277,5} = 2,76 \text{ грн./т};$$

розробка

$$P_{ан} = \frac{0,25 \cdot (4250 + 2850) \cdot 0,725}{287,1} = 4,48 \text{ грн./т.}$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування техніки обчислюють за виразом

$$P_a = \frac{\beta \cdot B \cdot K}{Q}, \text{ грн./т} \quad (5.6)$$

де  $\beta$  – нормований коефіцієнт відрахувань на ТО та ремонт, для доїльного обладнання – 0,20.

Тоді з ( 5.6) за варіантами маємо базовий

$$P_{ТОб} = \frac{0,20 \cdot 4250 \cdot 0,725}{277,5} = 2,22 \text{ грн./т};$$

розробка

$$P_{ТОн} = \frac{0,25 \cdot (4250 + 2850) \cdot 0,725}{287,1} = 3,58 \text{ грн./т.}$$

Загальні питомі експлуатаційні витрати (5.1) за варіантом складуть: базовий

$$P_6 = 543,54 + 24,03 + 2,76 + 2,22 = 572,55 \text{ грн./т};$$



розробка

$$\Pi_{\text{п}} = 525,36 + 34,06 + 4,48 + 3,58 = 567,48 \text{ грн./т}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні удосконаленого доїльного апарата:

$$ЕП = \Pi_{\text{б}} - \Pi_{\text{п}} = 572,55 - 567,48 = 5,07 \text{ грн./т.} \quad (5.7)$$

Економія експлуатаційних витрат:

$$ЕЕ = ЕП \cdot P = 5,07 \cdot 287,1 = 1455,59 \text{ грн.,} \quad (5.8)$$

де  $P$  – річний об'єм робіт, т.

Строк окупності додаткових капітальних вкладень в переобладнання доїльного апарата можна визначити наступним чином:

$$T = \frac{ПВ}{ЕЕ}, \text{ роки} \quad (5.9)$$

де  $ПВ$  - вкладення в переобладнання, грн.

$$T = \frac{1250}{1455,59} = 1,95 \text{ роки.}$$

Усі показники техніко-економічної оцінки розробленого доїльного апарата зведемо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Показники техніко-економічної оцінки розробленого доїльного апарата

Показники	Варіанти		Проектований у % до базового
	Milkline ML/L80	розробка	
1	2	3	4
Середній річний надій на 1 корову (голштинська порода), кг	8000	8000	100,0
Середній за лактацію разовий надій на 1 корову при дворазовому доїнні, кг	13,11	13,11	100,0
Продуктивність доїльного апарата (пропускна здатність доїльного місця), гол/год.	5,0	5,2	104,0
Продуктивність доїльного апарата, гол/зміну	29	30	103,4
Річний об'єм робіт, доїнь	21170	21900	103,4
Річний об'єм робіт, т молока	277,5	287,1	103,5
Потужність приводу, що витрачається на забезпечення витрати повітря доїльним апаратом, кВт	0,75	1,1	146,7
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1	-
Балансова вартість, грн.	4250	4250	-
Вкладення в переобладнання, грн.	-	2850	-
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	572,55	567,48	99,1
в т. ч.: заробітна платня	543,54	525,36	96,7
витрати на електроенергію	24,03	34,06	141,7

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4
амортизаційні відрахування	2,76	4,48	162,3
витрати на ТО та ремонт	2,22	3,58	161,3
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1455,59	-
Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	1,95	-

### 5.3 Висновки

Економічна оцінка розробленого доїльного апарата в порівнянні з апаратом Milkline показала, що він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності, що призводить до збільшення пропускної здатності доїльного місця, а, отже витрат на заробітну платню. При цьому економія експлуатаційних витрат склала 1455,99 грн., а строк окупності вкладень в переобладнання – 1,95 року. Якщо брати використання розробленого доїльного апарата у складі доїльної зали, наприклад «Паралель» на 44 доїльних місця, яка в ПрАТ «Агро-Союз», то річна економія експлуатаційних витрат процесу доїння складе 64063,56 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Неадекватність дій сучасних доїльних апаратів фізіології тварини є причиною недостатньої ефективності машинного доїння і захворюваності корів на мастит. Найбільш широке застосування знайшли двотактні доїльні апарати вітчизняного та імпортного виробництва. Однак вони мають конструктивні і технологічні недоліки. Отже, потрібне створення такого доїльного апарату, який би забезпечував високу швидкість і безпеку доїння і відповідав не тільки техніко-технологічним вимогам, але і фізіологічним особливостям тварини. Крім того, доїльний апарат повинен викликати у корови під час доїння збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі впливами, що імітують фізіологічні параметри тварини, що забезпечує повне виведення молока з вимені, а також виключає патологічний (шкідливий) вплив вакууму на молочну залозу корови під час доїння.

2. Підтверджено, що продуктивність доїльного апарату залежить від коефіцієнта тактності, який для двотактних доїльних апаратів становить 0,7, тому для підвищення ефективності машинного доїння корів перспективно створення апарату безперервного доїння ( $k_T = 1$ ), що забезпечує необхідну стимуляцію молоковіддачі. Теоретично встановлено, що тиск доїльної гуми на дійку залежить від її конструктивних параметрів: довжини і товщини гуми в робочому положенні, її внутрішнього і зовнішнього радіуса і натягу в доїльному стакані, а також фізико-механічних властивостей матеріалів: коефіцієнтів об'ємної пружності дійки вимені корови і гуми, що визначається за формулою. При вакууметричному й надлишковому тисках  $p_v = 40-42$  кПа забезпечується відповідний зоотехнічним вимогам тиск на дійку  $p = 10-15$  кПа.

3. Проведені лабораторні експериментальні дослідження доїльного апарату безперервного доїння дозволяють зробити наступні висновки. При обробці результатів багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії для ви-

значення продуктивності доїльного апарату в залежності від режимних параметрів. При табличному значенні F-критерію Фішера, 6,94 розрахункове значення дорівнює 0,019. За допомогою обробки даних встановлено такі раціональні режимні параметри доїльного апарату безперервного доїння: вакуумметрическое тиск – 42,8 кПа, частота пульсацій вакууму - 1,44 Гц, співвідношення тактів ссання і стиску - 70/30.

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

5. Економічна оцінка розробленого доїльного апарата в порівнянні з апаратом Milkline показала, що він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності, що призводить до збільшення пропускну здатності доїльного місця, а, отже витрат на заробітну платню. При цьому економія експлуатаційних витрат склала 1455,99 грн., а строк окупності вкладень в переобладнання – 1,95 року. Якщо брати використання розробленого доїльного апарата у складі доїльної зали, наприклад «Паралель» на 44 доїльних місця, яка в ПрАТ «Агро-Союз», то річна економія експлуатаційних витрат процесу доїння складе 64063,56 грн.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Бондаренко В. М. Розвиток ефективного виробництва молока та його промислової переробки в Україні / В. М. Бондаренко // Економіка АПК. – 2008. – № 5. – С. 61–64.
2. Машина для тваринництва та птахівництва. Серія Сільськогосподарська техніка – XXI: посібник / За ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельніка. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009. – 207 с.
3. Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока: монографія: Монографія / М. М. Луценко, В. В. Іванишин, В. І. Смоляр – К. : Видавничий центр «Академія», 2005. – 192 с. – ISBN 966-580-209-7.
4. Барышников, И.А. Физиологические механизмы машинного доения [Текст] / И.А. Барышников. - М.-Л.: Наука, 1964. - 105 с.
5. Алієв Ельчин Бахтияр огли. Підвищення ефективності експлуатації вакуумної системи молочно-доїльного обладнання: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Алієв Ельчин Бахтияр огли. – Запоріжжя, 2012. – 177 с.
6. Заболотько О.О. Парно-комбінований спосіб доїння корів [Текст] / О.О. Заболотько // Наук. вісник НАУ. – 2005. – Вип. 73. – С. 215– 220.
7. Заболотько О.О. Дослідження процесу виведення молока доїльними апаратами / О.О. Заболотько // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2005. – Вип. 7. – С. 102-106.
8. Заболотько О.О. Чи купувати доїльні апарати [Текст] / О.О. Заболотько // Газета «Порадниця» – 2005. – № 45 (455). – С. 3.
9. Заболотько О.О. Виробнича перевірка доїльних апаратів з різними режимами роботи керуючої ланки [Текст] / О.О. Заболотько, В.М. Демченко// Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К. – 2015. – Вип. 212/2. – С.203-209

