

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Осипчук Олександр Миколайович

УДК 636.2.034

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-
РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНОГО
АПАРАТУ

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Осипчук О.М.

Керівник роботи

Медведський О.В.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Осипчук Олександр Миколайович. Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів доїльного апарату. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В магістерській роботі розроблено конструктивно-технологічну схему багатофункціонального стимулювального доїльного апарату, який має містити двокамерні доїльні стакани, колектор, вібропульсатор із високочастотним блоком вимикання, блок управління режимом доїння, блок управління рівнем вакууму з пристроєм перемикання магнітного клапана, приймач із мембраною дроселя підсоскової камери.

Доведено, що зміна вакуумметричного тиску і ввімкнення (вимкнення) високочастотного блоку вібропульсатора призводять до зміни режимних параметрів розроблюваного апарату. Встановлено такі режими роботи експериментального апарату: однофазний низьковакуумний з постійною стимуляцією і трифазний з керованою стимуляцією. Вакуумметричний тиск, створюваний апаратом у фазі стимуляції 38^{+2} кПа, фазі основного доїння 48^{+2} кПа, фаза додавання 38^{+2} кПа.

Результати виробничих випробувань свідчать про те, що експериментальний доїльний апарат є працездатним і дає змогу підвищити разовий удій на 6,9% і знизити тривалість доїння на 7,1%.

Ключові слова: доїльний апарат, тиск, колектор, управління, стимуляція, камера.

ANNOTATION

Osipchuk Oleksandr Mykolayovych. Substantiation of design and operating parameters of a milking machine. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 Agricultural Engineering.
– Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

In the master's thesis, a constructive and technological scheme of a multifunctional stimulating milking machine was developed, which should contain two-chamber milking cups, a collector, a vibration pulsator with a high-frequency switch-off unit, a milking mode control unit, a vacuum level control unit with a magnetic valve switching device, a receiver with a suction chamber throttle membrane.

It is proved that changing the vacuum pressure and switching on (off) the high-frequency unit of the vibropulsor lead to changes in the operating parameters of the developed apparatus. The following modes of operation of the experimental apparatus were established: single-phase low-vacuum with constant stimulation and three-phase with controlled stimulation. The vacuum pressure created by the apparatus in the stimulation phase is 38 ± 2 kPa, the main milking phase is 48 ± 2 kPa, and the supplementation phase is 38 ± 2 kPa.

The results of the production tests show that the experimental milking machine is efficient and allows to increase the single milk yield by 6.9% and reduce the milking time by 7.1%.

Keywords: milking machine, pressure, manifold, control, stimulation, chamber.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	8
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТИМУЛЮВАЛЬНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	39
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У багатьох господарствах нашого регіону активно розвивається молочне тваринництво. Основним технологічним процесом на фермі з виробництва молока є доїння.

Нині поряд із будівництвом великих молочних комплексів, де доїльні установки комплектуються елементами автоматики, що дають змогу керувати режимом доїння, паралельно розвиваються фермерські господарства в умовах прив'язного утримання корів невеликими групами, де доцільним є використання багатофункціональних доїльних апаратів, які дають змогу здійснювати низку найважливіших технологічних операцій: роздоювання первісток і новотільних корів у пологовому відділенні та доїння основного стада.

Тому для повнішого вилучення молока з вимені необхідне використання конструкції високопродуктивного багатофункціонального доїльного апарату, який адекватно відповідає фізіології тварини та забезпечує виконання різних технологічних операцій, пов'язаних із машинним доїнням корів. Однак аналіз наявних переносних доїльних апаратів засвідчив, що до теперішнього часу промисловістю не освоєно випуск багатофункціонального доїльного обладнання, яке володіє повним спектром параметрів режиму доїння, що варіюють, під час доїння у відро.

У зв'язку з цим, наукова актуальність дослідження полягає в необхідності розроблення конструкції доїльного апарату, що забезпечує підвищення адаптивності та функціональності доїння корів невеликими групами за їхнього прив'язного утримання.

Об'єкт дослідження – є робочий процес багатофункціонального стимулюючого доїльного апарату.

