

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

01.03 – МР. 465 “с” 2023.03.28. 008 ПЗ

Червенко Владислав Олександрович

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

УДК 637.11:631.22

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету конструювання та  
дизайну

Ружило З.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
кафедра охорони праці та біотехнічних  
систем у тваринництві

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Розробка керуючого елемента мембранно-  
пневматичного типу попарної дії

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма – «Машини та обладнання сільськогосподарського  
виробництва»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор.

(науковий ступінь та вчене звання)

Ю.О. Ромасевич

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

О.О. Заболотько

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

В.О. Червенко

(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну

НУБІП України

НУБІП України

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
кафедра охорони праці та біотехнічних  
систем у тваринництві

д.т.н., проф. Хмельовський В.С.  
(підпис) (ПБ)

“ ” 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

НУБІП України  
на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту  
Червенку Владиславу Олександровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма – «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

(код і назва)

Тема магістерської роботи: «Розробка керуючого елемента мембранно-пневматичного типу попарної дії»

затверджена наказом ректора НУБІП України від “28” березня 2023р. № 465-с п/н 8

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 10-11-2023р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

НУБІП України  
Перелік питань, які потрібно провести аналіз, технологічні розрахунки, дослідити:

Перелік графічних документів (презентації)

НУБІП України

Дата видачі завдання “ ” 2023 р.

НУБІП України  
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи (підпис) (прізвище та ініціали) О.О. Заболотько  
Завдання прийняв до виконання В.О. Червенко

## РЕФЕРАТ

# НУБІП УКРАЇНИ

В магістерській кваліфікаційній роботі – «Розробка керуючого елемента мембранно-пневматичного типу попарної дії».

В пояснювальній записці проведено аналіз господарств, розглянута технологія доїння корів апаратами різної конструкції на фермі великої рогатої худоби, розглянуто питання розробки доїльного апарата попарної дії.

Проведено дослідження керуючого елемента мембранно-пневматичного типу.

Розглянуті також питання охорони праці, визначення економічних показників запропонованого технічного рішення.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки об'ємом сторінок 68 без додатків, 13 таблиць, 16 рисунків та 42 літературних джерела.

Мета досліджень – підвищення ефективності процесу доїння корів доїльним апаратом.

Об'єкти досліджень – технологічний процес доїння корів з ферми великої рогатої худоби.

Предмет досліджень – пульсатор мембранно-пневматичного типу.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ ДОЇННЯ КОРІВ, ВИРОБНИЦТВО МОЛОКА, ПУЛЬСАТОР, МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧНОГО ТИПУ, ВЕЛИКА РОГАТА ХУДОБА, ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

Ключові слова: доїльний апарат, молоко, доїльна установка, технологія доїння, молоковіддача, вакуумметричний тиск, пульсатор, , пульс, цикл, режим роботи, параметри, схема.

**Мета досліджень** – підвищення якості і зниження енергомісткості процесу доїння тварин шляхом розробки двох тактного доїльного апарата попарної дії з попарно-комбінованим режимом роботи

**Задачі досліджень:**

- обґрунтувати раціональну конструктивну схему та режими роботи доїльного апарата;
- визначити раціональні параметри попарного режиму роботи;
- уточнити методику розрахунку параметрів доїльного апарата попарного типу.

**Об'єкти досліджень** – доїльний апарат для доїння тварин, та режими його роботи.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому що теоретично обґрунтуванні конструктивно-режимні параметри доїльного апарата попарного типу, розраховані математичні залежності для визначення тривалості тактів, визначені раціональні режими роботи, та основні конструктивні параметри апарату.

НУБІП України

НУБІП України

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	8
1.1 Характеристика стану механізації доїння у виробничому підрозділі навчально-дослідного господарства НАУ.....	8
1.2 Перспективи розвитку доїльних апаратів для доїння тварин.....	11
1.3 Класифікація та аналіз способів і принципів доїння та доїльних апаратів.....	12
1.4 Сучасні рішення удосконалення доїльних апаратів.....	16
1.5 Зоотехнічні вимоги до процесу та доїльного апарату.....	18
РОЗДІЛ 2. Постановка експерименту.....	20
2.1 Програма досліджень.....	20
2.2 Методика досліджень.....	20
Розділ 3. Теоретичне визначення параметрів удосконаленого доїльного апарата.....	28
3.1 Вивчення стану проблеми доїння корів доїльними апаратами.....	28
3.2 Теоретичні передумови розробки доїльного апарата.....	29
3.3 Теоретичні дослідження меж зміни конструктивних та експлуатаційних параметрів.....	32
3.4 Розробка пульсатора мембранно-пневматичної дії для попарної роботи.....	39
3.4.1 Обґрунтування параметрів пульсатора.....	39
3.4.2 Обґрунтування конструкції пульсатора.....	41
3.4.4 Обґрунтування фізичної суті параметрів пульсатора.....	42
3.4.5 Експериментальні дослідження режимів роботи пульсатора.....	45
3.5. Технічне обслуговування доїльної установки.....	50
3.5. Санітарна обробка доїльних апаратів та установок.....	53
3.6 Вимоги ДНАОЦ і інших нормативних документів до доїльного устаткування й виробничих процесів на МТФ.....	53
3.7 Вимоги з охорони праці до доїльної установки.....	55

Висновки по розділу.....	56
4/ ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОГО КЕРУЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧНОГО АПАРАТА.....	57
ВИСНОВКИ.....	59

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

З метою підвищення продуктивності праці, зниження затрат та коштів на виробництво тваринницької продукції, підвищення її якості необхідно розвивати індустріальні методи виробництва.

Важливим напрямком зростання виробництва продукції тваринництва є комплексна механізація і автоматизація трудомістких процесів і операцій виробництва. Вона здійснюється на основі широкого впровадження індустріальних і ресурсозберігаючих технологій, випуску високопродуктивної сільськогосподарської техніки, яка повинна бути високо надійною і якісно виконувати технологічний процес з мінімальними втратами продукції. При цьому важливою умовою забезпечення належних економічних і соціальних результатів є органічне поєднання якісних і кількісних показників технічних засобів, ефективне їх використання.

Удосконалення процесу та засобів доїння дозволяє підвищити та зберегти продуктивність корів на 25 – 30 % без зміни норм годівлі, тоді як несприятливі подразнення при доїнні корів різко знижують їх продуктивність та приводять до захворювання тварин.

Отже, для підвищення продуктивності корів крім необхідних технологічних заходів догляду та годівлі їх необхідно також правильно доїти відповідно до фізіологічних вимог. Для цього потрібно не тільки добре підготовлені кадри, але й досконалі доїльні апарати, які адекватно можуть реагувати на молоко вивідну функцію молочної залози тварини, іншими словами створювати комфортне утримання тварин.

**Актуальність досліджень.** Деякими з причин, що знижують виробництво молока в сучасних умовах є невідповідність режимів роботи існуючих доїльних апаратів фізіологічним особливостям молоковіддачі корів і порушення режимів роботи доїльних установок та правил машинного доїння. Внаслідок цього не повне видоювання молока, захворювання корів на мастит,



що спричиняє втрати продуктивності до 30 %. Тому при машинному доїнні повинні чітко виконуватись принципи функціонування складного біотехнічного механізму, що включає людину – оператора машинного доїння, доїльну установку та корову.

Ефективність машинного доїння суттєво залежить від якості стимуляції рефлексу молоковіддачі. Існуючі вітчизняні доїльні апарати з одночасною дією доїльних стаканів відзначаються високою інтенсивністю виведення молока, але мають дуже нерівномірне (пульсуюче) надходження його в молокозбірну камеру колектора, що спричиняє значні коливання

вакуумметричного тиску в колекторі. При доїнні високопродуктивних корів в цьому режимі молокозбірна камера колектора переповнюється і її об'єм необхідно значно збільшувати. Доїльні апарати з попарною дією доїльних стаканів забезпечують високу стабільність надходження молока в колектор,

вдвічі збільшують кількість стимулюючих подразнень, але мають нижчу інтенсивність молоковиведення порівняно з апаратами одночасної дії доїльних стаканів. Апарати такої конструкції тривалий час випускаються провідними зарубіжними фірмами “ДеЛаваль” (Швеція), САК (Данія), Вестфалія (Німеччина).

Відмічені недоліки вказують на доцільність і актуальність проведення досліджень з метою вдосконалення конструкції і режиму роботи доїльних апаратів та установок.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1 Характеристика стану механізації доїння у виробничому підрозділі навчально-дослідного господарства НАУ

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України має площу земельного фонду, надана господарству в постійне користування, згідно із земельним законодавством, станом на 1 січня 2017 р. становить 2960 га, зокрема сільськогосподарських угідь — 2787 га, з них ріллі — 2495 га. Загальна кількість худоби — понад 1300 голів, зокрема корів — 500 голів. У навчально-дослідному господарстві працюють 200 осіб. Посаду директора обіймає М. П. Журавель.

Це підприємство з державною формою власності, що спеціалізується на виробництві молока, зерна, м'яса та кормових культур.

Відстань до районного центру м. Фастів - 12 км, до обласного центру м. Київ - 70 км.

Організаційно-правова форма - державне сільськогосподарське підприємство, створене в 1972 році на базі радгоспу "Великостинський", як навчально-дослідне господарство та за наказом ректора №126 від 10.03.2005 року - відокремлений підрозділ Національного аграрного університету без права юридичної особи, основним напрямком діяльності якого є:

створення необхідних умов для проведення навчальної, технологічної і виробничої практики студентів за профілем обраної спеціальності та підвищення кваліфікації спеціалістів відповідно до навчальних планів і програм Національного аграрного університету на основі зразкового ведення сільського господарства;

здійсненні високоефективної, прибуткової діяльності, яка дозволяє функціонувати на самоокупності і самофінансування всього відтвореного процесу.

Відокремлений підрозділ спеціалізується на вирощуванні зернових і технічних культур. Має розвинене тваринництво і завдяки цьому добре розвинену кормову базу. Це сучасне господарство, що здійснює виробничу діяльність: вирощування, переробку й реалізацію сільськогосподарської продукції, вирощування та заготівлю кормів для тваринництва, впроваджує у виробництво наукові розробки в різних галузях сільського господарства. Є одним із провідних господарств Фастівського району. Його діяльність сприяє розвитку соціальної інфраструктури не тільки Фастівського району, а й Київської області.

Навчально-дослідне господарство постійно впроваджує інноваційні техніко-технологічні рішення для підвищення конкурентоздатності. Надзвичайно актуальним для господарства є пошук таких інноваційних рішень, які б забезпечили підвищення ефективності виробництва.

Таблиця 1.1 - Структура земельних площ господарства у відділках, га

Найменування	с. Велика Снітинка	с. Гвардійське	с. Мотовилівська Слобідка	Всього
Загальна площа	1386,6	1059,7	315,9	2690,2
в т.ч. с/г угіддя	1132,8	983,7	310,6	3427,1
з них: рілля	1038,8	965,5	306,8	3311,1
сіножаті	67,0			67,0
пасовища	27,0	18,2	3,8	49,0
Площа лісу	70,0	12,6		82,6
Під водою	31,0	2,5	3,1	36,6

Динаміка поголів'я ВРХ в господарстві та його структура, співвідношення наведені в таблицях 1.2; 1.3.

Таблиця 1.2 - Динаміка руху поголів'я ВРХ по навчальному господарству

Вид тварин	Рух поголів'я, голів		
	2020 рік	2021 рік	2022 рік
корів, всього	1884	1826	1850
в тому числі:			
корови	550	520	500
нетелі	180	175	200
телята від 4-х до 6-х місяців	208	152	250
молодняк від 6-х міс. до року	230	200	250
молодняк 12-15 місяців	316	379	350

Таблиця 1.3 - Відсоткове співвідношення поголів'я по фермі

Вид тварин	Співвідношення, %		
	2020 рік	2021 рік	2022 рік
корів, всього	100,0	100,0	100,0
в тому числі:			
корови	39,8	39,4	37,5
нетелі	9,6	9,6	10,0
телята від 4-х до 6-х місяців	16,3	13,8	17,5
молодняк від 6-х міс. до року	12,2	11,0	12,5
молодняк 12-15 місяців	22,1	26,2	22,5

Стан механізації виробничих процесів у тваринництві. Для доїння корів на фермі використовують доїльні установки доїння у молокопровід (600 голів) які знаходяться у задовільному стані та доїльні установки для доїння у відра (400 голів). Останні установки знаходяться у незадовільному стані і потребують капітального ремонту.

## 1.2 Перспективи розвитку доїльних апаратів для доїння тварин.

Характерними особливостями промислового виробництва молока є концентрація поголів'я на обмеженій площі, комплексна механізація виробничих процесів при потоковій технології обслуговування поголів'я, вузька спеціалізація праці тваринників, утримання корів великими однорідними групами за рівнем продуктивності і фізіологічним станом. Робота сучасної молочної ферми неможлива без організації машинного доїння корів.

Машинне доїння корів, його загальне розповсюдження, не тільки полегшило але й значно підвищило продуктивність праці доярок і доярів, але і в корні змінило характер і соціальну природу їх праці. Механізація, а в майбутньому і автоматизація одного із самих трудомістких і тяжких процесів в молочному тваринництві - доїння - являється безперервною умовою подальшого виробництва молока. Системою машин для комплексної механізації сільського господарства передбачається механізація всіх технологічних процесів на фермах, у тому числі і найбільш трудомісткого - доїння корів і первинної обробки молока. На ньому зайнято від 50 до 70 % працівників ферми.

Хоч останнім часом і проведено немало досліджень, присвячених машинному доїнню, проте окремі питання технології доїння корів іде й досі не знайшли достатнього наукового обґрунтування в зоотехнічних дослідах. Одне з головних завдань розвитку молочного тваринництва полягає в забезпеченні оптимальних умов утримання корів при одночасному полегшенні умов праці майстрів машинного доїння і операторів. Для цього на всіх ділянках і технологічних операцій доїння і утримання корів потрібно планомірно застосовувати досягнення науки і передового досвіду. Підвищення продуктивності праці в тваринництві, зниження собівартості продукції можливе перш за все завдяки застосуванню на тваринницьких фермах прогресивних методів організації праці і комплексної механізації

виробництва. Промислові методи виробництва молока передбачають: високий ступінь механізації й автоматизації виробничих процесів на фермах, спеціалізацію та високу продуктивність праці.

### 1.3 Класифікація та аналіз способів і принципів доїння та доїльних апаратів.

Розрізняють три способи доїння:

- природний — ссання вимені телям;
- ручний — витискання молока із вимені руками дояра;
- машинний — відсмоктування або витискання молока доїльним апаратом.

Природне доїння вимагає найменших матеріальних і трудових затрат, але не дає можливості одержати товарне молоко.

Ручне доїння пов'язане зі значними затратами праці призводить до надмірної собівартості молока, зниження його якості і має небажані соціальні наслідки.