10. Залыгин А.Г. Исследование дозирования комбикормов при раздаче. В сб.: Исследование и конструирование машин для животноводства и кормопроизводства. труды ВНИИживмаш, вып. 6, -К.: 1981. с. 85-87.

11. Звиняцковский В.Г. Влияние жесткости сосковой резины на процесс доения // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1971. - № 6. – С 21-23.

12. Карташов Л. П. Машинное доение коров / Л. П. Карташов, Ю. Ф. Куранов. – М.: Высш. шк., 1980. – 223 с.

13. Карташов Л. П. Машинное доение коров / Л. П. Карташов. – М. : Колос, 1982. – 301 с.

14. Королев В. Ф. Доильные машины / В. Ф. Королев. – М. : Машиностроение, 1969. – 277 с.

15. Королев В. Ф. Попытки усовершенствовать доильные машины / В. Ф. Королев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1972. – № 8. – С. 23-26.

16. Королев В. Ф. Сравнительная оценка доения аппаратами различной конструкции / В. Ф. Королев // Физиологические механизмы машинного доения. – М. ; Л. : Наука, 1964. – С. 90-98.

17. 85. Ліщинський С.П. Взаємозв'язок робочих параметрів доїльного апарата [Текст] / С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Зб. наук. праць НАУ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – К. – 1997. – Том 3. – С. 145-149.

18. Ліщинський С.П. Результати оцінки техніко-економічних показників використання обладнання для доїння і охолодження молока [Текст] / С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Науковий вісник НУБіП України, серія "Техніка і енергетика АПК". – 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 272– 280.

19. Ліщинський С.П. Рейтинг доїльних установок [Текст] / С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Міжвідомчий тематичний науковий збірник – Глеваха. – 2010. – Вип. 84. – С. 172– 177

20. Любін Н. А. Фізіологія лактації. Фізіологічні основи машинного доїння корів / Н. А. Любін – К. : УГСХА, 2004.

21. Матвеев С. В. О процессе сосания молока теленком / С. В. Матвеев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976. – № 11. – С. 24-25.

22. Машинне доїння корів і первинна обробка молока: Посібник для підготовки кадрів масових професій / А. І. Фененко, С. П. Москаленко, В. Д. Роговий, К. Ф. Слободяник ; за ред. А. І. Фененка. – К. : Урожай, 1984. – 22 с.

23. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследовании сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Роцин. – Л.: Колос, 1972. – 200 с.

24. Ніщенко І. О. Визначення параметрів мембрани пульсатора доїльного апарата / І. О. Ніщенко, С. М. Баранович // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2007. – №11. – С. 95-98.

25. Новикова Р. И. Влияние пониженного уровня вакуума доильного аппарата на генерацию нервных импульсов в рецепторах сосков / Р. И. Новикова // VI Всесоюзный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных: тез. докл. – М., 1983. – Ч. 1. – С. 57-58.

26. Оберемченко А. И. Исследование динамических процессов доильных машин с целью обоснования оптимальных параметров вакуумных установок / А. И. Оберемченко // Физиологические основы машинного доения. – Боровск, 1974. – С. 154-156.

27. Петухов Р.С. Влияние изменения частоты пульсов доильного аппарата на молоковыделение и состояние вымени коровы // В сб.: Физиологические основы машинного доения коров. – Боровск, 1974. – С. 148- 151.

28. Петруша Е. З. Особенности молокоотдачи в отдельных долях вымени коровы при различных режимах подготовки к доению / Е. З. Петруша // VI Всесоюзный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных : тез. докл. – М., 1983. – Ч. 1. – С. 63-64.



29. Петухова Р. С. Влияние изменения частоты пульсации доильного аппарата на молоковыведение и состояние вымени коровы / Р. С. Петухова, Э. М. Желтоватых // Физиологические основы машинного доения. – Боровск, 1974. – С. 148-149.

30. Правила машинного доїння корів / [А. І. Фененко, С. П. Москаленко, М. А. Остапенко та ін.]. – К. : Національний науковий центр „ІМЕСГ”, 2004. – 37 с.

31. Ревенко І.І. Обґрунтування режиму роботи доїльного апарата [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Науковий вісник НАУ. – 1998. – Вип. 20. – С. 51– 54.

32. Ревенко І.І. Експериментальне визначення параметрів доїльного апарата попарно-комбінованого типу [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів – 1999. – С. 351– 354.

33. Ревенко І.І. Визначення режимів роботи доїльного апарата попарно-комбінованого типу [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Науковий вісник НАУ. – 2000. – Вип. 33. – С. 297– 300.

34. Ревенко І.І. Аналіз режимів роботи доїльного апарата попарнокомбінованої дії [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Вісник ХДТУСГ. – Харків. — 2001. – Вип. 8. – С. 98 – 101

35. Ревенко І.І. Дослідження процесу виведення молока доїльними апаратами [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів – 2003. – Вип. 7. – С. 102– 106.

36. Ревенко І.І. Результати виробничої перевірки доїльних апаратів зрізними режимами роботи [Текст] / І.І. Ревенко, С.П. Ліщинський, О.О. Заболотько // Вісник ХДТУСГ. – Харків. — 2003. – Вип. 21. – С. 434 – 437

37. Римар Д. О. Покращення процесу доїння за рахунок удосконалення конструктивної схеми доїльного апарата / Д. О. Римар // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського го-

сподарства України : зб. наук. праць. – Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2005. – Вип. 8 (22), кн. 2. – С. 27-33. 135

38. Рязанкин К. Г. Характеристика соотношений в работе отдельных долей и всего вымени коров в связи с воздействием внешних условий : дис. ... канд. биол. наук / К. Г. Рязанкин. – М., 1955. – 130 с.

39. Свирень Н. О. Приложение законов гидродинамики к особенностям пневматических высевающих аппаратов / Н. О. Свирень, Н. Н. Петренко // Збірник наукових праць Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування : Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 1998. – № 2. – С. 177-180.

40. Сержане М. К. Изменение выведения молока и молочного жира, начиная доение в разных стадиях молокоотдачи / М. К. Сержане // Труды Латвийской сельскохозяйственной академии. – Елгава, 1970. – Вып. 27. – С. 89-93

41. Фененко А. И. Конструктивные особенности и эксплуатация молочной линии для доения коров / А. И. Фененко // Техника в сельском хозяйстве. – 1965. – Ч. 2. – С. 21-25. 208

42. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика : монографія / А. І. Фененко. – К., 2008. – 198 с.

43. Физиологические основы машинного доения // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. – Боровск, 1972. – 220 с.