Предмет дослідження – є закономірності зміни показників роботи багатофункціонального стимулюючого доїльного апарата від його конструктивно-технологічних параметрів.

Метою роботи є обґрунтування параметрів і режимів роботи багатофункціонального стимулюючого доїльного апарату.

У зв'язку з поставленою метою в цій роботі вирішувалися такі науково-практичні завдання:

- розробити конструктивно-технологічну схему багатофункціонального стимулювального доїльного апарату;
- обґрунтувати режимні параметри багатофункціонального стимулювального доїльного апарату та визначити фізіологічні параметри впливу розроблюваного апарату на молочну залозу в різних режимах доїння;
- обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри пристрою перемикання блока керування режимом доїння та пристрою перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму.

Методи наукового дослідження. Теоретичні дослідження базувалися на відомих законах математики, теоретичної механіки та ін. наук. Для отримання розрахункових залежностей використовували метод математичного моделювання на основі диференціального та інтегрального обчислення, що дає змогу встановити параметри та режими роботи багатофункціонального стимулюючого доїльного апарату. Дослідження проводилися на основі відомих і приватних методик з використанням теорії планування експерименту, сучасних приладів і ЕОМ, спеціально розроблених установок, а також комп'ютерного моделювання в Компас-3D. Обробку експериментальних даних здійснювали на основі математичного моделювання та статистики із застосуванням сучасного програмного забезпечення: Maple, Statistica, Microsoft Excell.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Осипчук О.М.** Аналіз стану питання досліджень конструкцій доїльних апаратів. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 225-227.

2. Білецький В. Р., Осипчук О. М. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми багатофункціонального стимулювального доїльного апарата. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 204-206.

3. Білецький В. Р., Осипчук О. М. Результати досліджень конструктивних параметрів пристрою перемикання магнітного клапану блоку керування рівнем вакууму. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для підприємств агропромислового комплексу представляє розроблений стимулювальний доїльний апарат.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 14 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 50 сторінок комп'ютерного тексту, містить 27 рисунків і 4 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ

Отже, до конструкцій сучасних доїльних апаратів висуваються розглянуті вище технічні та фізіологічні вимоги, а самі апарати класифікують: за принципом роботи; за способом добування молока; за характером добування молока; за режимом доїння; за характером впливів на соски вимені; за конструкцією доїльної склянки; за конструкцією колектора; за конструкцією пульсатора; за місцем збирання молока [1].

Більшість пристроїв для доїння корів, що використовуються на молочних фермах країни, - це відсмоктувальні доїльні апарати, які використовують для виведення молока вакуумметричний тиск у підсискових камерах доїльних склянок. Вивченню робочого процесу та вдосконаленню конструкцій цих доїльних апаратів присвячено роботи багатьох учених [1].

З них відомі вітчизняні двотактні доїльні апарати синхронного доїння (ДА-2М, АДУ-1М, АДУ-1-03, АДУ-1-04), попарної дії ("Доляр", "Нурлат"), тритактні (ДА-3М, "Волга"). Крім того, використовуються доїльні апарати фірм DeLaval (Швеція), S.A. Christensen & Co (SAC) (Данія), Westfalia (Німеччина), Impulsa (Німеччина), System Happel (Німеччина), VouMatic (США) та інші [1].

У всьому світі найбільшою популярністю користуються доїльні апарати, які працюють у два такти: смоктання і стискання, і складаються з доїльних стаканів, колектора, пульсатора, молочних і повітряних шлангів (рис. 1.1) [1].

Колектор збирає молоко з підсмоктальних камер доїльних стаканів і далі транспортує його до молокоприймача або молокопроводу, а розподільник, установлений на ньому, здійснює передачу змінного вакуумметричного тиску, який надходить з іншого складового елемента апарата - пульсатора, що виконує перетворювальну функцію, у міжстінні камери доїльних стаканів [1].

Пульсатор, що здійснює подачу пульсуючого вакууму, дає змогу здійснювати зміну тактів від смоктання до стиснення, і, навпаки [1].