Машинне доїння збільшує продуктивність праці оператора у кілька разів, дозволяє одержати молоко високої якості з мінімальною собівартістю. Частка затрат праці на доїння корів складає близько 50 % загальних трудових затрат на обслуговування тварин. Машинне доїння ґрунтується на принципі витискування молока з дійок за допомогою вакууму приблизно так, як це робить теля.

На сьогоднішній час для доїння корів використовують доїльні апарати котрі розрізняють по роду діючої сили, використаній для видалення молока, по принципу роботи, по конструкції виконуючого органу (доїльного стакану), по характеру доїння і збору молока.

В господарствах України зараз використовуються такі доїльні апарати: тритактні: ДА-3 ; АДУ -1-04 (АДУ - 1 -03 );

двотактні: ДА - 2, ДА - 50, АДУ -- 1 - 01 (АДУ -- 1 - 2), М - 66 та "Імпульс-

66"

двотактний низько вакуумний АДУ - 1 - 02,

з вібропульсатором АДУ - 1 - 09.

Доїльні апарати - виконавчі елементи (механізми) доїльної машини-призначені для виведення молока з вимені через діжки за допомогою вакууму.

Доїльний апарат включає підвісну частину, до якої входять колектор та комплект молочних і вакуумних трубок, молочних і повітряних шланги

з'єднані кільцями, та ручку на якій встановлено пульсатор і за допомогою якої

апарат підключають до повітряного і молочного трубопроводів. До складу

доїльної апаратури може також входити пристрій для зоотехнічного обліку молока УЗМ-1А. Його включають послідовно в лінію молочного шланга.

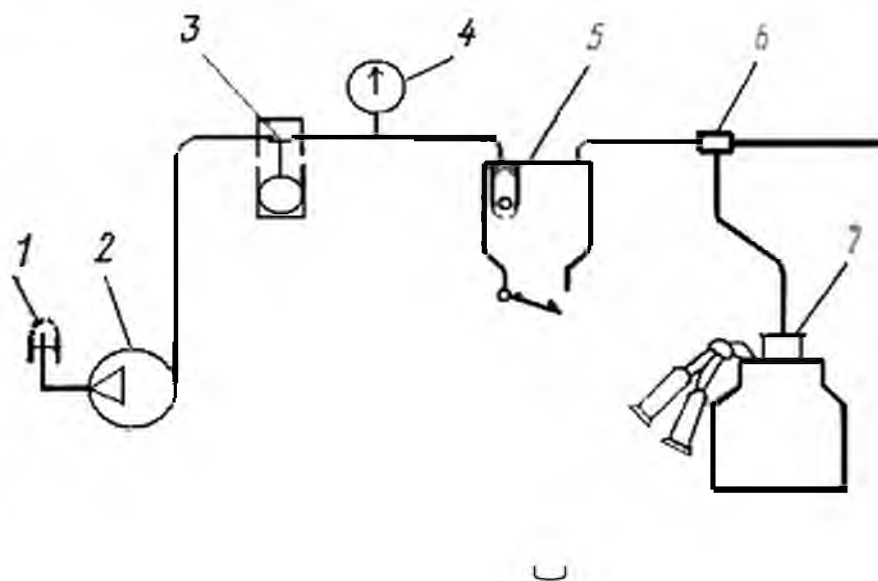


Рисунок 1.1 - Схема доїльної машини

1 - фільтр - глушник; 2 - вакуумний насос; 3 - регулятор вакууму;

4 - вакуумметр; 5 - вакуумний балон; 6 — кран; 7 - доїльний апарат

Робочими органами доїльного апарата, що здійснюють процес доїння і безпосередньо взаємодіють з твариною, є доїльні стакани. Розрізняють два

типи доїльних стаканів—однокамерні і двокамерні. Зараз в основному

використовуються двокамерні доїльні стакани (рис. 1.2).

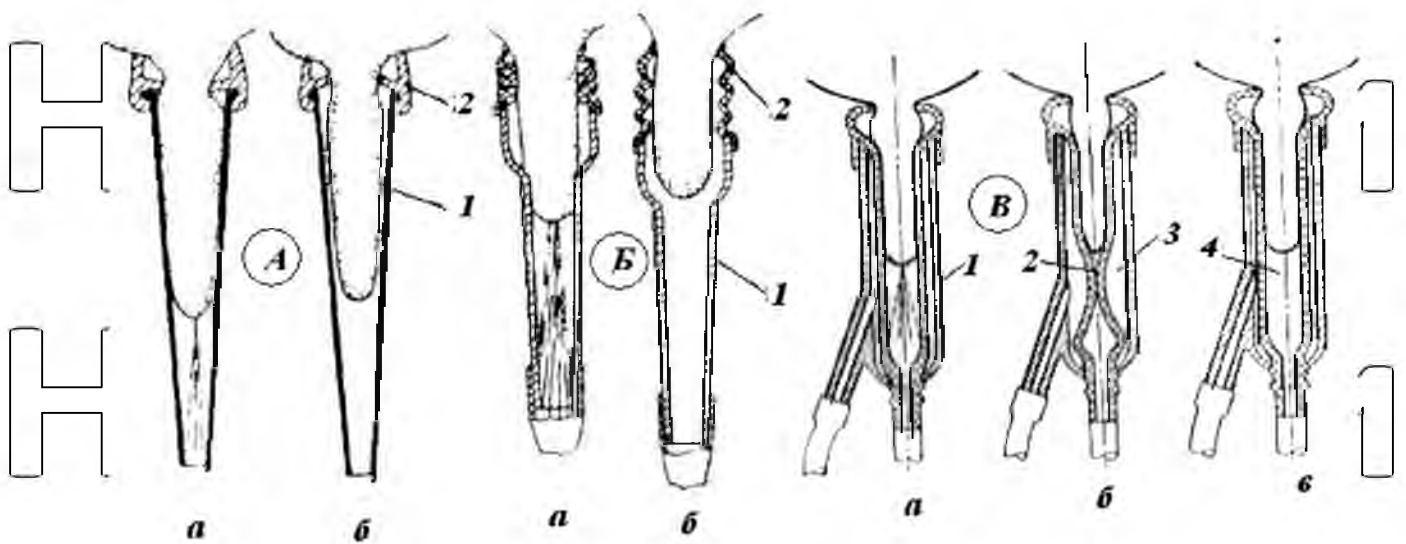


Рисунок 1.2. - Схеми роботи однокамерного з незмінними (А) і змінними (Б) розмірами присоска та двокамерного (В) доїльних стаканів: а — такт ссання; б - такт відпочинку; в — такт стиску; 1 — гільза; 2— гумовий присосок; 3 — дійкова гума; 4 - міжстінковий простір; 5 — підбійковий простір

За принципом роботи доїльних стаканів доїльні апарати поділяються на три - і двотактні. Під тактом тут розуміють період часу, протягом якого залишається фізіологічно незмінна дія доїльного апарата на тварину. Період часу, протягом якого проходить зміна різноіменних тактів, називається циклом.

Є також доїльні апарати, в яких однойменні такти відбуваються і змінюються одночасно у всіх станах (одночасного доїння) і такі доїльники взаємодіють з дійками попарно: коли у двох стаканах здійснюється такт ссання, у двох інших такт стиску (попарного доїння). Найпоширенішими є двотактні доїльні апарати із тактами ссання і стиску. Таке поєднання тактів дає змогу значно спростити конструкцію і скоротити час доїння в результаті збільшення тривалості такту ссання в робочому циклі. Основний недолік такого апарата підвищена загроза порушення кровообігу в дійках в разі несвоєчасного відключення доїльного апарата (виникає "сухе" доїння).



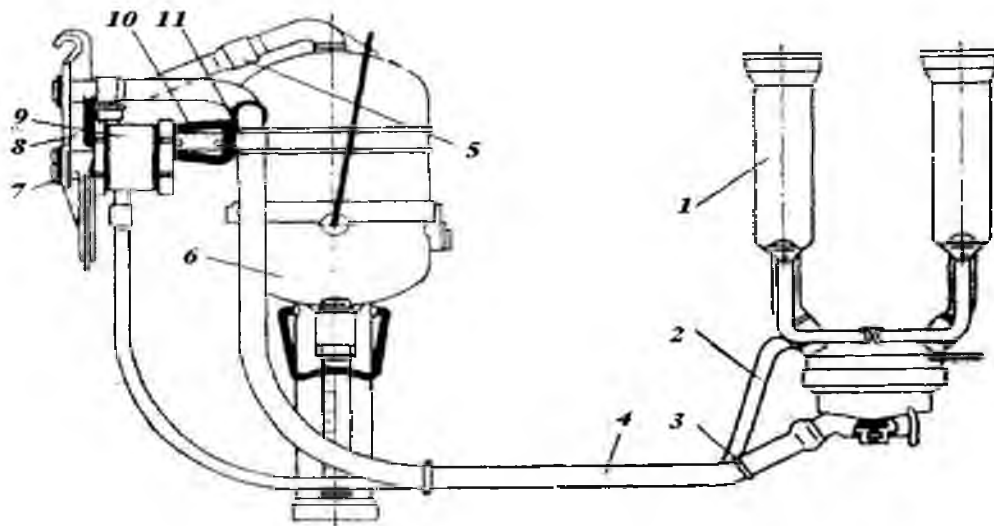


Рисунок 1.3. - Доїльна апаратура (загальний вигляд):

1 - підвісна частина; 2 - вакуумний шланг; 3 - з'єднувальне кільце; 4,5 - молочні шланги; 6 - лічильник молока; 7 - прокладка; 8 - ручка; 9 - пульсатор; 10-хомут; 11 - кільце

Незалежно від типу, марки та конструктивних особливостей, основні елементи доїльних апаратів (рис. 1.3) мають чітко визначені функції: доїльні стакани — видоюють молоко; колектор — розподіляє вакуум у міжстінні та піддійковій камери доїльних стаканів, збирає від них молоко і спрямовує його в молочний шланг. Крім того, у випадку тритактного доїння забезпечує періодичну подачу атмосферного повітря в піддійкові камери доїльних стаканів і тим самим створює такт відпочинку.

пульсатор — перетворює постійний вакуум у пульсуючий, тобто такий, що чергується з атмосферним тиском;

молочні та повітряні шланги і трубки (комплект) сполучають перелічені вище вузли в єдину систему (доїльний апарат) і одночасно є магістралями для проходження повітря та молока. За останні роки замість доїльних апаратів ДА-3М «Волга», 021А-2М «Майга» стали виготовляти уніфікований доїльний апарат АДУ-1, який має ряд модифікацій. У цьому апараті збільшено об'єм камер колектора в 1,5 рази, діаметр молочних і повітряних патрунків (порівняно з ДА-2М); використовується нова конструкція доїльного стаканів із

суцільно металеву гільзою з нержавіючої сталі та сумішена з молочною трубкою дійкова гума; пульсатор не має регулювання частоти пульсацій. Це значно спрощує обслуговування апарата.

#### 1.4 Сучасні рішення удосконалення доїльних апаратів

Із аналізу матеріалів патентної та науково-технічної інформації виявлено, що інтенсивне патентування нових технічних рішень за вказаною тематикою проводиться з 1970 – 75 рр.

Найбільший потік заявок на нові способи доїння та їх технічне вирішення, конструкції апаратів зареєстрованих в колишньому СРСР.

В колишньому СРСР та в сучасних країнах ближнього зарубіжжя, не дивлячись на велику кількість нових ідей, освоєно випуск апаратів одночасного виведення молока. Пульсатори цих апаратів мають пневматичний привід. При цьому в основу їх конструкції покладена одна технологічна схема – схема двотактного апарата ДА – 2 “Майга”, яка була розроблена ще в 60 роках минулого сторіччя (рис. 1.11), має наступну індикаторну діаграму.

Доїльні апарати більшості зарубіжних фірм працюють в попарному режимі виведення молока. При цьому пульсатор виконується з пневматичним або електричним приводом.

Апарати попарної дії виводять молоко з вимені більш рівномірно, забезпечують стабільніший вакуум під дійками і краще стимулюють рефлекс молоковіддачі.

Реалізація нових способів в технічних рішеннях має місце лише в фірмах зарубіжних країн ( Де Лаваль, Швеція; Вестфалія, Німеччина; САК, Данія).

Доїльні апарати більшості зарубіжних фірм працюють в попарному режимі виведення молока (рис. П 12). При цьому пульсатори виконуються з

пневматичним або електронним приводом та мають відповідну індикаторну діаграму.

Рядом фірми (Де Лаваль, Вестфалія) освоєно випуск апаратів, які змінюють режим роботи відповідно до інтенсивності молоковіддачі. Фірма Де Лаваль (Швеція) випускає апарати “Доувак 300” з пневмогідролічним і “Мілкмастер” з електронним регулювання параметрів роботи. Зміна параметрів відбувається в “Доувак 300” ступінчасте, а в “Мілкмастер” – плавно. Вказані апарати суттєво покращують режим виведення молока з вимені і значно зменшують захворювання тварин маститом.

Останнім часом вітчизняні виробники доїльного обладнання інтенсивно ведуть пошуки і технічне вирішення нових доїльних апаратів. Так ВАТ “Брацлав” розробила конструктивний доїльний апарат з попарним режимом роботи стаканів та електронний, який дозволить змінювати режим роботи в залежності від інтенсивності молоковіддачі. Дослідні зразки вказаних апаратів проходять заводські і господарські випробування, результати яких свідчать, що через складність конструкції надійність їх роботи досить низька.

В Росії освоєно випуск доїльних апаратів з ступінчастою зміною режима роботи, який є технічним і технологічним аналогом апарату “Доувак 300” фірми Де Лаваль (Швеція).

Спроби освоїти аналогічний апарат ведуться також в Україні (Харківський зооветеринарний університет).

В процесі пошуку назва країн і індексація документів враховувались на час видачі охоронного документа. За результатами проведеного пошуку, згідно встановленого регламенту, ведучими країнами по розробці технологій, машин і обладнання для доїння корів безпосередньо в господарствах є: США, Швеція, Німеччина, Англія, Франція, Японія, СРСР, Голландія, Данія.

## 1.5 Зоотехнічні вимоги до процесу та доїльного апарату

Доїння — це дуже складний процес, в якому беруть участь нервова система, ендокринні залози, м'язи вимені та міоепітеліальні клітини. Доїння з вимені ділиться на дві частини: надої та надої.

Секреція молока — це вихід молока, утвореного секреторним епітелієм, у порожнину альвеол і періодичне надходження його в протоки та цистерни. Виникає в перервах між доїннями. Молочність — це рефлекторна реакція молочної залози під час доїння, яка забезпечує перехід молока з альвеол у цистерни та швидке випорожнення вим'я. Цей процес відбувається під впливом безумовних і умовних рефлексів.