44. Hanel A. Doppelpulsleitungen mim Zentralpulsator - Untersuchungen über leitung-stangen, Leitungsguerschnite und Tarktzanlen / A. Hanel // Deutsche Agrartechnik. – 1966. – N 7. – S. 307-308.

45. Hoffmann H.W. Ein neues Verfahren zum Abschalten der Melkzeuge gegen ende des Meltaktes / Hoffmann H.W., Wehowsky G. // Deutsche Agrartechnik. – 1966. – N 5. – S. 242-243.

46. Larsson M. Triovak 600 : Nytt mjolkkningsystem from Alfa-Laval / M. Larsson // Tractor Joumai. – 1983. – Vol. 35, № 6. – P. 30-31. 209

47. Milk flow patterns and machine milking // Traus. ASAE. St. Joseph Michigan. – 1980. – 5.23. – P. 1283-1286.

48. Соломатин П.И. Исследование и обоснование параметров работы вакуумных насосов доильных установок в высокогорных условиях: Автореф. дис. канд. тех. наук / П.И. Соломатин. – Алма-Ата, 1982. – 28 с.

49. Алиев Э.Б. Новый подход к техническому сервису доильных установок / Э.Б. Алиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 201 – № 45. – С. 271-277.

50. Гуков А.П. Обоснование режимов работы и параметров ротационного пластинчатого вакуумного насоса с вращающимся корпусом для доильных установок. Автореф. канд. тех. наук / А.П. Гуков. – Зеленоград, 2002. – 19 с.

51. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 42 p.

52. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.

53. Алієв Е.Б. Теоретичне дослідження впливу технічних параметрів доїльної установки на швидкість молоковіддачі / Е.Б. Алієв // Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2011. – Вип. 108. – С. 92-98.

54. Алієв Е.Б. Теоретична оцінка показників надійності вакуумної системи доїльні установки / Е.Б. Алієв, Т.А Похальчук // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки: Луганський національний аграрний університет – Луганск, 2011. – Вип. 29. – С. 57-65.

55. Красовский Г.И. Планирование эксперимента: учеб. пособие / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Мн. : Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.

56. Уиттлстоун, У.Г. Принципы машинного доения [Текст] / У.Г. Уиттлстоун. - М.: Колос, 1964. - 197 с.

57. Мельников В.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / В.В. Мельников, В.Р. Алёшкин, П.М. Рошин. – Л.: Колос, 1972. – 194 с.

58. Кирсанов, В.В. Оптимальный режим регулирования вакуума в доильном аппарате [Текст] /В.В. Кирсанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2002, № 8. - С. 16-18.

59. Аналіз конструкцій елементів регуляторів вакуумметричного тиску доїльних установок / С. Кондур // Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму, 19-20 вер. 2006р. – Львів, 2005.- С. 282-285.

60. Сиротюк В.М. Обґрунтування параметрів ресурсощадного доїльного апарата з однокамерними доїльними стаканами / В.М. Сиротюк, С.В. Сиротюк, М.І. Магац // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.- 2008.-№12.- С534-538.

61. Аналіз розвитку молоко вакуумних систем доїльних установок / А. Фененко, В. Дмитрів // Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму, 19-20 вер. 2006р. – Львів, 2005.- С. 80-90.

62. Клау П.А. Стационарные молокопроводы и устройства для слива молока [Текст] / П.А. Клау, К.К. Тиэл // Механизация сельского хозяйства. - 1964. - № 3.

63. Сайт фірми DeLaval [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.delaval.ru/>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. рос.

64. Закон України "Про охорону праці"

65. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація

66. Об'єкт підвищеної небезпеки // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] - К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2002. - Т. 4 : Н - П. - 720 с. - ISBN 966-7492-04-4.

67. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.

68. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок

69. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.

70. Захарченко М.В., Орлов М.В., Голубев А.К. та ін. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництва, побуту та у надзвичайних ситуаціях: Навчальний посібник. – К.: ІЗМИ, 1996. – 196 с.

71. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. – К.: Здоров'я, 1995. – 232 с.

72. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини. Навчальний посібник. Львів: Бескід Біт, 2005. – 304 с

# ДОДАТКИ



**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

## **Підвищення ефективності роботи двотактного доїльного апарата попарної дії**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгМ-2-19  
Алексєєв Олександр Сергійович

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

Дніпро 2020



## МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Мета досліджень:* підвищення ефективності доїльного апарату попарної дії шляхом забезпечення можливості безперервного доїння.

Для виконання зазначеної мети поставлені завдання дослідження:

1. Визначити напрямки вдосконалення доїльних апаратів і розробити конструктивно-технологічну схему удосконалення доїльного апарату;
2. Теоретично обґрунтувати конструктивно-режимні параметри удосконаленого доїльного апарату;
3. Розробити методику експериментальних досліджень і оптимізації параметрів розробленого доїльного апарата та провести його лабораторні випробування.
4. Провести оцінку удосконаленої розробленого доїльного апарата з точки зору охорони праці.
5. Провести техніко-економічну оцінку розробленого доїльного апарата

*Об'єкт досліджень* - робочий процес доїльного апарату попарної дії безперервного доїння.

*Предмет дослідження* - закономірності зміни технологічних показників доїльного апарату в залежності від його конструктивно-режимних параметрів.

## АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

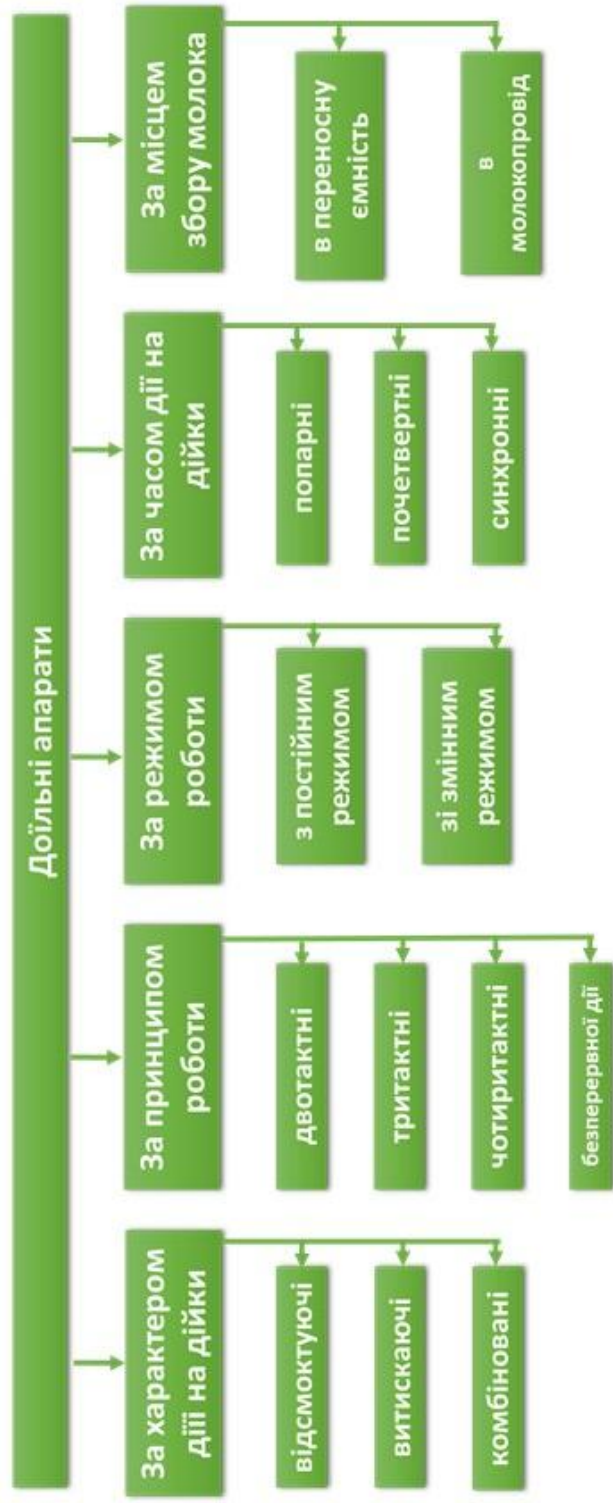


Рисунок 1 – Класифікація доїльних апаратів

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

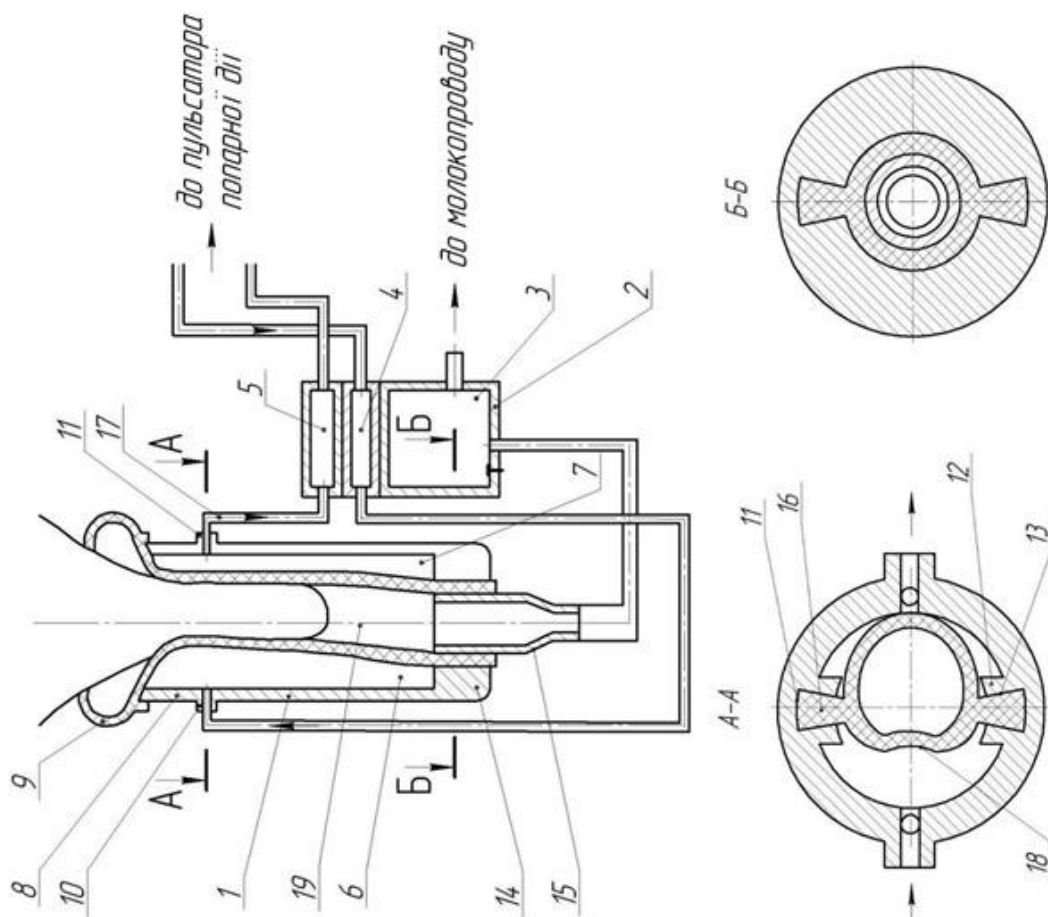
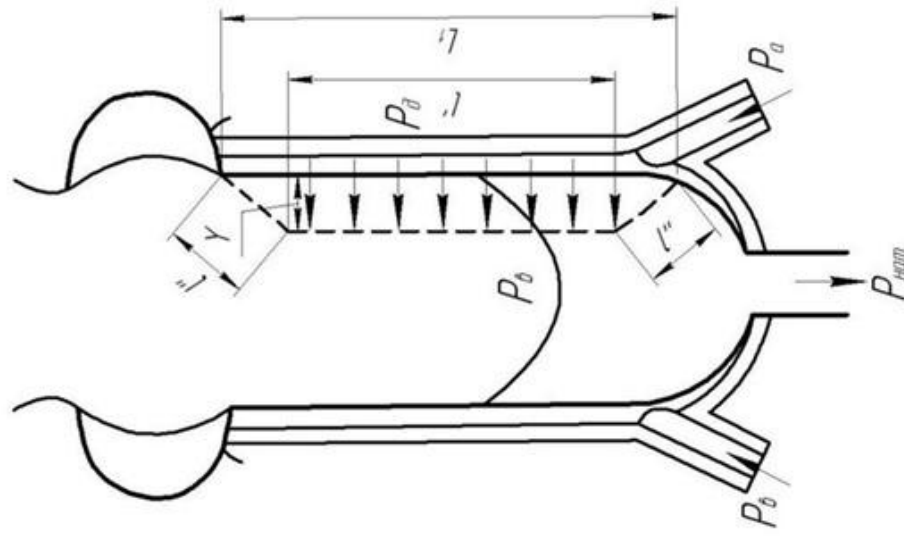


Рисунок 2 - Схема доїльного апарату: 1 - доїльні стакани; 2 - колектор; 3 - молочна камера; 4,5- розподільні камери; 6,7 - міжстіні камери; 8 - гільза; 9 - дійкова трубка; 10, 11 - повітряні патрубки; 12 - поздовжні виступи; 13 - трапецеїдальні проточки; 14 - потовщений бурт; 15 - оглядовий конус; 16 - трапецеїдальні ребра; 17 - шланги; 18 - увігнуті ділянки, що копіюють положення язика теляти в момент смоктання молока; 19 – піддійкова камера

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Тиск на діюку визначається за формулою

$$P_c = k \left[ y(L_1/2) + b_1 \left( \frac{P_n}{2E\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{1}{2L_1} \int_0^{L_1} \sqrt{1 + y'(x)^2} dx - 0,5 \right) \right]$$

де  $R_1$  і  $R_2$  - відповідно внутрішній і зовнішній радіуси доїльної гуми, м;

$L_1$  - довжина балки (довжина дійкової гуми в робочому положенні, тобто під дією натягу в доїльному стакані), м;

$y$  - просадка основи (прогин гуми), м;

$k_0$  - постійний для даної основи коефіцієнт, Н/м<sup>3</sup>.

Довжина і товщина нерозтягнутої доїльної гуми відповідно  $L = 0,13$  м і  $b_1 = 0,0025$  м, сила натягу -  $P_n = 60$  Н,  $E = 2,15 \cdot 10^6$  Па,  $R_1 = 0,028$  м,  $R_2 = 0,023$  м.