Однак, постійний вплив вакуумметричного тиску призводить до порушення кровообігу в сосках, що не відновлюється навіть у такті розвантаження, та подовження сосків до кінця доїння, що сприяє наповзанню на них доїльних стаканів, передчасного переривання молокоутворення та неповного видоювання корів, а часта перетримка доїльних стаканів на сосках вимені по завершенню продукування молока призводить до "холостого доїння", що сприяє виникненню маститу [1].

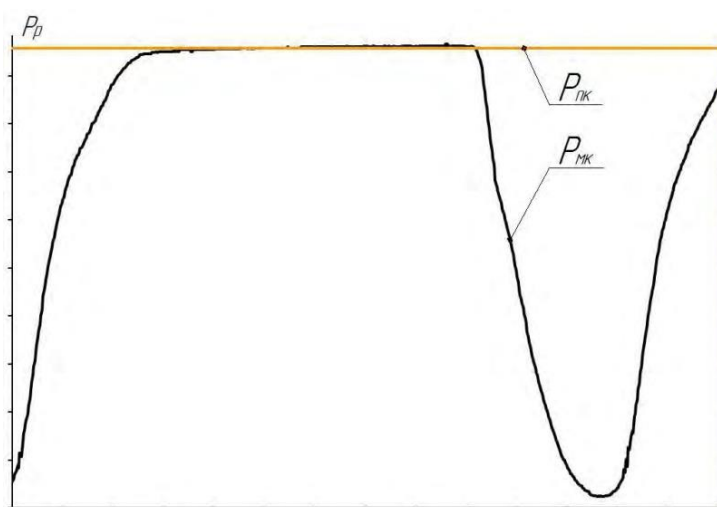


Рис. 1.1. Осцилограми циклічних коливань вакууму в міжстінних і підсоскових камерах доїльних стаканів апарату, що працює за двотактним принципом (PulsoTest Comfort): $P_{мк}$ – зміна вакуумметричного тиску в міжстінній камері; $P_{пк}$ – зміна вакуумметричного тиску в підсосковій камері; P_p – робочий вакуумметричний тиск [1].

Тритактний доїльний апарат, відмінний від двотактного конструкцією колектора, дає змогу значною мірою відновлювати кровообіг у дійках, використовуючи третій такт - відпочинку та забезпечуючи надходження атмосферного тиску під дійки вимені корови (рис. 1.2). Однак низька пропускна спроможність призводить до неповного видоювання корів, а "мокре доїння" може спровокувати виникнення в них маститів [1].

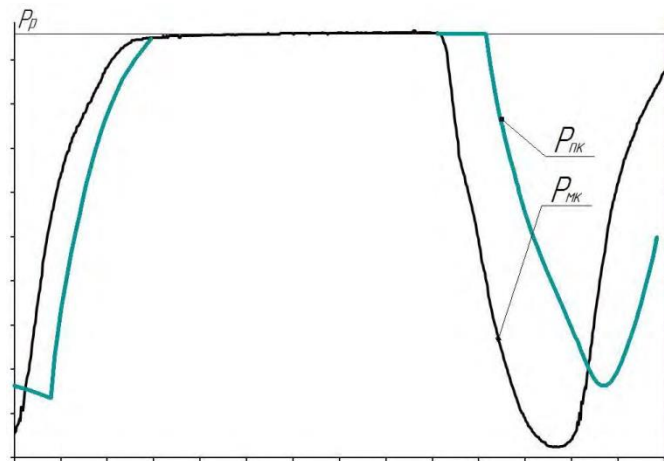


Рис. 1.2. Осцилограми циклічних коливань вакууму в міжстінних і підсмоктальних камерах доїльних стаканів апарата, що працює за тритактним принципом: $P_{мк}$ – зміна вакуумметричного тиску в міжстінній камері; $P_{пк}$ – зміна вакуумметричного тиску в підсмоктальній камері; P_p – робочий вакуумметричний тиск [1].

Низьковакуумний доїльний апарат АДУ-1-03, що має здатність періодичного впускання порції повітря в молочну камеру колектора під час такту стиснення і забезпечує в підсискових камерах стабільніший вакуум, дає змогу знизити рівень робочого вакуумметричного тиску у вакуумній лінії до 45 кПа. Низьковакуумний режим сприяє повнішому жировиведенню і сприятливому роздоюванню корів, але не дає змоги повністю видоювати високопродуктивних корів [1].