Процес виділення молока також регулюється умовними рефlekсами. Коли корови звикають до певного способу доїння, наближення часу доїння, поява доїльного апарату або його голос, шум доїльного апарату спонукають корів давати молоко. Ці та інші умовні подразники викликають таку ж реакцію вимені, як і механічні подразники корів під час доїння. Тому для ефективного машинного доїння велике значення має вироблення і закріплення умовних рефлексів. При рефлекторному умовному подразненні в нервову систему надходять сигнали, вона передає вимені відповідні команди, під впливом яких перед доїнням розслабляються його м'язи і дилки, що сприяє повному відщипуванню молока доїльними апаратами. Тому дуже важливо дотримуватися встановленого розпорядку і особливо режиму доїння.

У практиці машинного доїння важливе значення має також умовно-рефлекторне гальмування надоїв, при цьому альвеоли розслабляються, тиск у цистернах падає, а труби звужуються. Тоді можна доїти ту частину молока, яка вже пішла в бак, а решту корова не дасть. При систематичному повторенні неповного доїння секреторна функція клітини порушується і корова починає доїтися передчасно.

Рефлекс відщипування молока можна стимулювати обмиванням і масажем вимені гарячою водою. При цьому вона швидко спорожняється, а

молоко збагачується жиром. Після доїння молочна залоза починає знову реагувати на доїння не менше ніж через 4 години, при цьому молоко може накопичуватися і залишатися у вимені протягом 12..14 годин після попереднього доїння. Це слід враховувати при визначенні добової програми доїння.

При суворому дотриманні правил машинного доїння, розпорядку дня, своєчасній і ретельній підготовці корів з'являється добре виражений рефлекс доїння, що забезпечує їх повне видоювання.

Технічна оцінка доїльних апаратів проводиться шляхом порівняння принципів і способів їх роботи. При цьому враховуються такі основні показники:

- робочий вакуум, - атмосферний тиск, - частота пульсації, - принцип дії,
- тривалість циклу, - тривалість циклів і перехідних процесів, - загальне споживання повітря та його споживання окремими компонентами пристрою,
- матеріали для виробництва вузлів і складальних деталей,
- вага пристрою (включаючи підвісну частину) і деталей,
- принцип дії приладу для обліку виробництва молока та маси цього приладу, похибка вимірювання,

- принцип управління процесом доїння,
- переріз і довжина молочних трубок і шлангів і розрідження,
- інтенсивність доїння і величина вомоктування повітря в процесі доїння і змішування його з молоком, принцип відключення вакууму і зняття доїльних стаканів (при автоматичному від'єднанні - т. - принцип дії маніпулятора),
- інтенсивність відщипування молока в період початку механічного додавання та видалення дійкових стаканів, фізико-механічні властивості дійкової гуми та її вплив на соски, енергоспоживання, надійність деталей і збірки. агрегатів, комфорт і безпеку праці.

## РОЗДІЛ 2. Постановка експерименту

### 2.1 Програма досліджень

Відповідно до поставленої мети та сформульованих завдань, а також з метою перевірки достовірності отриманих теоретичних співвідношень, програма лабораторних досліджень включає визначення впливу:

- різниця частоти імпульсів між парами дійкових стаканів для комбінованого режиму роботи доїльного апарату;

параметри роботи доїльного апарату протягом циклу;

- інтенсивність доїння і ступінь розташування молокозбірника від ефективності всмоктування апарату і коливання тиску розрідження в доїльних просторах пар доїльних стаканів.

Експериментальні випробування у виробничих умовах включали:

- пояснювати раціональні способи роботи нового апарату комбінованої дії;

- провести порівняльну оцінку основних параметрів доїльних апаратів

з одночасним, параметричним (синхронним) та параметричним (асинхронним) режимами роботи стаканів.

На день вирішення поставлених питань розроблено та побудовано лабораторну станцію, підготовлено комплекти приладів та визначено методику їх використання.

### 2.2 Методика досліджень

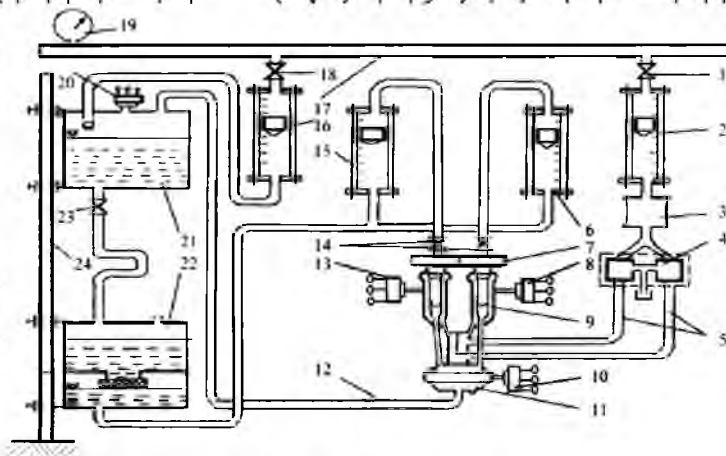
Розроблений експериментальний стенд дав змогу проводити дослідження роботи доїльних апаратів відомими методами [44]. Параметри елементів стенду визначені на основі теорії фізичного моделювання за методикою [45] з використанням для випробувань робочої рідини (води) замість молока. Температура робочої рідини була в межах 288-293°К. Діаметр

молочного шланга доїльного апарату, як і в природних зразках, становив 0,014 м, а його довжина – 2,4 м. Висота молокозбірника в установці могла змінюватися від 0,35 до 2,1 м.

Конструктивно-функціональна схема лабораторної станції (рис. 2.1)

складається зі штучного вим'я 7, молокозбірника 21 і системи приладів, що дозволяють визначати рівень негативного тиску в елементах молоко-повітропроводу, змінюючи інтенсивність доїння та ефективність всмоктування доїльного апарату. Інтенсивність доїння та ефективність смоктання пар дійкових стаканів 8 установки вимірювали за допомогою ротаметрів 6 і 15, які послідовно з'єднані між годівницею 22 і пристроями, що контролюють потік 14 штучного вимені. Для визначення витрати повітря використовували ротаметри 2 і 16.

Під час експериментальних випробувань вимірювали витрату робочої рідини та значення вакууму (в системі, сосковому просторі, міжстінкових камерах пар доїльних стаканів та молочній ємності).



Для визначення витрат робочої рідини в молочній лінії доїльного апарату

Рисунок 2.1. - Конструктивно-функціональна схема стенда для дослідження режимів роботи доїльних апаратів:

1,14,18,23 – вентилі; 2,6,15,16 – ротаметри; 3 – ресивер; 4 – блок пульсаторів; 5 – повітряні шланги; 7 – штучне вим'я; 8,10,13,20 – датчики тиску; 9 – доїльні стакани; 11 – колектор; 12 – шланг молочний; 17 – вакуум провід; 19 – вимірювач тиску; 21 – молокозбірник; 22 – живильник; 24 - стійка

використовували ротаметри РС-5, шкали поділок в яких практично рівномірні і які можуть вимірювати малі обсяги витрати (від 0,66 дм<sup>3</sup>/хв) втрати тиску в

них незначні (0,4 кПа) і не залежать від величини витрат рідини. Похибка показань ротаметрів не перевищує  $\pm 2,5\%$  від різниці верхньої і нижньої границі вимірів.

Витрати повітря визначали за допомогою ротаметрів РС-3. Один з них під'єднаний послідовно з ресивером 3 між блоком пульсаторів 4 і вакуумпроводом 17, що підвищувало точність вимірів, а другий – між молокозбірником 2 і вакуумпроводом. Прилади забезпечували необхідну пропускну здатність повітря при максимальних втратах тиску в них 0,4 кПа та мали похибку  $\pm 2,5\%$ .

Для порівняння витрат повітря згідно ГОСТ 2993-63 об'єми його приводили до нормальних умов за формулою [19].

$$V_h = V_p \frac{P_p \cdot T_p}{P_h \cdot T_h \cdot k_b}$$

(2.1)  
де  $V_h, V_p$  - об'єми повітря при нормальних умовах та в робочому стані, м<sup>3</sup>;

$P_h, P_p$  - тиск повітря за нормальних умов та в робочому стані, Па;

$T_h, T_p$  - температура, що відповідає нормальному та робочому стану повітря, К°;

$k_b$  - коефіцієнт, що враховує відхилення характеристик повітря в дослідів від ідеалу (для умов дослідження  $k = 1$ )

Система вимірювання тиску в елементах молокопроводу доїльного апарату складається з датчиків тиску, блоку порівняння, підсилювача сигналу, пристрою швидкої реєстрації з міркою часу, вимірювального пристрою та системи стабілізації напруги.

Тиск вимірюють датчиком тиску ПД-2-0,06 (ТУ 25-04,3604-78). Сигнал з датчика використовується інформаційно-вимірювальною системою ПІ-3021-3. Посилення сигналу здійснюється за допомогою багатоканального



підсилювача 2 і додатково підсилювача сигналу в реєструючому пристрої 3. Кожен датчик тиску підключався до свого каналу посилення і налаштовувався на однакову величину відхилення пера самого пишучого пристрою, що дає результати були записані на плівці карти. При цьому на одній стрічці фіксувалося цілих три значення тиску в різних зонах повітроводів і молокопроводів.

У більшості випадків кількість молока і витрати повітря визначали за результатами вимірювань витрати робочої рідини ротаметрами РС-5 і РС-3.

Інтенсивність доїння визначали плавною зміною перерізу каналу дозуючого пристрою

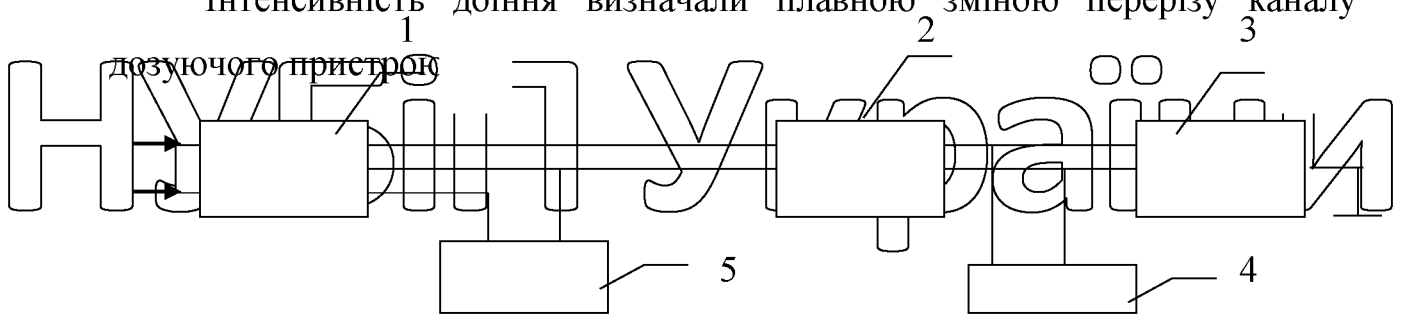


Рисунок 2.3. - Блок-схема вимірювання і реєстрації величини вакуумметричного тиску:

1- датчик, 2 - підсилювач сигналу. 3 - реєструючий пристрій,

4- вимірювач сигналів. 5- стабілізований блок живлення

Режим роботи доїльного апарата визначали шляхом запису та обробки циклограм зміни тиску в піддійкових та міжстінкових просторах пар доїльних стаканів, колектора і молокозбірника (рис. 2.3)

Тривалість тактів ссання  $t_c$  та стиску  $t_{cm}$  визначали за середніми значеннями зміни тиску в міжстінкових просторах пар доїльних стаканів:

$$t_c = \frac{l_c}{V_l} \quad t_{cm} = \frac{l_{cm}}{V_l} \quad (2.2)$$

а частоту пульсації  $n$  - відношенням

$$n = \frac{V_l}{l_c + l_{cm}} = \frac{V_l}{l_n} \quad (2.3)$$

де  $V_l$  - швидкість руху стрічки, мм/с;

$$l_c, l_{cm}, l_n - \text{довжини відрізків за віссю абсцис, протягом яких проходять, відповідно, такти ссання, стиску, і один пульс, мм.}$$

За середнім рівнем зміни тиску на циклограмі визначали тривалість циклу  $T_{\text{ц}}$

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{ц}}}{V_l} \quad (2.4)$$

Фази одночасного ссання в обох парах доільних стаканів  $t_{\text{фсо}}$

$$\sum_{i=1}^{\kappa} t_{\text{фсо}} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} l_{\text{фсо}}}{V_l} \quad (2.5)$$

Фази одночасного стиску в обох парах доільних стаканів  $t_{\text{фст}}$

$$\sum_{i=1}^{\kappa} t_{\text{фст}} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} l_{\text{фст}}}{V_l} \quad (2.6)$$

Фази ссання в одній парі при стиску в іншій  $t_{\text{фсп}}$

$$\sum_{i=1}^{\kappa} t_{\text{фсп}} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} l_{\text{фсп1}} + \sum_{i=1}^{\kappa} l_{\text{фсп2}}}{V_l} \quad (2.7)$$

Різницю тривалості пульсів між парами доільних стаканів  $\Delta t_{ni}$

$$\Delta t_{ni} = \frac{l_i \Delta l_i}{V_l} \quad (2.8)$$

де  $l_i, l_{\text{фсо}}, l_{\text{фсп1}}, l_{\text{фсп2}}, l_{\text{фст}}, \Delta l_i$  - довжина відрізків за віссю абсцис в  $i$ -му імпульсів, під час яких відповідні робочі цикли фаз всмоктування здійснюються одночасно в обох парах доільних стаканів, в одній із пар під час

стиснення в іншій та одночасного стиснення в обох парах, а також різниця в тривалості імпульсів у парах Доїльних стаканів, мм;

Кількість імпульсів за один цикл для пари доїльних чашок, з якими ми порівнюємо.

Кількість імпульсів визначали шляхом підрахунку повних імпульсів у парах, коли початок і кінець ударів у них збігалися.

Характеристики датчиків тиску визначали шляхом їх калібрування. У той же час була також обрана єдина шкала відхилення пера самопишучого пристрою. Калібрований прилад є частиною дослідної станції, з'єднаної з магістральним повітропроводом і складається з трьох вакуумних ліній і системи арматури.

Під час тарування всі датчики підключалися до трубних з'єднувачів тарувальника, в якому кожні 5 кПа змінювався тиск у межах 39...69 кПа.

Значення відхилення пера самопишучого пристрою під час процесу калібрування записували в таблицю, а потім створювали калібрувальні діаграми датчиків тиску.

Значення тиску в елементах доїльного та повітропроводів доїльного апарату записували на стрічку діаграми приладу зі швидкістю стрічки 10 та 50 мм/с. Час запису в заданому режимі становить 20 с - при швидкості стрічки 10 мм/с і 15 с при швидкості 50 мм/с. Значення величини тиску під час дослідження визначали за допомогою лінійки в точках з інтервалом 0,1 с.

Роз'яснення раціональних прийомів роботи нового доїльного апарату та його порівняльну оцінку проводили за показниками молочної ефективності (об'єм машинного і доїння, час машинного доїння і доїння, повнота доїння). Для обліку показників використовували ковщові лічильники та чотиричвертний доїльний апарат ДАЧ-1.