Рисунок 3 - Схема до визначення тиску доїльної гуми на діюку

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

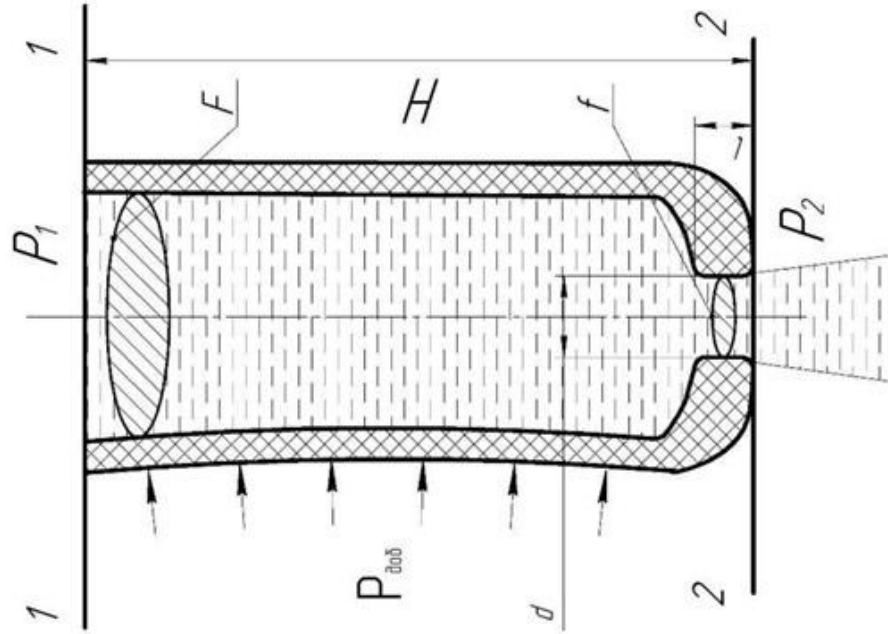


Рисунок 4 - Схема до визначення швидкості виведення молока на виході з діжки при її односторонньому стиску

Об'єм молока, виведеного з молочної цистерни в одиницю часу, знаходимо з виразу

$$Q = f \sqrt{\frac{2(P_u + P_e + P_{доб} + \rho g H)}{\rho}} \cdot l / d - f / 2F - f^2 / F^2$$

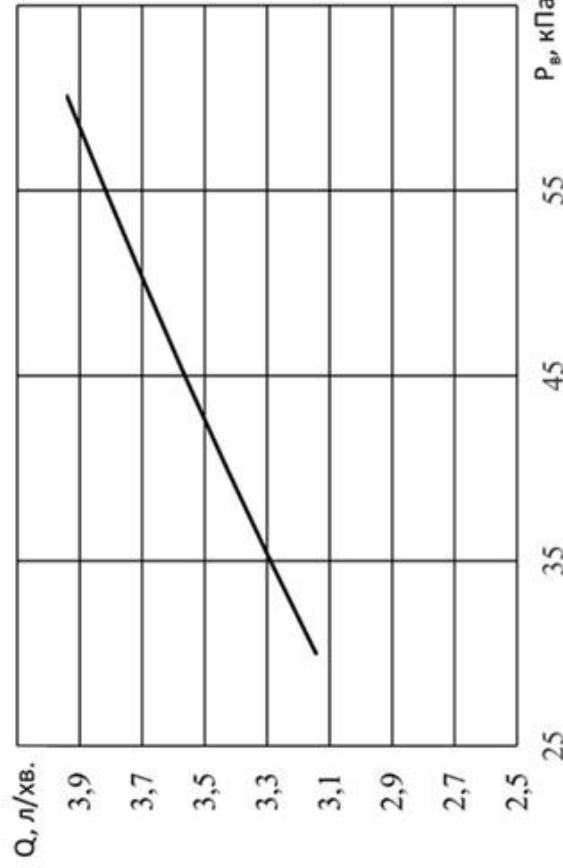


Рисунок 5 - Залежність об'єму молока, що виводиться з молочної цистерни від вакууму

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

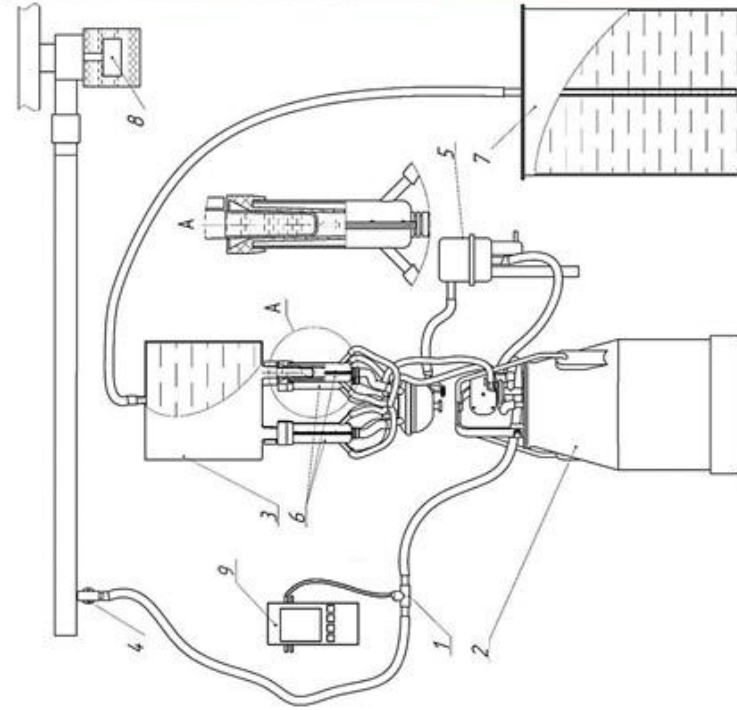


Рисунок 6 – Загальний вигляд стенду для визначення продуктивності доїльного апарату безперервного доїння: 1 - трійник; 2 - доїльний апарат; 3 - стенд штучне вим'я; 4 - кран; 5 - лічильник молока УЗМ; 6 - доїльні стакани; 7 - резервуар; 8 - регулятор вакууму; 9 – тестер доїльних установок (розробка каф. МВПТ)

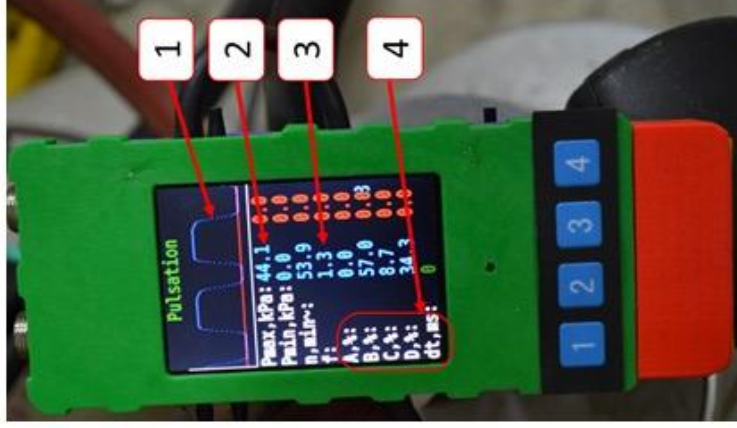
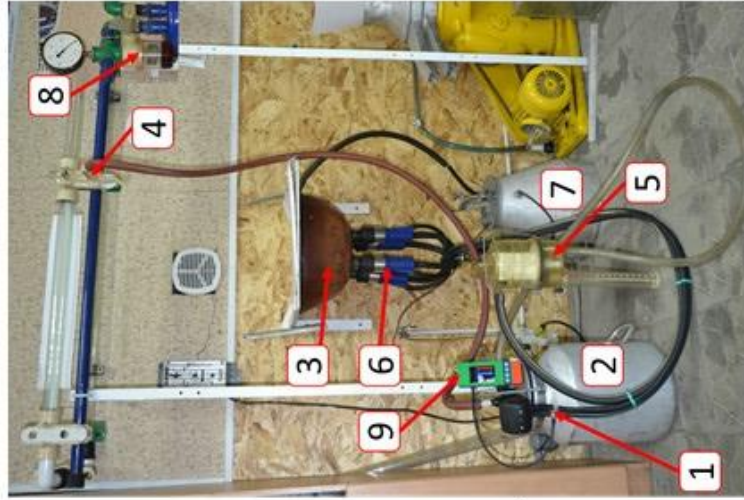