Параметри приладу уточнювали на вторинній фермі Свято-Покровської Голосіївської пустелі, на молочної фермі, з якої відібрали дві групи корів-аналогів по 4 особини кожна. Корови лебединської породи за станом вимені здорові, придатні до машинного доїння, річний удій 5850-7100 кг.

Перед початком досліджень корів доїли на установці ДАС-2Б, обладнаній доїльними апаратами АДУ-1. Під час досліджень одну групу корів (контрольну) продовжували доїти за попереднім варіантом, а другу групу корів (дослідну) доїли новими апаратами. Умови утримання, годівлі та догляду за коровами дослідної та контрольної груп були однаковими. При доїнні корів дотримувалися правил машинного доїння [15].

Визначали показники динаміки виробництва молока на (дослідному) доїльному апараті, починаючи з десятої доби після адаптації корів до нового апарату.

Вимірювання в кожному режимі для дослідної групи проводили при різних значеннях різниці частоти пульсації в одних і тих же корів протягом 36 доїнь.

Порівняльну оцінку основних параметрів доїльного апарату з одночасним, попарним та попарно-комбінованим увімкненням стаканів проведено періодичним методом на коровах української чорно-рябої породи сільськогосподарського підприємства «Крюківщина» Києво-Святошинського району. район Київської області.

Дослідження проводили на групі з 5 корів другого місяця лактації, середньодобові надії молока яких становили 17-22 кг. Корови були в одній технологічній групі і годувалися відповідно до продуктивності та фізіологічного стану.

Доїння проводили в молочний канал за допомогою доїльного апарату ДАС-1 і пульсатора відповідної конструкції. У підготовчий період (3 дні) тварин доїли апаратом АДУ-1, у перший контрольний період (3 дні) апаратом комбінованого режиму, у другий період – апаратом «ІНТЕРпульс-90». - екшн-камера.

Під час досліджень одночасно визначали такі показники надойв:

- значення разового і машинного доїння ( $\pm 50$  г),
- час доїння та машинного доїння ( $\pm 5$  с),
- кількість молока з кожної частини вимені ( $\pm 50$  г),

- тривалість і кількість машинного доїння кожної частини.

Повноцінність машинного доїння оцінювали за кількістю молока під час ручного доїння, яке проводив оператор одразу після зняття дійкових стаканів.

Експериментальні дослідження проводилися з використанням багатоваріантного плану експерименту. Для обробки результатів експерименту використовувався комп'ютер.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

### Розділ 3. Теоретичне визначення параметрів удосконаленого доїльного апарата

# НУБІП УКРАЇНИ

## 3.1 Вивчення стану проблеми доїння корів доїльними апаратами

"Стан проблеми" викладено коротку історію розвитку машинного доїння тварин. Дано аналіз недоліків, проведених науково-дослідних і конструкторських робіт для вирішення існуючої проблеми щодо

вдосконалення та розробки агрегатів. Обґрунтовано необхідність нового напрямку вирішення проблеми, поставлено мету та висунуто завдання досліджень.

Перші спроби механізувати процес доїння корів пов'язані з розробкою працездатної вакуумної машини 1889 року.

Наступний важливий етап перекладу корів на машинне доїння пов'язаний розробкою в 1902 ... 1903 рр. двокамерних доїльних склянок. За підсумками цього у роки нашого століття В.Ф. Корольов та інші в СНД розробили перший доїльний агрегат. Надалі у СНД і там доїльні агрегати розроблялися і вдосконалювалися з урахуванням вимог відповідного

стандартів. Спроби механізувати процес доїння вівцематок почали робити порівняно недавно (1930 р.) і до теперішнього часу дослідники врямували шляхом утверджених методів машинного доїння корів.

В силу цього, в даний час доїльні агрегати, що випускаються в СНД і за кордоном, можна згрупувати на: стаціонарні, пересувні і універсальні (стаціонарно-пересувні).

Вивченню питань машинного доїння тварин у нормальних умовах їх утримання та при всіх формах господарювання присвячені роботи.

Роботи багатьох вчених СНД та зарубіжних країн. Проте, дослідженнями доїльних агрегатів за умов зниженого атмосферного тиску займалися вчені Г.А. Азімов, В.П. Бабкін, Б.Я. Барагунов, Г.Р. Зальцманіс, С.К. Карапетян, Н.А. Панкратов, П.І. Саломатін, Ф. Мерсон, З. Мінамімото та ін.

Економічна доцільність використання доїльних агрегатів у гірських умовах доведена Б.Я. Барагуновим, Г.М. Дроздовим, А.А. Зотовим, А.П. Рибніковим, А. Рамо, Ф. Бергом та ін.

Аналіз стану проблеми показує, що незважаючи на наявність численних наукових досліджень з удосконалення та розробки нових доїльних агрегатів, їх окремих вузлів, апаратів, стимуляторів рефлексу молоковіддачі та молокоутворення визначення відповідних параметрів, а також показників і т.д. до теперішнього часу відсутня єдиний спосіб їх визначення (особливо для умов з атмосферним тиском, що змінюється). Крім цього, доїльні агрегати, що випускаються серійно, мають певні недоліки, які зокрема зводяться до наступного: порушується заданий режим роботи агрегату в залежності від зміни величини тиску і температури розрядженого і атмосферного повітря в системах агрегату і навколишнього середовища, при сталості одного з них, а також від кількості одночасно працюючих апаратів з одного пульсатора; неодноразово завершується видоювання передніх і задніх часток вимені тварин за її нерівномірному розвитку; невиправданно багато часу витрачається на переміщення тварин при їх доїнні, недостатня стимуляція молоковіддачі в процесі доїння; підвищена витрата повітря доїльними агрегатами та повітряними установками тощо. Це призводить до непродуктивного та неефективного їх використання, зменшення кількості видоєного молока, зниження продуктивності корів, Продуктивності праці та коефіцієнта використання силового агрегату, до збільшення відсотка захворюваності тварин маститом та ін.

### **3.2 Теоретичні передумови розробки доїльного апарата**

Обґрунтування новизни розроблених чотирьох доїльних агрегатів та їх окремих вузлів а також апаратів, дається аналіз їх устрою та принцип дії.

З метою максимального усунення виявлених на підставі аналізу проблеми недоліків розроблено конструктивні схеми відповідних агрегатів.

Доїльний агрегат для роботи в гірських умовах без підігріву повітря, що забезпечує: стійкий режим роботи незалежно від величини тиску навколишнього середовища; завершення видаювання передніх і задніх часток вимені тварин при їх нерівномірному розвитку та зменшення втрат часу на допоміжні процеси під час доїння. Новизна доїльного агрегату захищена а.с. СРСР №№ 1033083, 810162 та 1074457.

Пристрій і принцип роботи розробленого доїльного агрегату схожі з пристроєм і принципом роботи агрегатах, що серійно випускаються.

Відрізняється тим, що розроблений агрегат має повітряну систему, усередині якої підтримується постійний атмосферний тиск, дворежимні доїльні апарати, що видають передні і задні частки вимені корів з різною швидкістю, і пристрій для підгону корів, що дозволяє зменшити витрати часу на допоміжні процеси при їх доїнні.

На повітряній системі агрегату передбачено: - силовий пристрій для подачі повітря в систему; ресивер для згладжування пульсації потоку повітря, що надходить із силової частини, створення певного запасу повітря в системі, відділення домішок, що містяться в складі повітря, що подається; зливальний трубопровід з краном для очищення ресивера від конденсату; фільтр для остаточного очищення повітря, що подається; запобіжний клапан для підтримки постійного тиску в повітряній системі та захисту ресивера від вибуху; манометри для визначення величини тиску та його постійного контролю; трубопровід з кранами для подачі повітря до місць доїння тварин і з'єднання доїльного апарату з джерелом постійного атмосферного тиску.

Доїльний агрегат для роботи в гірських умовах з підігрівом повітря, який, зберігаючи всі позитивні властивості агрегату без підігріву повітря, дозволяє поліпшити стимуляцію молоковіддачі шляхом одночасного впливу на механо-і терморцептори часткою вимені тварин у процесі доїння; зменшити витрату повітря доїльними апаратами застосуванням доїльних склянок з герметично закритими камерами; поліпшити режим доїння



застосуванням пульсатора особливої конструкції і т.д. Новизна агрегату захищена авторським свідоцтвом №№ 1544299, 1503716 та 1611284.

Пристрій і принцип роботи розробленого агрегату схожий з пристроєм і принципом роботи пропонованого доїльного агрегату з повітряною системою без підігріву повітря відрізняється тим, що в повітряну систему агрегату подається повітря постійної температури (вище температури тіла тварини).

Отже, з подачею до герметично закритих міжстійних камер доїльних склянок повітря певної температури, соскова трубка зігрівається і тим самим впливає на механо-і терморцептори при такті ссання. Це призводить до

поліпшення стимуляції молокоутворення та молоковіддачі у процесі доїння. У конструкції повітрозбірника передбачені нагрівальні елементи, засоби автоматичної, перегородки тощо, що дозволяють: підвищити продуктивність

повітрозбірника; зменшувати витрати електроенергії; створити певний запас зігрітого повітря. Застосування на доїльних апаратах розроблених склянок та пульсатора призводить до зменшення витрати повітря доїльними апаратами.

стабілізації заданого режиму доїння тощо. Крім цього замкнута повітряна система дозволяє замість двох силових установок використовувати одну

Універсальний карусельний агрегат для поточного доїння тварин.

Новизна агрегату захищена авторським свідоцтвом №№ 1477334, 1535477 та 1470253.

Загальний пристрій і принцип роботи пропонованого доїльного агрегату схожі з пристроєм і принципом роботи аналогічних агрегатів, що випускаються за кордоном. У країнах СНД подібні агрегати не випускаються.

Відмінності від зарубіжних аналогів полягають у тому, що розроблений агрегат є стаціонарно-пересувним; має підвищену продуктивність, передбачені на агрегаті домкрати полегшують навантаження їх на транспортні

засоби та вивантаження з них, а також встановлення агрегату в горизонтальному положенні без попередньої підготовки ґрунту; агрегат більш транспортабельний, що досягається виконанням опори та платформи з двох

боковин у середній частині з можливістю повороту боковин вгору та ін.

Агрегат для індивідуального доїння тварин, що дозволяє механізувати процес доїння тварин у всіх формах господарювання, де поголів'я корів доходить до 50 голів, а вівцематок – до 120 голів за всіх умов їх утримання.

Пристрій і принцип роботи запропонованого агрегату ідентичний розробленому доїльному агрегату для гірських умов. Відмінність полягає в тому, що всі вузли та деталі встановлені на візку. Агрегат пересувний і при доїнні перекочується від однієї тварини до іншої.

Таким чином, удосконалення існуючих і розробка нових, більш ефективних засобів механізації, для виробництва молока в усіх умовах дозволяють усунути недоліки доїльних агрегатів, що серійно випускаються.

### **3.3 Теоретичні дослідження меж зміни конструктивних та експлуатаційних параметрів**

Теоретичному дослідженню меж зміни конструктивних та експлуатаційних параметрів, а також зооветеринарних показників розроблених доїльних агрегатів залежно від величини тиску та температури атмосферного та розрядженого повітря в системах агрегатів, а також навколишнього середовища, від кількості одночасно працюючих доїльних апаратівного пульсатора. Виведено певні формули для визначення дійсних значень відповідних параметрів та показників розроблених доїльних агрегатів.

Аналіз виконаних науково-дослідних робіт показав, що сталість заданого режиму роботи відповідні параметри та показники доїльних агрегатів знаходяться у прямій залежності від тиску та температури атмосферного та розрядженого повітря в системах доїльного агрегату та навколишнього середовища, а також від кількості одночасно працюючих апаратів з одного пульсатора і т.д. Отже, при визначенні того чи іншого показника та параметра необхідно врахувати величину атмосферного тиску. З цією метою в результаті перетворення відомого рівняння перепаду тиску

отримано значення коефіцієнта, що показує відношення глибини вакууму до атмосферного тиску агрегату і навколишнього середовища, названого вакуумметричним

$$\eta_B = h/P_c \quad (1)$$

де  $h$  - глибина вакууму в системі дольного агрегату, кПа;

$P_c$  - величина тиску в повітряній системі агрегату, кПа.

У всіх дольних агрегатах, що випускаються серійно, передбачений номінальний вакуум в межах 40,0...53,3 кПа, а нормальний атмосферний тиск навколишнього середовища дорівнює 101,3 кПа. Отже, вакуум-метричний

коефіцієнт  $\eta_B$ , відповідний цим величинам, дорівнює 0,195 ... 0,526.

Зберігаючи постійним величину тиску атмосферного та розрядженого повітря в системах агрегату, вакуумметричний коефіцієнт залишається постійним

Постійність заданого режиму роботи дольних агрегатів залежить від температури повітря. Отже, дольний агрегат може нормально працювати лише тоді, коли в живильній і споживаючій системах зазначені параметри залишаються постійними, причому параметри системи живлення повинні бути більше параметрів споживаючої системи або рівним їм. Вищевикладене представимо в наступній залежності:

$$\begin{aligned} P_1 W_1 &\geq P_2 W_2 \\ h_1 W_1 &\geq h_2 W_2 \\ T_1 W_1 &\geq T_2 W_2 \end{aligned} \quad (2)$$

де  $P_1, P_2$  - величини тиску повітря в живильній та споживаючій системах, кПа;  $W_1, W_2$  - обсяг внутрішнього простору живильної та споживаючої систем, м<sup>3</sup>;  $h_1, h_2$  - глибина вакууму в живильній і споживаючій системах, кПа;  $T_1, T_2$  - температура повітря в живильній та споживаючій системах, До.

У залежностях (2) обсяги внутрішнього простору живильної  $W_1$  і споживає  $W_2$  систем є постійними величинами, зміна яких пов'язана лише з зносом, забрудненням та іншими причинами, що варіює в малих межах, тому цими змінами можна знехтувати. Величини тиску  $P_1$ , глибина вакууму  $h_1$  живильної системи та її температури  $T_1$ , залежать, в основному, від об'ємі

витрати повітряної системи та продуктивності повітряозбірника. А величина тиску та температури повітря споживаючої системи -  $P_2$ ,  $t_2$  і  $T_2$  залежать від продуктивності повітряної установки, витрати повітря доїльних апаратів, сумарної втрати тиску і температури до - і в системі споживання. Отже, для теоретичного обґрунтування стійкої роботи доїльних агрегатів у всіх умовах, розглянувши ступінь дії температури та тиску атмосферного та розрядженого повітря в системах агрегату на об'ємну витрату повітряної установки, доїльного агрегату та з урахуванням вакуумметричного та температурного коефіцієнтів виведені формули визначення залежностей їх об'ємної витрати.

Для визначення дійсної об'ємної витрати повітряної установки залежно від:

Тиск повітря

$$Q_{н.д} = 0,006\eta_T(1-\eta_B) \quad (3)$$

Температура та тиск повітря

$$Q_{н.д} = 0,006\eta_T(1-\eta_B) \left[ 1 - 0,06 \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{k/k-1} \right] \quad (4)$$

$$Q_y = Q_a i + G \quad (5)$$

де  $i$  – кількість доїльних апаратів;  $Q_a$  - об'ємна витрата доїльного апарату, м<sup>3</sup>/с;  $G$  – непродуктивні витрати повітря, м<sup>3</sup>/с.

Об'ємна витрата повітря апаратом, встановленим на доїльному агрегаті без підігріву повітря, в основному залежить від тиску атмосферного і розрядженого повітря в системах агрегату. Отже, для визначення його залежності від тиску атмосферного повітря виведено формулу:

$$Q_a = V_p i n \left( 1 - \frac{P_h}{P_a} \right) \quad (6)$$

де  $V_p$  – робочий об'єм доїльного апарату, м<sup>3</sup>;  $i$  - кількість доїльних

апаратів, що входять до комплекту агрегату;  $n$  - частота пульсацій, з<sup>-1</sup>;

$P_h$  - абсолютний тиск у робочій камері, кПа;

$P_a$  - атмосферний тиск, кПа.

Об'ємна витрата повітря апаратом, встановленим на агрегаті – з підгрівом повітря залежить від температури повітря. Крім цього, при їх визначенні необхідно врахувати надкритичний та підкритичний режими висічення повітря. У зв'язку з цим виведені такі формули:

При надкритичному режимі стоку ( $P_h/P_c < 0,528$ )

$$Q_a = f_{шт}^e P_c \phi(\sigma) n \sqrt{\frac{2K}{(K-1)RT_c}} \quad (7)$$

При підкритичному режимі стоку ( $P_h/P_c > 0,528$ )

$$Q_a = 0,156 f_{шт}^e P_c \phi(\sigma) / \sqrt{T_c} \quad (8)$$

де  $f_{шт}$  – сумарна ефективна площа шланга і трубопроводу, м;  $\phi(\sigma)$  – функція тиску;  $n$  – частота пульсації доїльного апарату, з';  $K$  – показник адіабати,  $K = 1,4$ ;  $R$  – газова постійна,  $R = 29,23$ ;  $T_c$  – температура повітря в системі агрегату.

Найкращі результати отримані при надкритичному режимі закінчення повітря. У зв'язку з цим об'ємну витрату визначено формулою (7).

Для визначення непродуктивних витрат повітря з урахуванням його температури та тиску скористалися загальновідомою формулою.

Результати обчислень залежностей дійсних об'ємних витрат повітря повітряної установаки, доїльного агрегату та апарату від тиску і температури атмосферного і розрядженого повітря в системах агрегату за формулами (3), (4), (5), (6) і (7) представлені у графічному вигляді.

Теоретична тривалість тактів ссання та розвантаження залежить від часу спорожнення та наповнення керуючої камери пульсатора. Для їх визначення, з урахуванням тиску та температури повітря, виведено формули в залежності від

тиску повітря -

$$\left. \begin{aligned} t_{отж} &= \frac{C_1}{P_a(1-\eta_B)} \\ t_{злп} &= \frac{C_2}{P_a} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

температура та тиск повітря –

$$t_{\text{ОТК}} = \frac{C_1}{\left(\frac{T}{273}\right)^{0,75} P_a (1 - \eta_B)} \quad (10)$$

$$t_{\text{ЗАП}} = \frac{C_2}{\left(\frac{T}{273}\right)^{0,75} P_a}$$

де  $C_1$  і  $C_2$  – постійні тактів ссання та розвантаження, кПа·с, рівні:

$$C_1 = \frac{128V_K \eta_{\text{ВОЗ}}}{\pi D_K^4} \ln \left[ \frac{2D_M^2 - \eta_B (D_M^2 + D_2^2) (D_M^2 - D_1^2)}{2D_M^2 - \eta_B (D_M^2 + D_2^2) (D_M^2 - D_2^2)} \right] \quad (11)$$

$$C_2 = \frac{128V_K \eta_{\text{ВОЗ}}}{\pi D_K^4} \ln \left[ \frac{2D_M^2 - \eta_B D_2^2 \cdot D_1^2}{2D_M^2 - \eta_B D_1^2 \cdot D_2^2} \right]$$

де  $M$  – об'єм керуючої камери пульсатора, см<sup>3</sup>;  $l$  к.  $D_K$  – довжина і діаметр каналу, що з'єднує керуючу камеру з робочою камерою пульсатора, см;  $\eta_{\text{ВОЗ}}$  – динамічна в'язкість повітря за температури 273 К, Па·с;  $D_1$  –

діаметри верхнього та нижнього клапанів, см;  $D_M$  – діаметр мембрани, см;  $T$  – температура повітря у системі доільного агрегату, К. Позначимо  $C_1/C_2$  через  $\beta$

Отримані за формулами (9) і (10) значення тривалості тактів ссання  $t_{\text{с}}$  і розвантаження нічого очікувати відповідати їх дійсним значенням, т.к. у них не враховано наявність перехідних процесів за пульсатором. З урахуванням часу, що витрачається на перехідні процеси, отримані відповідні формули визначення дійсних значень тривалості тактів, циклу, їх співвідношення та частоти пульсацій, що залежать від певних величин.

Від тиску атмосферного повітря

для двохтактного апарату –

$$t_{\text{сД}} = \frac{C_1}{P_a (1 - \eta_B)} - \Delta t_{\text{ОТК}}^{\text{М.К.}} + \Delta t_{\text{ВП}}^{\text{М.К.}} \quad (12)$$

$$t_{\text{сЖД}} = \frac{C_2}{P_a} - \Delta t_{\text{ОТК}}^{\text{М.К.}} + \Delta t_{\text{ВП}}^{\text{М.К.}}$$

для трьохтактного апарату –

$$\begin{aligned}
 t_{сД} &= \frac{C_1}{P_a(1-\eta_B)} (\Delta t_{отк}^{к.} + \Delta t_{отк}^{п.к.} + \Delta t_{вп}^{к.}) \\
 t_{сжд} &= \Delta t_{вп}^{п.к.} \\
 t_{од} &= \frac{C_2}{P_a} - (\Delta t_{отк}^{к.} + \Delta t_{отк}^{п.к.}) - \Delta t_{вп}^{к.} - \Delta t_{вп}^{п.к.}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

де  $D/отк$  - час, що витрачається на відкачування повітря із системи за пульсатором, с;  $D/отк$  - час, що витрачається на перемикання клапанного механізму колектора з нижнього положення у верхнє, с;  $D/впк$  - час, що витрачається на впуск повітря в систему за пульсатором;  $D/отт$  - час, що витрачається на відкачування повітря із системи за колектором, с;  $D/fin$  та  $Mi$  - час, що витрачається на заповнення повітрям керуючої камери колектора та системи за колектором, с.

Перехідні процеси визначені такою залежністю.

$$\begin{aligned}
 \Delta t_{отк}^{МК} = \Delta t_{отк}^{к.} &= \frac{128V_{МК} l_{ш} \eta_{воз}}{(P_a - h) \pi D_{ш}^4} \ln \left( \varphi_3 \frac{h}{h - h_{отк}^{МК}} \right) \\
 \Delta t_{вп}^{МК} = \Delta t_{вп}^{к.} &= \frac{128V_{МК} l_{ш} \eta_{воз}}{P_a \pi D_{ш}^4} \ln \left( \varphi_4 \frac{h}{h_{вп}^{МК}} \right)
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

де  $V_{МК}$  - сумарний об'єм системи після пульсатора, см<sup>3</sup>;  $D_{ш}$  і  $l_{ш}$  - діаметр і довжина шланга, см;  $h$  - Глибина вакууму в міжстінній камері доїльного склянки, при якій соскова гума випрямляється, і починається такт ссання, кПа;  $h_{отк}^{МК}$  - глибина вакууму в тій же камері, за якої починається такт розвантаження, кПа;  $\varphi_3$  і  $\varphi_4$  - змінні коефіцієнти перехідних процесів, визначаються виразами:

$$\varphi_3 = \frac{2P_a - (h + h_{отк}^{МК})}{2P_a - h} \quad \varphi_4 = \frac{2P_a + (h + h_{вп}^{МК})}{2P_a - h}
 \tag{15}$$

Отже встановлено, що перехідні процеси становлять часу циклу:  $D/отк = 10... 11\%$ ;  $D/впк = 8\%$ ;  $D/й = 7... 10\%$  і  $D/фif = 11... 13\%$ .

Проведені розрахунки з використанням формул (22) та (23) дозволили виявити графічні залежності середньої інтенсивності молоковидлення з

часткою вимені тварин від величини тиску та температури атмосферного та розрядженого повітря в системах агрегату.

Постійність заданого режиму роботи доїльних агрегатів у всіх умовах залежить від їх конструктивних параметрів. Основними конструктивними параметрами доїльних агрегатів, що підлягають визначенню, є: довжина та діаметр повітропроводу, обсяг повітрозбірника (ресивера); час заповнення внутрішньої порожнини ресивера, параметрів платформи, фіксатора та ін. агрегату для вівцематок.

Отже, їх визначення виведені відповідні формули, які вище наведені.

Конструктивні параметри розроблених доїльних агрегатів мають певну величину і потребують уточнення при експериментальних дослідженнях.

Аналіз результатів теоретичних досліджень показує, що заданий режим роботи, конструктивні, експлуатаційні параметри, а також зооветеринарні показники доїльних агрегатів нестабільні і змінюються у більшу чи меншу сторону від заданого (оптимального) залежно від тиску та температури атмосферного та розрядженого повітря в системах агрегату від кількості одночасно працюючих апаратів з одного пульсатора і т.д. Це може призвести до ряду негативних явищ, пов'язаних з недоліками доїльних агрегатів. Однак, подаючи у відповідні камери апарату атмосферний і різний розряджене повітря постійного тиску і температури при постійній кількості одночасно працюючих апаратів з одного пульсатора заданий режим роботи, відповідні параметри та показники стабілізуються незалежно від атмосферного тиску. Це призведе до максимального вирішення недоліків доїльних агрегатів, що серійно випускаються.



### 3.4 Розробка пульсатора мембранно-пневматичної дії для попарної роботи

#### 3.4.1 Обґрунтування параметрів пульсатора

Одним з головних шляхів зростання ефективності виробництва продукції тваринництва, подальшого підвищення його продуктивності та якості кінцевого продукту є індустріалізація цього виробництва. Використання індустріальних методів виробництва потребує удосконалення технологічних та технічних рішень. Стосовно молочно-товарної ферм найважливішим виробничим процесом отримання молока є доїння. Це обумовлюється складністю взаємодії елементів в системі «комератор-машина-тварина».

Відомо, що удосконалення процесу та засобів доїння може підвищити продуктивність корів на 25-30%. Особливий вплив на здоров'я, продуктивність корів та якість молока має досконалість конструкції, взаємодія параметрів та режиму роботи доїльного апарата. Параметри та режими роботи повинні відповідати фізіологічним особливостям процесу молоковиведення молока.

Запропонований доїльний апарат з попарно-комбінованою дією, в якому на протязом певного циклу відбувається чергування фаз: одночасного такту ссання в обох парах доїльних стаканів, тактів ссання в одній при стиску вільний парі стаканів (в цих фазах відбувається виведення молока) та одночасного такту стиску в обох парах (в цій фазі відбувається масаж вимені).

Рациональна різниця частоти пульсації в парах доїльних стаканів знаходиться в межах від 0,1 до 0,2 Гц. Запропонований режим доїльного апарата збільшує кількість молока виведеного під час машинного доїння на 13,9% та загальний його вихід на 8,2%, а також скорочує тривалість машинного додоювання в 1,9...2,1 рази.

Існуючі доїльні апарати [1] з одночасною дією доїльних стаканів відзначаються високою інтенсивністю виведення молока та нерівномірне

надходження його в молокозбірну камеру колектора. Подразнення дійок та вимені в цілому є одноманітно-синхронне на протязі всього часу доїння.

Сучасні доїльні апарати з попарною дією [2] доїльних стаканів забезпечують стабільне надходження молока в камеру колектора, мають вдвічі

більше подразнень. Подразнення дійок та половинок вимені, також, синхронно-одноманітне. Доїльні апарати попарної дії мають нижчу інтенсивність молоковиведення порівняно з апаратами одночасної дії.

Удосконалення [3] пневмомембранного пульсатора доїльного апарата попарного доїння з можливістю незалежної зміни тривалості такту ссання в

одній із пар чвертей вим'я, що відповідає фізіологічним особливостям корів і забезпечує режим попарного доїння, на базі вузлів уніфікованого синхронного пульсатора.

Доїльні апарати з почетвереною дією доїльних апаратів мають високу стабільність надходження молока в камеру колектора. Створюють стимулюючі одноманітно-синхронні подразнення кожної окремої дійки та вимені в цілому. Такі апарати мають, також, значно нижчу інтенсивність молоковиведення.

Тому доцільним є удосконалення параметрів та режиму роботи доїльного апарата. Поставлена проблема може бути вирішена з'єднанням керуючих ланок - пульсаторів за різною частотою пульсації для кожної з двох пар згрупованих разом молочних залоз, що дає можливість забезпечити не синхронне (асинхронне) подразнення пар дійок та вимені, виведення молока і змінити характер надходження молока у молокозбірну камеру колектора.

### 3.4.2 Обґрунтування конструкції пульсатора

Удосконалення блока пульсаторів з різною частотою пульсації дозволить поєднати основні переваги з високою інтенсивністю виведення молока доїльного апарата з одночасним режимом виведення молока та стабільне надходження молока в камеру колектора з попарною дією доїльних стаканів. Покращення повноти виведення молока в межах зоотехнічних норм є можливе за рахунок асиметричних подразнень [4] між різномолочними парами дійок. Зменшити падіння вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора в залежності від порції за рівномірного надходження молока.

Характерною конструкційною особливістю блока пульсаторів (рис. 3.1) є наявність спільної камери постійного атмосферного тиску, підвідної магістралі з постійним вакуумметричним тиском, відокремлених керуючих камер змінного тиску з керованими дросельючими отворами та відокремлених камер змінного тиску, які з'єднані з відповідними парами міжстінкових камер доїльних стаканів. За рахунок такого рішення створюється режим роботи між парами дійок вимені з асинхронним подразненням вимені в цілому, поєднання переваг за попарним та одночасним виведення молока (попарно-комбінований режим) і надходження молока у молокозбірну камеру колектора за кожний пульс від пари дійок (рис. 3.2).

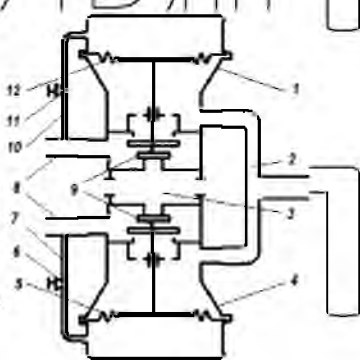


Рис. 3.1. Схема розробленого блока пульсаторів доїльного апарата та загальний вигляд: 1, 4 - камери постійного вакуумметричного тиску; 2 - підвідний вакуумний патрубок; 3 - камера постійного атмосферного тиску; 5, 12 - мембрана; 6, 11 - дросельні отвори; 7, 10 - керований канал; 8 - вивідні патрубки керованого тиску; 9 - блоки клапанів управління.