Рисунок 7 - Тестер доїльних установок : 1 – пульсограма роботи пульсатора; 2 – робочий вакууметричний тиск; 3 – частота пульсацій; 4 – співвідношення перехідних фаз одного циклу пульсації

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Таблиця 1 - Матриця плану 2<sup>3</sup> проведення експерименту

Рівень і інтервал варіювання	Фактори			Критерій	
	Величина робочого вакуумметричного тиску P, кПа	Частота пульсацій вакууму f, Гц	Продуктивність зі співвідношенням тактів 60/40 Q, л/хв	Продуктивність зі співвідношенням тактів 70/30 Q, л/хв	Y
	X1	X2	Y	Y	Y
<b>Верхній рівень (+)</b>	52	1,5	-	-	-
<b>Середній рівень (-)</b>	42	1,25	-	-	-
<b>Нижній рівень (-)</b>	32	1,0	-	-	-
<b>Інтервал варіювання</b>	10	0,25	-	-	-
1	-	-	-	2,3	2,61
2	-	0	-	2,1	2,95
3	-	+	-	1,8	3,26
4	0	-	-	2,66	2,98
5	0	0	-	2,4	3,54
6	0	+	-	2,2	3,86
7	+	-	-	3,23	3,26
8	+	0	-	2,76	3,88
9	+	+	-	2,8	4,03

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

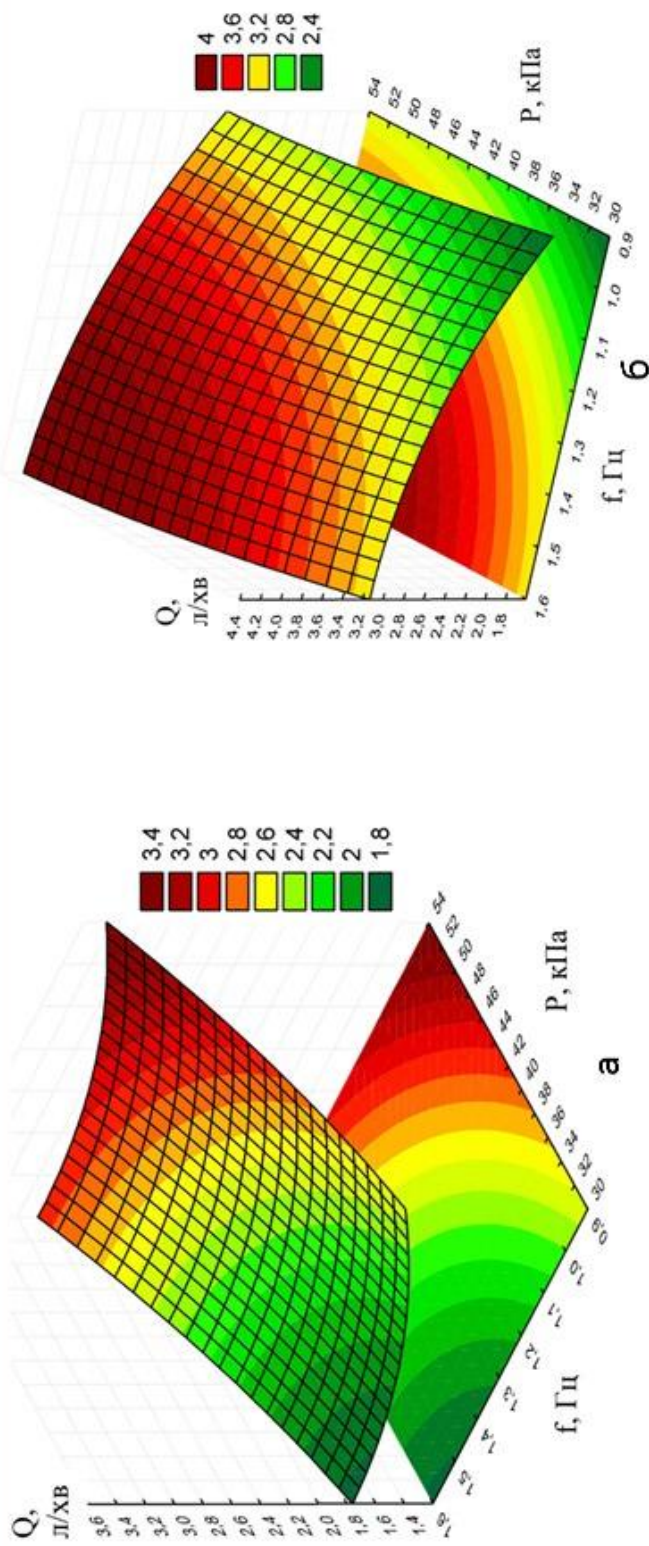


Рисунок 8 - Поверхня відгуку, що характеризує величину продуктивності доїльного апарату  $Q$  в залежності від вакуумметричного тиску  $P$  і частоти пульсацій вакууму  $f$  при співвідношенні тактів пульсатора: а – 60/40; б – 70/30

Таблиця 2 - Числові значення раціональних режимних параметрів

Позначення	Найменування	Раціональне значення
$P$	Вакуумметричний тиск, кПа	42,8
$f$	Частота пульсацій вакууму, Гц	1,44
	Співвідношення тактів ссання і стиснення, %	70/30



## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*Карта контролю показників безпеки доільної установки*

№	Найменування вузла машини	Контролюючий показник, нормативні вимоги безпеки	Метод оцінки прилади, обладнання	Періодичність
1	2	3	4	5
1	Електродвигун	Відсутність пилу та бруду. Надійність кріплень. Наявність та справність заземлення. Ступінь нагріву. Надійність контактів з'єднання	Зовнішній огляд Випробування Огляд, випробування	<input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="triangle"/>
2	Привід молочного насоса	Наявність захисних кожухів.	Зовнішній огляд	<input type="checkbox"/>
3	Рама	Надійність зварної конструкції	Випробування	<input type="radio"/>
4	Електрошафа	Відсутність пилу та бруду. Відсутність вологи. Справність заземлення.	Зовнішній огляд Випробування	<input type="checkbox"/> <input type="radio"/>
5	Блок керування насосом	Відсутність пилу, бруду, механічних пошкоджень. Надійність кріплень. Наявність та справність заземлення.	Зовнішній огляд Випробування	<input type="checkbox"/> <input type="radio"/>
6	Датчик рівня	Наявність та справність заземлення.	Зовнішній огляд Випробування	<input type="checkbox"/> <input type="radio"/>

Умовні позначення:  – щозмінний;  – щомісячний;  – щосезонний (річний).