Попарно-комбінований режим має повторювальні періоди, складовими якого є характерні ознаки:

- одночасної роботи обох пар доїльних стаканів в режимі ссання;
- роботи однієї пари доїльних стаканів в режимі ссання, а іншої в такті стисну.
- одночасної роботи обох пар доїльних стаканів в режимі стиску (масажу).

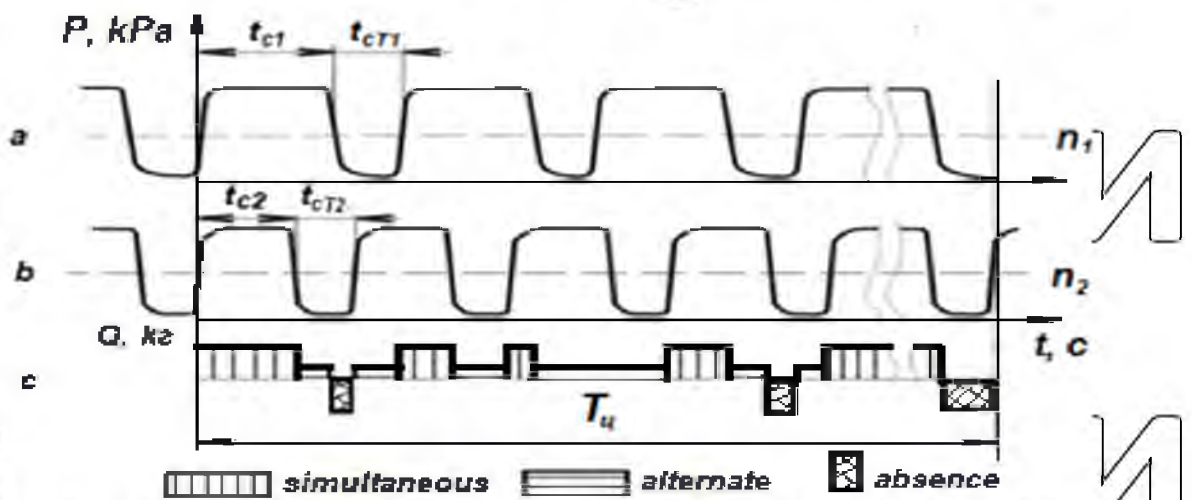


Рис. 3.2. Циклограми зміни вакуумметричного тиску в міжстінкових просторах окремих пар (а, б) доїльних стаканів та характер зміни режиму надходження молока у молокозбірну камеру колектора (с) при попарно-комбінованому режимі роботи доїльного апарата.

#### 3.4.4 Обґрунтування фізичної суті параметрів пульсатора

Попарно-комбінований варіант за інтенсивністю виведення молока наближається до одночасного режиму роботи доїльних стаканів при збереженні рівномірності потоку молока, що надходить до колектора. Останнє, сприяє стабілізації рівня вакуумметричного тиску у піддійкових просторах доїльних стаканів.

Роботи доїльного апарата визначається, загально відомими, параметрами:

тривалість пульсу -

$$t_n = t_c + t_{cm} \quad (16)$$

частота пульсів -

$$n = \frac{1}{t_n} \quad (17)$$

співвідношення тактів -

$$\lambda = \frac{t_c}{t_{cm}} \quad (18)$$

де  $t_c$  - тривалість такту ссання, с;  
 $t_{cm}$  - тривалість такту стиску, с.

Попарно-комбінований режим роботи доїльних стаканів забезпечується умовою:

$$n \neq n_2 \quad (19)$$

де  $t_{n1}$  і  $t_{n2}$  - тривалість пульсів, відповідно, для першої і другої пар доїльних стаканів.

За вище наведеною умовою (4) тривалість пульсів величини нерівні і можуть змінюватися в межах зоотехнічних вимог до параметрів роботи доїльного апарата. Тоді  $n_1 > n_2$ , можна позначити, як різницю:

$$\Delta n = n_1 - n_2 \quad (20)$$

Під час проходження пульсів в кожній парі доїльних стаканів настає такий момент, коли початок такту (ссання) в парах доїльних стаканів збігатимуть і почнеться новий період  $T_{ц}$ . Тоді, у періоді в кожній парі доїльних стаканів кількість пульсів повторюється, відповідно, декілька разів  $k_1$  та  $k_2$  (кратність пульсів).

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= \frac{t_{n_2}}{\Delta t}, k_1 \in Z, \\ k_2 &= \frac{t_{n_1}}{\Delta t}, k_2 \in Z, \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Тривалість періоду визначається:

$$T_{ц} = k_1 t_{n_1} = k_2 t_{n_2} \quad (22)$$

Протягом роботи доїльного апарату з попарно-комбінованим режимом відбувається циклічне повторення періодів. Під час проходження періодів відбувається асинхронне подразнення половинок вимені за певним алгоритмом, який визначається кратністю пульсів. Одночасне виведення

молока, вказаним доїльним апаратом, відрізняються кількістю задіяних пар доїлок у такті ссання та надходження цих порцій в меюкозбірну камеру колектора. Надходження молока у збірну камеру колектору наближається до неперервного потоку, що забезпечує зменшення коливання вакуумметричного тиску у камері.

Визначення тривалості циклу  $T_{\text{ц}}$  для режиму роботи доїльного апарата попарно-комбінованого типу визначали графічно-аналітичним методом (рис.3), як сума відповідних тривалостей відповідних періодів.

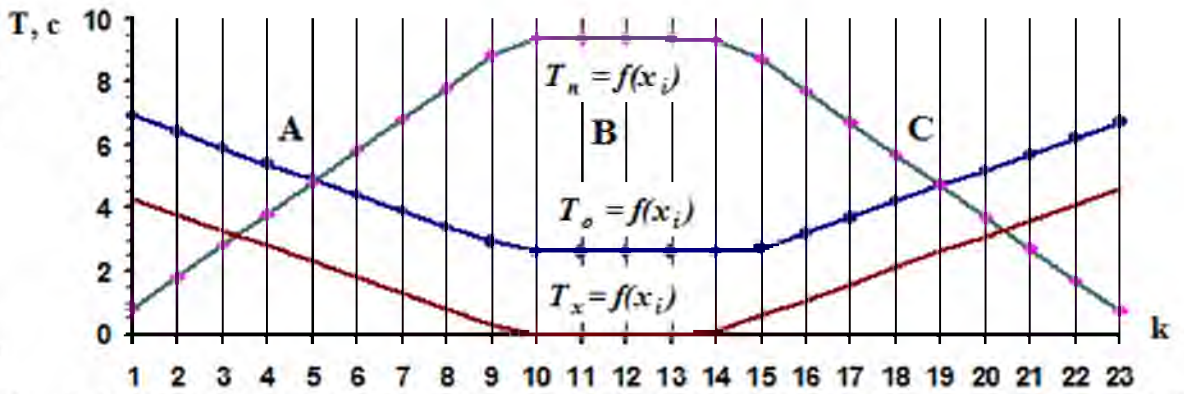


Рис. 3.3. Залежності тривалості періодів ( $T_{\text{ц}}$ ) від кратності кратність пульсів для першої ( $k_1$ ) і другої пар доїльних стаканів ( $k_2$ )

Тоді 
$$T_o = \sum_{i=1}^{i=k_1} t_{o_i} ; \tag{8}$$

$$T_n = \sum_{j=1}^{j=k_2} t_{n_j} ; \tag{9}$$

$$T_x = \sum_{l=1}^{l=k_1} t_{x_l} ; \tag{10}$$

де  $t_{o_i}$  - тривалість періоду одночасної роботи обох пар доїльних стаканів, в режимі ссання, с;

$t_{n_j}$  - тривалість періоду роботи однієї пари стаканів в режимі ссання, а іншої в такті стиску, с;

$t_{x_l}$  - тривалість періоду одночасної роботи обох пар стаканів в режимі стиску, с.

Графічна залежність тривалості періодів - одночасного, попарного та холостого періодів роботи являє собою криву, яка має три прямолінійні ділянки (А, В, С). Крива одночасного і холостого періодів мають однакові кутові коефіцієнти, але різні початкові ординати. Зміна цих кривих на ділянках має однаковий характер.

Крива періоду попарної роботи має характер зворотній кривим одночасного та холостого періодів, а також інші кутові і початкові ординати. Оскільки величини  $t_{o_i}$ ,  $t_{n_i}$ ,  $t_{x_i}$  мають змінний характер в межах одного циклу,

тривалість останнього можна подати у вигляді:

$$T_{ци} = f_o(x_i) + f_n(x_i) + f_x(x_i) \quad (11)$$
  
де  $f_o(x_i)$ ,  $f_n(x_i)$ ,  $f_x(x_i)$  - функції відповідно одночасної, попарної і холостої тривалостей для  $i$ -го періоду циклу, прямолінійних ділянок (А, В, С);

$x_i$  - досліджуваний параметр, від якого залежить вказана функція.

### 3.4.5 Експериментальні дослідження режимів роботи пульсатора

Основою для створення дослідної установки було використання складових елементів дослідного стенду - для перевірки доїльних апаратів, зокрема: витратомір імітатора молоковіддачі, молокопроводом, штучного вимені, вакуумної установки з вакуумпроводом, вакуумметрів, тензометричних датчиків вакуумметричного тиску. Загальний вид установки наведено на рис. 4, а конструктивно-функціональна схема стенда на рис. 5.

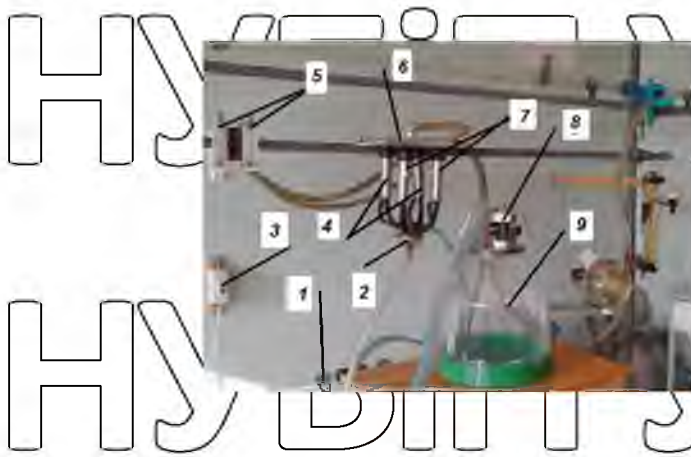


Рис. 3.4. Загальний вид установки для проведення досліджень (експериментальних):  
 1 - вакуумметрична установка; 2 - колектор; 3 - вимикач установки; 4, 7 - пари доїльних стаканів; 5 - витратоміри імітатора молока; 6 - штучне вим'я; 8 - блок пульсаторів; 9 - доїльне відро

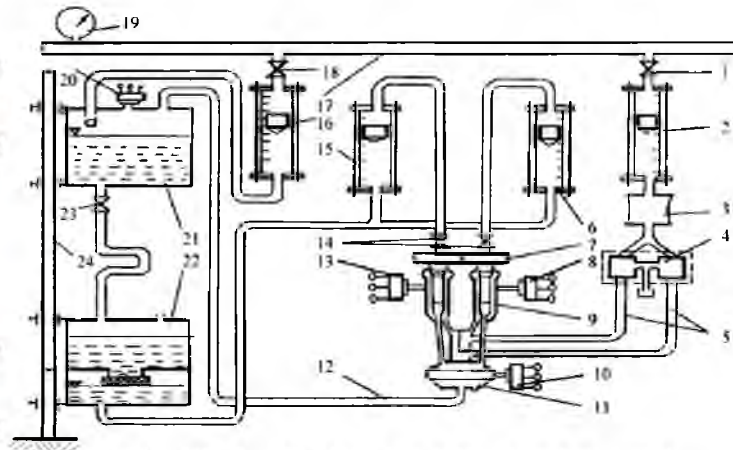


Рис. 3.5. Конструктивно-функціональна схема стенда для дослідження режимів роботи доїльних апаратів: 1, 14, 18, 23 - вентилі; 2, 6, 15, 16 - ротаметри; 3 - ресивер; 4 - блок пульсаторів; 5 - повітряні шланги; 7 - штучне вим'я; 8, 10, 13, 20 - датчики тиску; 9 - доїльні стакани; 11 - колектор; 12 - шланг молочний; 17 - вакуум провід; 19 - вимірювач тиску; 21 - молокозбірник; 22 - живильник; 24 - стійка

Дана установка дозволяє проводити досліди зі зняття параметрів доїльного апарата за різними режимами роботи:

- змінювати інтенсивність доїння та відсмоктуючу здатність в поєднанні попарного та одночасного режимів роботи доїльного апарата.

- контроль величини вакуумметричного тиску у збірній камері колектора;

- вимірювання частоти пульсації у кожній парі доїльних стаканів.

Для визначення впливу факторів (зміни тиску у міжстінкових камерах  $P_6$  та  $P_a$  та частоти пульсації  $n_1, n_2$ ) на амплітуду коливань вакуумметричного тиску та надходження молока у молокозбірну камеру колектора в тактах всасання і стиску за одночасним, попарним та комбінованим режимами роботи з обліком тривалості періодів, руху доїльних стаканів підвісної частини апарата проведено відповідний факторний експеримент.



Дослідження виконували за стандартами ISO 6690:2004 та СОУ 74.3-37-273:2005 з трикратною повторюваністю.

Інтенсивність молоковіддачі змінювали в межах від 0,2 л/хв до 3,8 л/хв за допомогою регулювального крану подачі рідини, контроль проводили ротаметрами РС-5 для відповідної пари стаканів. Коливання тиску у молокозбірній камері колектора з обліком часу проводили з використанням аналого-цифрового перетворювача. Робочий тиск в системі становив  $50 \pm 2$  кПа. Рух доїльних стаканів контролювали візуально.

При проведенні експерименту визначали зміни тиску в молокозбірній камері колектора та міжстінкових камерах доїльних стаканів.

Результати експериментальних досліджень. Отримані в результаті аналізу експериментальних даних рівняння:

$$T_{\text{ц}} = 0,1062 P - 98,588 \Delta n + 205,22 \Delta n^2 - 0,25 P \cdot \Delta n + 12,7862 \quad (12)$$

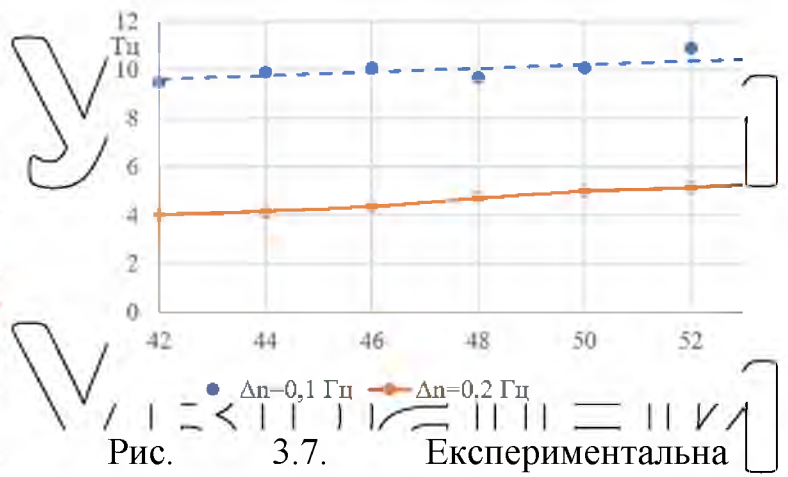
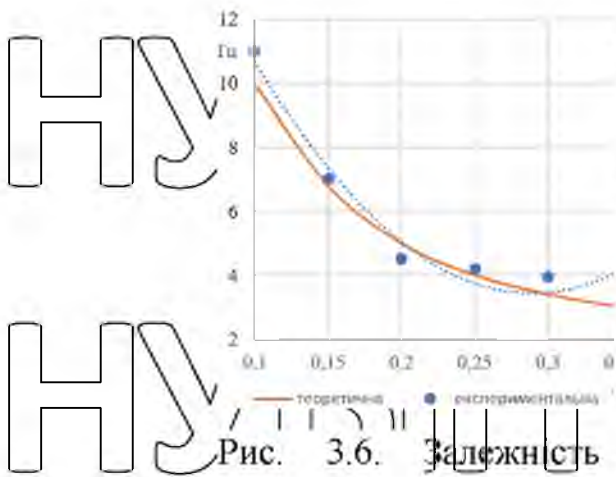
де:  $P$  – величина вакуумметричного тиску, кПа;

$\Delta n$  – різниця частоти пульсації, пул./хв.

Аналіз графічної моделі (рис. 3.6) вказує, що залежності мають характер графіка гіперболічної функції. Зменшення різниці частоти пульсації ( $\Delta n < 0,1$  Гц) приводить до геометричного зростання тривалості циклу, а збільшення її

при  $\Delta n > 0,25$  Гц - до несуттєвих змін останнього. Рівномірна зміна функції відгуку розташована в межах різниці частоти пульсів ( $\Delta n = 0,1 - 0,2$  Гц).

Залежно від величини вакуумметричного тиску (рис. 3.7) тривалість циклу змінюється несуттєво за лінійним характером.



тривалості циклу від різниці частота пульсації в парах доїльних величині за вакуумметричним тиском  $P_v = 50$  кПа

Теоретична модель для визначення тривалості циклу показує, що різниця частоти пульсації суттєво впливає на величину  $T_c$ . Вказана залежність підтверджується характером експериментальних кривих (рис. 3.8).

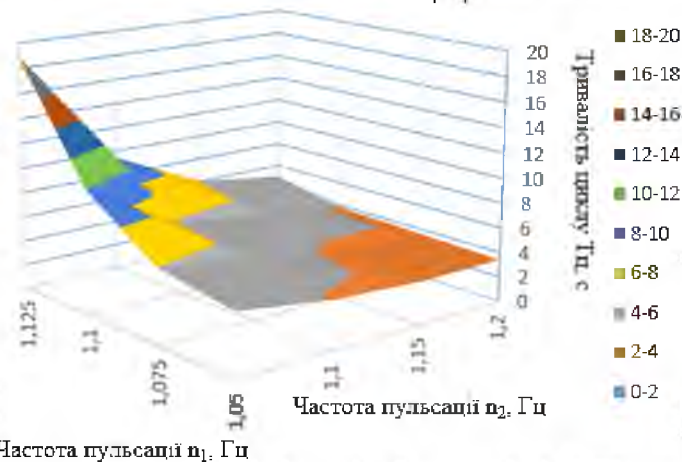


Рис. 3.8. Зміна тривалості циклу попарно-комбінованого режиму роботи доїльного апарата від зміни частоти пульсації в парах доїльних стаканів

На вказаній графічній моделі можна виділити основні зони зміни за величиною її приростом. Максимальне значення тривалості її зміни досягається у зоні (А)  $\Delta p = 0 \dots 0,05$  Гц, що наближається до одночасної дії

доїльних стаканів. Несуттєва зміна величини тривалості циклу до відповідного її приросту знаходиться у зоні  $\Delta n = 0,3 \dots 0,5$  Гц, яка характеризується зміною тривалості циклу на проміжку двох-трьох миктів, що створює несуттєві стимулюючі подразнення. Враховуючі, що у виробничих умовах мембранні пульсатори мають похибку за частотою пульсів  $\pm 0,08$  Гц для забезпечення заданого режиму вибираємо зону

зі зміною параметрів апарата у межах  $\Delta n = 0,1 \dots 0,3$  Гц. У вказаній зоні зміна величин тривалості циклу та його приросту значно рівномірна.

З аналізу залежностей рис. 6-8 можна зробити висновок, що раціональні умови, за яких буде забезпечено попарно-комбінований режим роботи удосконаленого доїльного апарата за зміною різниці частоти пульсації між парами стаканів апарата знаходиться у межах  $\Delta n = 0,2 \dots 0,1$  Гц.

Встановлено, що за рахунок зміни частоти пульсації в парах доїльних стаканів виникає попарно-комбінований режим роботи апарата. Параметр, який характеризує вказаний режим, це різниця частоти пульсів, кратністю повторень змін в циклі. Тривалість циклу має характерні періоди, тривалість яких змінюється і залежить від різниці частоти пульсацій між парами дійок.

Циклічні повторення викликають додаткові подразнення між парами дійок.

Отримані математичні моделі зміни тривалості тактів між парами доїльних стаканів за попарно-комбінований режим роботи доїльного апарата. Отримані залежності засвідчує, що найбільша тривалість циклу попарно-комбінований режим роботи доїльного апарата знаходиться в межах 10-14 кратних повторень.

### 3.5. Технічне обслуговування доїльної установки

Технічне обслуговування доїльних установок здійснюють у відповідності з вимогами фірм-виготовлювачів.

*Щобенно:*

- Перед доїнням перевіряють надійність кріплень заземлюючого проводу та наявність оливи в маслянці вакуумнасосу, при необхідності доливають її.

- Після включення двигуна вакуумнасосу необхідно впевнитись у відсутності сторонніх стуків і шумів при роботі насосу.

- Перевіряють рівень вакуумметричного тиску по вакуумметру (повинен відповідати інструкції з експлуатації на конкретну доїльну установку).

- Перевіряють систему повітряних ліній (вакуумний насос, вакуумні крани, регулятор рівня вакуумметричного тиску, вакуумний ресивер, вакуум провід)

- Перевіряють систему молокопроводу (ущільнювачі з'єднань, ущільнювачі кранів, молокозбірник, молокопровід, лічильники, доїльні апарати).

Уд час технічного обслуговування перевіряється вся установка, особлива увага звертається на доїльні апарати (дійкову туму, молочні шланги, трубки змінного вакуумметричного тиску) та пульсатори (мембрани, фільтруючі елементи, захисні елементи корпусу, елементи кріплення пульсатора до молочного крана) усі спостереження, зауваження та рекомендації записують в журналі огляду.

*Один раз на місяць (120 год роботи):*

- Розбирають доїльні апарати, перевіряють придатність деталей для дальшої експлуатації. Справні деталі промивають в гарячому 0,5 %-ному мийному розчині і ополіскують гарячою водою (60°C).

Перевіряють довжину дійкової гуми. Довжина активної частини (від кільцевої лінії переходу на голівці до кільцевої заглибини в місці переходу гуми в молочну трубку) дійкової гуми повинна бути меншою висоти гідзи доїльного стакану.

Критеріями для вибракування дійкової гуми, незалежно від наробітку є:

втрата еластичності; поява шершавості; наявність незмиваного нальоту і тріщин на поверхнях, які стикаються з молоком; зміна геометричної форми виробу (наприклад, западання всередину при дійковій частині половки, збільшення діаметру отвору присоску); погане утримання стаканів на вимені корів, які придатні до машинного доїння, при справній доїльній установці.

Якщо після кожного доїння не використовують пристрій циркуляційного промивання, то апарати промивають вручну з розбиранням один раз на тиждень.

- Розбирають і промивають молокозбірник, молочний насос, групові лічильники, корпус фільтра і охолоджувач молока гарячим 0,5 %-ним мийним розчином.

Для видалення „молочного каменю” молокопровід обробляють протягом 30-40 хв 0,2 -1,0 %-ним робочим розчином (температура 50-60°C)

однієї з кислот: соляної, сірчаної, оцтової, фосфорної або азотної. Після закінчення миття полоскати водопровідною водою (30-40°C) протягом 15 хв. Концентрація робочого розчину і тривалість обробки залежать від ступеню забруднення і частоти миття.

Для миття і дезинфекції установок можна використовувати також відповідні засоби вітчизняних і зарубіжних виробників доїльного обладнання

- Очищають вакуумну установку від пилу і бруду. Перевіряють натяг клинових пасів привода вакуумного насоса, миють в дизельному паливі гноти

маслянок, заливають в останні свіжу оливу і регулюють його витрату, промивають запобіжні клапани в вакуумних балонах.

- Розбирають і промивають клапани спускання конденсату на вакуум-проводі, перевіряють, а при необхідності, регулюють вакуумний режим.

*Один раз на 6 місяців:*

- Промивають і прочищають вакуумпровід, регулятори вакуумметричного тиску.

- Перевіряють продуктивність вакуумних насосів по максимальному вакуумметричному тиску або за допомогою приладів. При зниженні її більш ніж на 20% насос замінюють, контролюють герметичність молокопровода і вакуумпровода, точність показань вакуумметрів, пристроїв зоотехнічного обліку молока.

- Якщо раніш не з'явилися дефекти, замінюють (встановлюють нову) дійкову гуму, молочні трубки доїльних стаканів, мембрани пульсаторів і колекторів.

Гарантійний строк служби дійкової гуми становить від 2 до 2,5 тис. доїнь, або приблизно 6 місяців.

Гумові вироби доїльних установок експлуатуються без заміни і „відпочинку” на протязі всього строку служби.

- Розбирання та складання доїльних апаратів

Операції з розбирання та складання доїльних апаратів виконуються при технічному обслуговуванні.

При доїнні корів установками із збиранням молока в переносні відра операції виконуються в такій послідовності:

- знімають кришку доїльного відра з колектором і доїльними стаканами;

- знімають магістральні і молочні шланги та шланги змінного вакуумметричного тиску;

- знімають пульсатор та розбирають його від'єднують стакани від колектор

### 3.5. Санітарна обробка доїльних апаратів та установок

Санітарну обробку молочної лінії після кожного доїння необхідно проводити таким чином:

- перенести доїльні апарати в молочну, обмити їх зовні теплою водою і підключити до пристрою промивання. Зафіксувати шайбу-клапана в корпусі колектора в положенні „Промивання”;

- звільнити від залишків молока молокопровід, для чого в кожну робочу ділянку впустити повітря через перший молочний кран (опакуючи від роздільника), а потім відкрити кран розподільника і пропустити поролоновий піж. Спорожнити дозатори групових лічильників, відсмоктати молоко насосом із молокозбірника і припинити подачу холодної води в охолодник молока, видалити залишки молока із молочної лінії водою, вийняти фільтруючий елемент разового використання і утилізувати його.

Інші операції переведення доїльної установки в положення „Промивання” виконують у відповідності з заводською інструкцією на конкретну машину.

Необхідно включити в роботу автомат промивання. При його відсутності подальші операції необхідно виконати в такій послідовності: ополоснути молочну лінію теплою водою від залишків молока; промити гарячим мийно-дезинфікуючим розчином на протязі 15 хв., потім водопровідною водою 4-5 хв., звільнити систему від залишків води.

- включити в роботу автомат промивання.  
В проміжках між доїнням доїльні апарати зберігають на промивному пристрої.

### 3.6. Вимоги ДНАОП і інших нормативних документів до доїльного устаткування й виробничих процесів на МТФ

Обов'язковою умовою виробництва у тваринництві має бути дотримання вимог безпеки працюючими (операторами), виробничого обладнання (усі технічні засоби і машини) і середовища (матеріали, продукти, корми, мікроклімат у приміщенні, інші засоби, що не входять у систему “людина-машина-виробниче середовище”). Завдяки цьому досягається виконання виробничих процесів без травм, аварій та інших небезпечних ситуацій.

На фермах ВРХ Машини і обладнання, що застосовуються для виконання окремих робіт і технологічних процесів у тваринництві, повинні відповідати вимогам ДНАОН України, зокрема:

- НАОН 2.1.20 - 2.02 - 83 “ОСТ - 46.3.2.143-83. Догляд корів. Первинна обробка, зберігання та відправка молока. Вимоги безпеки”;

- НАОН 2.1.20 - 2.03 - 84 “ГОСТ 46.3.2.157-84. Утримання великої рогатої худоби. Вимоги безпеки”;

- НАОН 2.1.20-10Т-87. “Правила безпеки при виробництві продукції тваринництва”.

Конструкції захисних пристроїв мають задовольняти таким вимогам:

- вони не повинні негативно впливати на продуктивність праці;
- не погіршувати якість роботи машини;
- забезпечувати повну надійність захисту працюючих від дії небезпечних факторів;
- не повинні підвищувати рівень шуму і вібрацій;
- бути простими у виготовленні та експлуатації; не мати гострих вигинів, болтів, гайок;
- відповідати вимогам технічної естетики.

Робоче місце кожного працівника обладнують комплектом організаційно-технічних заходів, які забезпечують правильне розміщення і зберігання апаратів, пристроїв і обладнання, підтримання чистоти і порядку. До них належать предмети: для виконання основної роботи; для зберігання



запасних частин, розбирання, збирання і регулювання апаратів; для забезпечення зручних умов праці; для підтримання чистоти; для надання робочому місцю естетичного вигляду.

### 3.7 Вимоги з охорони праці до доїльної установки

Вдосконалений в роботі елемент та доїльна установка використовується для доїння корів. Відповідно до свого призначення безпека повинна забезпечуватися:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції;
- застосуванням у конструкції засобів механізації, автоматизації і засобів захисту;
- дотриманням економічних вимог;
- застосуванням у конструкції відповідних матеріалів.

Доїльне обладнання повинно бути вибухо-та пожежобезпечним. При експлуатації не створювати небезпеки внаслідок дії вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високих та низьких тисків і температур, агресивних середовищ тощо. Складові частини виконують з таким розрахунком, щоб виключилась можливість їх випадкового пошкодження. Конструкція пневмо- та гідросистем, повинна бути виконана відповідно до вимог безпеки. Електрообладнання повинно бути відділено від обладнання яке обслуговує тварин діелектричною вставкою.

Конструкцією обладнання повинен бути передбачений захист від ураження електричним струмом.