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Показники	Варіанти			Проектований у % до базового
	Milcline ML/L80	розробка	4	
1	2	3	4	
Середній річний надій на 1 корову (голштинська порода), кг	8000	8000	100,0	100,0
Середній за лактацію разовий надій на 1 корову при дворазовому доїнні, кг	13,11	13,11	100,0	100,0
Продуктивність доїльного апарата (пропускна здатність доїльного місця), гол/год.	5,0	5,2	104,0	104,0
Продуктивність доїльного апарата, гол/зміну	29	30	103,4	103,4
Річний об'єм робіт, доїнь	21170	21900	103,4	103,4
Річний об'єм робіт, т молока	277,5	287,1	103,5	103,5
Потужність приводу, що витрачається на забезпечення витрати повітря доїльним апаратом, кВт	0,75	1,1	146,7	146,7
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1		
Балансова вартість, грн.	4250	4250		
Вкладення в переобладнання, грн.	-	2850		
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	572,55	567,48	99,1	99,1
в т. ч.: заробітна платня	543,54	525,36	96,7	96,7
витрати на електроенергію	24,03	34,06	141,7	141,7
амортизаційні відрахування	2,76	4,48	162,3	162,3
витрати на ТО та ремонт	2,22	3,58	161,3	161,3
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1455,59	-	-
Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	1,95	-	-

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Неадекватність дій сучасних доїльних апаратів фізіології тварини є причиною недостатньої ефективності машинного доїння і захворюваності корів на мастит. Найбільш широке застосування знайшли двотактні доїльні апарати вітчизняного та імпортного виробництва. Однак вони мають конструктивні і технологічні недоліки. Отже, потрібне створення такого доїльного апарату, який би забезпечував високу швидкість і безпеку доїння і відповідав не тільки техніко-технологічним вимогам, але і фізіологічним особливостям тварини. Крім того, доїльний апарат повинен викликати у корови під час доїння збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі впливами, що імітують фізіологічні параметри тварини, що забезпечує повне виведення молока з вимені, а також виключає патологічний (шкідливий) вплив вакууму на молочну залозу корови під час доїння.
2. Підтверджено, що продуктивність доїльного апарату залежить від коефіцієнта тактності, який для двотактних доїльних апаратів становить 0,7, тому для підвищення ефективності машинного доїння корів перспективно створення апарату безперервного доїння ( $k_r = 1$ ), що забезпечує необхідну стимуляцію молоковіддачі. Теоретично встановлено, що тиск доїльної гуми на діжку залежить від її конструктивних параметрів: довжини і товщини гуми в робочому положенні, її внутрішнього і зовнішнього радіуса і натягу в доїльному стакані, а також фізико-механічних властивостей матеріалів: коефіцієнтів об'ємної пружності діжки вимені корови і гуми, що визначається за формулою. При вакуумметричному й надлишковому тисках  $p_e = 40-42$  кПа забезпечується відповідний зоотехнічним вимогам тиск на діжку  $r = 10-15$  кПа.
3. Проведені лабораторні експериментальні дослідження доїльного апарату безперервного доїння дозволяють зробити наступні висновки. При обробці результатів багатofакторного експерименту отримано рівняння регресії для визначення продуктивності доїльного апарату в залежності від режимних параметрів. При табличному значенні F-критерію Фішера, 6,94 розрахункове значення дорівнює 0,019. За допомогою обробки даних встановлено такі раціональні режимні параметри доїльного апарату безперервного доїння: вакуумметрическое тиск – 42,8 кПа, частота пульсації вакууму – 1,44 Гц, співвідношення тактів ссання і стиску – 70/30.
4. З використанням актуальної нормативної документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого доїльного апарата, встановлена дія небезпечних та шкідливих факторів на оператора машинного доїння. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи та приведено правила безпечного виконання робіт. Виявлено, що найбільш ймовірною надзвичайною ситуацією на фермі є пожежа, тому проведено порядок дій персоналу при її виникненні.
5. Економічна оцінка розробленого доїльного апарата в порівнянні з апаратом Milkingline показала, що він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок вищої продуктивності, що призводить до збільшення пропускної здатності доїльного місця, а, отже витрат на заробітну платню. При цьому економія експлуатаційних витрат складала 1455,99 грн., а строк окупності вкладень в переобладнання – 1,95 року. Якщо брати використання розробленого доїльного апарата у складі доїльної зали, наприклад «Паралель» на 44 доїльних місця, яка в ПрАТ «Агро-Союз», то річна економія експлуатаційних витрат процесу доїння складе 64063,56 грн.

**MATERIALS**  
**OF THE XIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND**  
**PRACTICAL CONFERENCE**

**CONDUCT OF MODERN SCIENCE -**  
**2020**

November 30 - December 7 , 2020

**Volume 14**

Construction and architecture  
Agriculture  
Modern information technology

Conduct of modern science - 2020 ★ Volume 14

SCIENCE AND EDUCATION LTD  
Registered in ENGLAND & WALES Registered Number: 08878342  
OFFICE 1, VELOCITY TOWER, 10 ST. MARY'S GATE,  
SHEFFIELD, S YORKSHIRE, ENGLAND, S1 4LR

Materials of the XIII International scientific and practical Conference  
Conduct of modern science - 2018 , November 30 - December 7 , 2020  
Construction and architecture. Agriculture. Modern information technology. :  
Sheffield. Science and education LTD -64 p.

Editor: Michael Wilson  
Manager: William Jones  
Technical worker: Daniel Brown

**Date signed for printing ,**

For students, research workers.

Price 3 euro

ISBN 978-966-8736-05-6

© Authors , 2020

© SCIENCE AND EDUCATION LTD, 2020

SHEFFIELD  
SCIENCE AND EDUCATION LTD  
2020

## AGRICULTURE

### Mechanization of agriculture

к.т.н. Дудін В.Ю., магістрант **Алексєв О.С., Полях Є.О.**  
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна*

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ

Метою даних експериментальних досліджень була перевірка працездатності регулювально-розподільного вузла вакуумної системи доїльної установки. Програмою і задачами експериментальних досліджень передбачалося проведення досліджень впливу технологічних параметрів вакуумної системи (витрата повітря) на її характеристики в перехідних режимах роботи.

В ході реалізації програми досліджень для використовувалася спеціальна лабораторна установка. Лабораторна установка складається зі стенда «доїльна установка УДМ-100» [1]. Джерело вакууму – вакуумний насос УВУ 60/45А, налаштований на продуктивність 45 м<sup>3</sup>/год. Схемою експериментальної установки передбачено також можливість зменшення, шляхом введення до базової схеми, спеціального шибєрного затвору, який дає зменшувати витрату повітря на вході до системи до 22 м<sup>3</sup>/год. В якості навантаження використовували 2 доїльних апарати – попарної дії, з колектором місткістю 150 мл та одночасної дії, з колектором 100 мл. Зазначені доїльні апарати під'єднувались до системи через вакуум-молочний кран. При цьому за допомогою датчиків тиску фіксувалась зміна вакууму в молокопроводі та вакуумпроводі. Запис зазначених показників здійснювали за допомогою аналогового-цифрового перетворювача NI-6008 та ПЕОМ, на якому було встановлено програмне забезпечення Power Graph. Отримані в результаті експерименту осцилограми приведені на рис. 1 та 2.

З рис. 1, а видно, що після виходу доїльної установки на робочий режим колювання вакууму в системі були в межах 1,3 кПа ( $\Delta P_1$ ), що цілком допустимо згідно зоотехнічних вимог. Під час під'єднання доїльного апарату одночасно до

молокопроводу та вакуумної мережі тиск спочатку збільшується, а потім зменшується до 54 кПа ( $\Delta P_1$ ).