Частини обладнання, що являють небезпеку для людини, повинні бути пофарбовані у сигнальні кольори з нанесенням знаків безпеки.

Особи, допущені до участі у виробничому процесі, мають відповідати вимогам безпеки за своїми фізіологічними, психо-фізіологічними,

психологічними характеристиками. До участі у процесі допускають осіб з професійною підготовкою, що відповідає характеру роботи.

### Висновки по розділу

Попарно-асинхронний (попарно-комбінований) режим роботи доїльного апарата забезпечує за період кожного циклу такі фази: одночасного ссання в обох парах доїльних стаканів, такту ссання в одній із пар при такті стиску в іншій, а також одночасного такту стиску в обох парах стаканів.

Завдяки цьому він забезпечує поєднання режимів роботи доїльних стаканів з ознаками доїльних апаратів як з одночасною так і з попарно-синхронною дією доїльних стаканів. Додаткові параметри, що характеризують режим роботи такого варіанту доїльного апарату: різниця частоти пульсації між парами доїльних стаканів, тривалість та частота циклів чергування відмічених фаз, а також тривалість самих фаз за період циклу.

Одержані теоретичні і експериментальні залежності, які свідчать, що тривалість циклу доїльного апарату попарно-комбінованого типу залежить від різниці частоти пульсації в парах доїльних стаканів і змінюється за гіперболічним законом, співвідношення тривалості фаз одночасної та попарної дії стаканів в межах циклу змінюється за лінійним законом.

Відношення тривалості такту ссання до такту стиску в кожній із пар доїльних стаканів впливає на тривалість фаз одночасної та попарної дії доїльних стаканів. Рациональна величина вказаного відношення знаходиться в межах  $2,0..2,1$ .

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОГО КЕРУЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА  
МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧНОГО АПАРАТА

# НУБІП України

Ефективність вдосконаленого апарата попарно-комбінованої дії

обумовлена суттєвим покращенням технологічних показників процесу доїння

(див. табл. 5.1 та 5.2). Так середня тривалість холостого доїння знизилась до

0,84 хв. Внаслідок цього зменшилось негативне подразнення окремих четвертей і вимені в цілому, що позитивно впливає на інтенсивність

молоковіддачі, яка збільшилась до 1,57 кг/хв., що дозволяє підвищувати

продуктивність праці оператора машинного доїння і, відповідно, пропускну

здатність доїльної установки.

Пропускна здатність доїльної установки залежить від кількості

операторів, що її обслуговують, числа доїльних апаратів, з якими працює один

оператор та тривалості циклу доїння однієї корови

# НУБІП України

$$W_y = \frac{60 \cdot n_{o.a} \cdot N_{op}}{t} \quad (4.1)$$

де  $N_{op}$  – кількість операторів, чол.;

$n_{o.a}$  – кількість апаратів, що обслуговує один оператор, шт.;

$t$  – тривалість циклу доїння однієї корови, хв.

Зменшення часу доїння однієї корови знизить тривалість циклу доїння,

який визначається наступною залежністю:

# НУБІП України

$$t = t_0 + t_p + t_n \quad (4.2)$$

де  $t_0$  – тривалість доїння однієї корови, хв.;

$t_p$  – тривалість ручних та машинно-ручних операцій, хв.;

$t_n$  – тривалість переходів від корови до корови, хв.

# НУБІП України

Середня тривалість ручних операцій та переходів від корови до корови при їх доїнні в стійлах в молокопроводі складає, згідно експериментальних даних, 1,85 хв.

Техніко-технологічні показники доїння корів в стійлах доїльною установкою укомплектованого апаратами АДУ-1, Інтерпульс-90, попарно-комбінованої дії та вдосконаленим попарно-комбінованої дії при разовому надої від корови 7 кг показують (табл. 4.3), що вдосконалений апарат попарно-комбінованої дії характеризується найменшою величиною тривалості циклу (6,22 хв). Внаслідок цього збільшилась пропускна здатність доїльної установки до 114,3 корови за годину, в порівнянні з установкою укомплектованого серійними вітчизняними апаратами АДУ-1, складає 13,5%.

Таблиця 5.3 - Ефективність доїння корів в стійлах установкою з молокопроводом при разовому надої 7 кг від корови

Показники	Варіанти доїльного апарата			
	АДУ-1	Інтерпульс-90	попарно-комбінованої дії	вдосконалений попарно-комбінованої дії
Тривалість доїння корови, хв.	5,3	5,15	4,9	4,45
Тривалість циклу доїння корови, хв.	7,15	7,0	6,75	6,22
Пропускна здатність установки, кор/год	100,7	102,8	106,7	114,3
Підвищення пропускної здатності, %	-	2,1	5,96	13,5

Крім цього, зменшення тривалості холостого доїння зменшує негативну дію апарата на вим'я корови, що в свою чергу менше подразнює вим'я.

Зменшення подразнень вимені знижує вірогідність захворювання корів маститом, що суттєво підвищить продуктивність корів і знизить витрати на їх лікування.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз існуючих способів доїння корів показав, що доїльні апарати

з одночасним і попарним функціонуванням дійкових стаканів мають суттєві недоліки. Перші виникають внаслідок нерівномірного виділення молока, а другі — через його низьку інтенсивність.

2. Парокомбінований режим роботи доїльного апарату передбачає наступні фази в кожному циклі: одночасне всмоктування обох пар дійкових стаканів, хід всмоктування в одній з пар, хід стиснення в другій парі та

одночасний хід всмоктування, хід стиснення в обох парах чашок. Завдяки цьому він поєднує режими роботи доїльних стаканів з особливостями доїльних апаратів, як з одночасною, так і з попарно-синхронною роботою доїльних

стаканів. Додаткові параметри, що характеризують роботу даного варіанту доїльного апарату: різниця частоти пульсації між парами дійкових стаканів, тривалість і частота чергування циклів позначених фаз, а також тривалість самих фаз протягом циклу.

3. Отримано теоретичні та експериментальні залежності, які показують, що тривалість циклу доїльного апарату комбінованого типу залежить від різниці частоти пульсації пар дійкових стаканів і змінюється за

гіперболічним законом, співвідношення тривалості доїльного апарату фази одночасної і парової роботи стаканів у межах циклу змінюється за лінійним законом.

4. Відношення тривалості такту всмоктування до такту стиснення в кожній парі дійок впливає на тривалість фаз одночасної та парної роботи дійок. Рациональне значення наведеного коефіцієнта знаходиться в межах 2,0...2,1. Встановлено, що за рахунок зміни частоти пульсації в парах доїльних

стаканів виникає попарно-комбінований режим роботи апарата. Параметр, який характеризує вказаний режим, це — різниця частоти пульсів, кратністю повторень змін в циклі. Тривалість циклу має характерні періоди, тривалість

яких змінюється і залежить від різниці частоти пульсації між парами дійок.

Циклічні повторення викликають додаткові подразнення між парами дійок.

Отримані математичні моделі зміни тривалості тактів між парами доїльних стаканів за попарно-комбінований режим роботи доїльного апарата. Отримані залежності засвідчує, що найбільша тривалість циклу попарно-комбінований режим роботи доїльного апарата знаходиться в межах 10-14 кратних повторень.

5. Режим роботи апарату комбінованого типу, що характеризується зміною величини тиску в молокозбірній камері колектора протягом циклу.

Частота пульсації та цикли санусука в міжстінковій камері для наступної пари доїльних стаканів залишаються незмінними протягом циклу доїння та часу.

6. Тривалість циклічних вакуумних подразнень при режимі роботи доїльного апарату 7...15 с (з різниці частоти пульсації  $\Delta n = 0,1 \dots 0,2$  Гц).

7. Існуючі та дослідні доїльні апарати не забезпечують одночасне доїння передньої та задньої грудей. Тривалість доїння окремих ділянок знаходиться в межах (1,4-1,52) хв, що становить (32-32,7)% часу доїння однієї корови.

8. Визначені параметри вдосконаленого часто комбінованого добрива. Коефіцієнт зчеплення між передніми та задніми шинами становить 1:1 та 2:1. Частота пульсації в цьому випадку становить 1,0 і 0,2 Гц.

9. Встановлено, що вдосконалений апарат з параконбінованим розчином забезпечує повну та швидко утилізацію молока із заміною. Середня інтенсивність доїння вимені становила 1,57 кг/хв, а час очікування скорочено до 0,84 хв, що становить 19,6 % часу доїння.

## Список використаної літератури

1. Положення про підготовку і захист магістерської кваліфікаційної роботи у національному університеті біоресурсів і природокористування України. Електронний ресурс - [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/16\\_polozhennya\\_pro\\_napis\\_mag.kvalifikaciynoyi\\_roboti\\_2021.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/16_polozhennya_pro_napis_mag.kvalifikaciynoyi_roboti_2021.pdf)
2. ЗАТВЕРДЖЕНО вченою радою НУБіП України « 26 » вересня 2018 р. протокол № 2
3. Внесено зміни вченою радою НУБіП України « 22 » грудня 2020 р. протокол № 5
4. Доповнено вченою радою НУБіП України « 23 » червня 2021 р. протокол № 11
5. Положення про підготовку магістрів у національному університеті біоресурсів і природокористування України. Електронний ресурс - [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u107/polozhennya\\_pidgotovka\\_magistriv\\_zmini\\_i\\_dop.\\_2022.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u107/polozhennya_pidgotovka_magistriv_zmini_i_dop._2022.pdf)
6. ЗАТВЕРДЖЕНО вченою радою НУБіП України 26 вересня 2018 року, протокол № 2
7. Внесено зміни вченою радою НУБіП України « 23 » 02 2022 р. протокол № 6
8. Положення про запобігання та виявлення плагіату у Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Електронний ресурс - [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/28\\_polozhennya\\_pro\\_perevirk\\_u\\_na\\_plagiat.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/28_polozhennya_pro_perevirk_u_na_plagiat.pdf)
9. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. – К.: Кондор, 2009 – 731 с.

10. Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Ребенко В.І.  
Машинновикористання у тваринництві / О.О. Заболотько, В.С.  
Хмельовський, В.І. Ребенко, – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 248 с.

11. Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Ребенко В.І. Проектування і  
розрахунок технологічних систем у тваринництві: Посібник для  
студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації  
/ О.О. Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко, – К.: ЦП  
«Компринт», 2018. – 268 с.

12. Ребенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О. Проектування  
технологічних процесів у тваринництві: Підручник. – К.: ЦП  
«Компринт», 2018. – 292 с.

13. «Посібник для самостійного навчання з охорони праці у схемах,  
таблицях і графіках» (К.: Видавничий центр НУБіП України. – 2014. –  
132 с.)

14. Закону України «Про охорону праці», Закону України «Про  
загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного  
випадку», Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів,  
Правил пожежної безпеки в Україні, правил надання домедичної  
допомоги, а також НПА ОП 01.0-1.02-18 «Правила охорони праці у  
сільському господарстві».

15. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві.  
За ред. І.М. Бендери, В.П. Лаврука – Кам'янець-Подільський: ФОП  
Сисин О.В., 2011. – 564с.

16. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. За ред.  
Скорика О.П., Полупанова В.М. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – 429с.

17. Войналович О.В. Безпека виробничих процесів у  
сільськогосподарському виробництві. / Войналович О.В., Марчишина  
Є.І., Кофто Д. Г. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 418  
с.



18. Bueso-Ródenas J., Romero G., Navarro A., Pérez E. Effect of the pulsation type (alternate or simultaneous) on milk yield and health status of the mammary gland of Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.* 102:3339–3347.

Available at: <https://www.sciencedirect.com/search?qs=Pulsa>

19. Paul D. Thompson, Alen Dzidic, Graeme A. Mein, etc. Cyclic pressure applied to cows' teats by teatcup liners can be determined simply and noninvasively. *J. Dairy Sci.* 104:1881–1886. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/search?qs=Pulsa>

20. Franziska E. Bluemel, Pascal E. Savary, Matthias E. Schick. Effects of an extended c-phase on vacuum conditions in the milking cluster. *Biosystems Engineering*, Volume 148, August 2016, Pages 68–75. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S>

21. Galina Dineva. VACUUM-PULSATION CHARACTERISTICS OF NEW AND USED MILKING LINERS. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 7, No 4, 2018, 1145–1151.

22. Shehadeh Kaskous. Optimization of the Pulsation Ratio During the Course of Milk Removal after using A Quarter Individual Milking System “MultiLactor”. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*

Volume 6, Issue 6, ISSN (Online) 2319-1473.

23. *Машины та обладнання для тваринництва: Підручник.* / І.І.Ревенко, М.В.Брагінець, В.С.Хмельовський та ін.; К.: Кондор, 2018. – 568 с.

24. Ревенко І.І. Вдосконалення процесу і засобів машинного доїння корів / І.І. Ревенко, О.О. Заболотько, С.П. Ліщинський // *Пропозиція.* – 2005. - №11 - С. 116-119

25. Syrotiuk V. M. Analysis of constructions of pneumatic membrane pulsers of pair action and substantiation of their operation modes / V. M. Syrotiuk, S. M. Baranovych, S. V. Syrotiuk // *Motrol. Motoryzacia i energetyca rolnictwa.* – Lublin, 2011. – Т. 13D. – P. 309-317.

26. Patent 200509457 (Ukr.) The method of pairwise-combined machine milking / I.I.Revenko, C.P. Lishinsky, O.O. Zaboletko | *Bjul.*, 2006. - №1.

27. Oksana Achkevych, Vasyl Achkevych, Viacheslav Bratishko, Svitlana Potarova. Justification of rational design parameters of milking machine for installations with milk line system. Engineering for Rural Development, 2020, 19, pp.1313-1318.

28. А.с. 1568952. МКИ А 01 J 5/02 Способ машинного доения /А.Д.Лопатин (СССР). Заявлено: 11.01.89, Опубл. 07.06.90, бюл. № 21 – 3 с.

29. А.с. 1794418. МКИ А 01 J 5/02 Устройство для доения животных ИИИ. Гриневича (СССР). Заявлено: 09.07.92, Опубл. 15.02.93, бюл. №7. – 3 с.

30. Бабкин В.П. Исследование процесса доения коров и пути дальнейшего совершенствования доильных машин: Дис.. канд. техн. наук. – Харьков, 1962. – 191 с.

31. ДСТУ 28545 – 90 Установки доильные. Технические требования – Взамен ГОСТ 11730 – 73; Введен 01.01.91. – К.

32. Заболотько О.О. Результати виробничої перевірки доїльного апарата допарної дії // 35. наук. праць НАУ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – К., 2018. – Т.4.

33. ИСО 5707 – 83 Доильные установки. Конструкция и эксплуатация. Введ. 01.01.83. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – с 43

34. Машинне доїння корів і первинна обробка молока / А.І.Фененко, С. П. Москаленко, В. Д. Роговий та інші. / Під ред. А.І.Фененко. – К.: Урсжай, 2010 – 214 с.

35. Alfa – Laval. Проспекти фірми (Швеція).

36. Westfalie-Separator. Проспекти фірми (Німеччина).