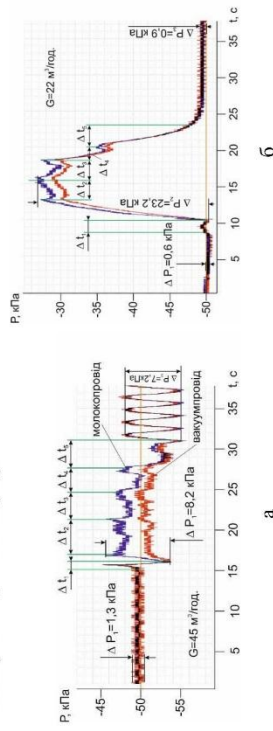


Рисунок 2 - Осцилограма зміни тиску в молокопроводі та вакуумпроводі лінійної доїльної установки під час під'єднання доїльного апарату попарної дії за продуктивності насоса 45 (а) та 22 (б) м<sup>3</sup>/год

Піки на осцилограмі (початок проміжків часу  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_4$ ,  $\Delta t_5$ ) відповідають моменту встановлення стаканів на діжки штучного вимені, при цьому колювання вакууму у вакуумпроводі знаходиться в межах 2...2,2 кПа. В той же час падіння вакууму в молокопроводі пояснюється надходженням атмосферного тиску через піддійкові камери доїльних стаканів. Падіння вакууму на ділянці  $\Delta t_5$  пояснюється тим. Що до молочної системи починає надходити робоча рідина та відбувається «запірання» входів атмосферного тиску. Викликає цю якість ділянка встановленого режиму машинного доїння – колювання вакууму циклічні та складають 8,2 кПа, що значно перевищує допустимі зоотехнічними вимогами межі. Ці коливання свідчать про вихід системи за межі рівноваги. При цьому спостерігалися коливання вантажу вакуумрегулятора, що свідчить про те, що розрівноваження системи виникало саме через порушення рівноваги цього елементу.

Це пояснюється тим, що за витрати повітря 45 м<sup>3</sup>/год., мінімальному навантаженні (один доїльний апарат) та зворотній дії на рівновагу системи з боку пульсатора в системі виникає явище резонансу і регулятор не може забезпечити стабільності встановленого вакууму. Частота коливань вакууму при цьому відповідає частоті пульсації доїльного апарату.

Зі зменшенням подачі насоса до 22 м<sup>3</sup>/год., осцилограма змінює характер (рис. 1,б). При цьому в холостому режимі роботи коливання вакууму складають 0,6 кПа, а в режимі машинного доїння система вже не входить в резонанс і всі складові працюють в режимі рівноваги, коливання вакууму при цьому складають 0,9 кПа і є цілком прийнятними. Що стосується перехідних режимів (під'єднання дойльного апарату), то тут, цілком закономірно, спостерігається різке зменшення рівня вакууму, яке пояснюється меншим рівнем запасу продуктивності насоса. Проте це зменшення не критичне, і триває всього біля 20 секунд, а вакуум 30 кПа достатній для утримання дойльних стаканів на дійках вилені корови.

Щодо дойльного апарату одночасної дії, то результати експериментальних досліджень з його використанням приведені на рис. 2.

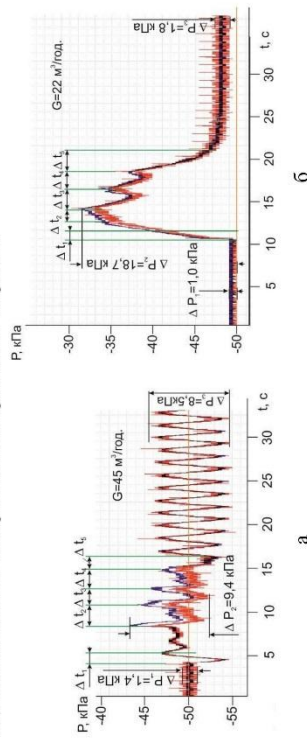


Рисунок 2 - Осцилограма зміни тиску в молокопроводі та вакуумпроводі лінійної дойльної установці під час під'єднання дойльного апарату одночасної дії за продуктивності насоса 45 (а) та 22 (б) м<sup>3</sup>/год

З аналізу рис. 2, а можна зробити наступні висновки – в холостому режимі роботи коливання вакууму залишаються в межах 1,3...1,4 кПа; під час під'єднання дойльного апарату до системи та до дійок вим'я характер коливань вакууму близький до дойльного апарату парної дії; розбалансування системи схоже за характером та відрізняється за амплітудою та частотою. Останнє пояснюється тим, що потік робочої рідини не розподілений в часі, як у попередньому апараті – молоко відбирається одночасно з всіх чвертей, тому його потік інтенсивніший і ефект «запірання» більш яскраво виражений.

За продуктивності насоса 22 м<sup>3</sup>/год характер осцилограми також повторюється, основні відмінності це, по-перше, нижчий рівень падіння вакууму під час під'єднання дойльного апарату, що можна пояснити меншим об'ємом колектора апарату. По-друге, коливання вакууму після виходу на режим доїння вищі, ніж для парного дойльного апарату, що пояснюється інтенсивнішим потоком молока, як і для попереднього випадку.

Таким чином можна стверджувати, що:

1. За витрати повітря 45 м<sup>3</sup>/год., мінімальному навантаженні (один дойльний апарат) та зворотної дії на рівновагу системи з боку пульсатора в системі виникає явище резонансу і регулятор не може забезпечити стабільності встановленого вакууму. Частота коливань вакууму при цьому відповідає частоті пульсації дойльного апарата, а амплітуда сягає 8,2 кПа, що в три рази перевищує межі, встановлені зоотехнічними вимогами.

2. За витрати повітря 22 м<sup>3</sup>/год. осцилограма змінює характер, при цьому в холостому режимі роботи коливання вакууму складають 0,6 кПа, а в режимі машинного доїння система вже не входить в резонанс і всі складові працюють в режимі рівноваги, коливання вакууму при цьому складають 0,9 кПа і є цілком прийнятними.

Література:

1. Линник Ю.О. Экспериментальні дослідження процесу переміщення молочко-повітряної суміші в дойльній установці з верхнім молокопроводом/ Ю.О. Линник, В.Ю. Дудін, Е.Б. Алієв // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2015. – Вип. 157. – С. 146-152.

## CONTENTS

### CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

The architectural decision of objects construction and reconstruction Жашарова А.К. ЭКОДИЗАЙНДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР .....	3
Modern construction technology, reconstruction and restoration Шаяманов Н.Г., Музльбаева Т.К ҚҰРАСТЫРМАЛЫ ҚҰРЫЛЫСТЫҢ ТАРИХЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ .....	6
Modern construction materials Астахова Н.В., Ярема Р.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ КОМПЛЕКСАМИ .....	10
Коверніченко Л.М., Волкова В.А. УТРИМАННЯ ВОЛОГИ В БЕТОНІ .....	13
Шинкевич Е.С., Плит А.Д. ВЛИЯНИЕ ПУМ НА ВОДУ ЗАТВОРЕНИЯ И ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ .....	16
Татаренко Н.Н., Альшанова В.В. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНА .....	20
Татаренко М.М., Байбарак І.С., Татаренко А.М. ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, ЯК ЗАПОРУКА БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	23
Хільченко О.П., Тороповська Ю.С. ВЛАСТИВОСТІ ПОРИСТОГО ЗАПОВНЮВАЧА – СИЛУРОПОРОПИТУ ІЗ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ .....	26
Хільченко О.П., Токар А.В. ФИЗИКО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СИЛУРОПОРИТОБЕТОНІВ .....	29
Шижкіна О.О. ПІНОБЕТОНІ .....	32
Шижкин А.А. ПРИНЦИПИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНО- ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ .....	35
<b>AGRICULTURE</b>	
Mechanization of agriculture Дудін В.Ю., Алексеев О.С., Полях Є.О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	37
Дудін В.Ю., Колесник С.Ю., Калько І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ КОРМІВ .....	41