Однофазні доїльні апарати попарної дії "Дояр", АДС 25.00, MU100 (DeLaval) завдяки попарному видоюванню різних часток вимені корови вирізняються адекватнішою фізіології тварини стимуляцією молоковіддачі, зниженим гідравлічним опором відведенню молока та стабільнішим рівнем вакууму в підсискових камерах [1].

Ще більш фізіологічні трифазні доїльні апарати попарної дії "Нурлат", MU200 "Дуовак" і Duovac 300 (DeLaval) завдяки блоку управління рівнем вакууму дають змогу встановлювати рівень низького вакууму в початковий і кінцевий період доїння, у такий спосіб знижуючи ймовірність захворювання вимені та збільшуючи повноту видоювання корів [1].

Принцип роботи доїльного апарату безперервного відсмоктування "Темп" полягає в тому, що в робочій камері пульсатора нижня і верхня межа вакууму не досягає відповідно величини атмосферного тиску і вакуумметричного тиску під соском, у зв'язку з чим соскова гума здійснює коливання з малою амплітудою, забезпечуючи високу швидкість молоковиведення. Але, як зазначає Корольов В.Ф. перетримка доїльних склянок на вимені, щоб уникнути захворювання на мастит, неприпустима. Удосконаленням конструкцій цих апаратів присвячені такі роботи вчених [1].

Доїльний апарат вичавлювального типу "Доярка" забезпечував виведення молока за рахунок постійно підтримуваного низького вакууму під соском, що надходив від редуктора, та змінює високого вакууму в такті відпочинку на надлишковий тиск у такті вичавлювання, який надходив із трубопроводів до міжстінних камер доїльних стаканів [1].

Окремо хотілося б відзначити стимулювальний доїльний апарат АДУ-1-04, відмінність якого від серійних двотактних апаратів у спеціально розробленому вібропульсаторі, який задає завдяки коливанням дійкової гуми амплітудою 1-2 мм і високою частотою 10 Гц (рис. 3) необхідний стимулювальний для рефлексу молоковіддачі режим роботи, що імітує процес смоктання корови телям [1].

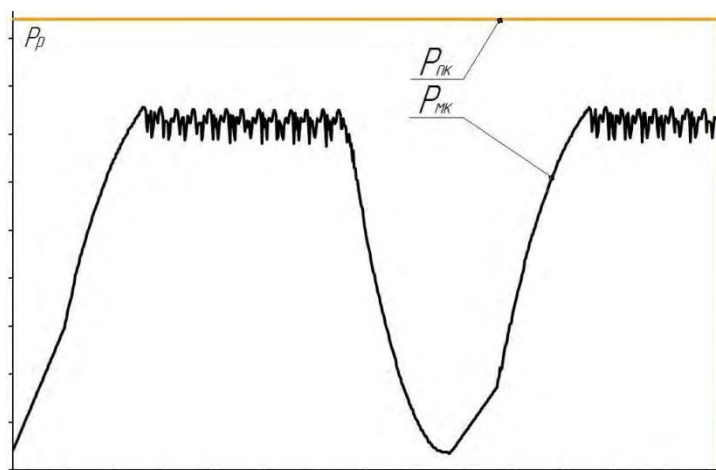


Рис. 1.3. Осцилограми циклічних коливань у міжстінних і підсоскових камерах доїльних стаканів апарату АДУ-1-04 (PulsoTest Comfort): $P_{мк}$ – зміна вакуумметричного тиску в міжстінній камері; $P_{пк}$ – зміна вакуумметричного тиску в підсосковій камері; P_p – робочий вакуумметричний тиск [1].

Однак у період інтенсивного припуску молока у зв'язку з напівстиснутим станом дійкової гуми не забезпечується достатня пропускна спроможність апарата, що зрештою призводить до неповного видоювання корів [1].

Доїльний апарат "Волга" в тритактному виконанні, що забезпечує інтервали відпочинку під час впускання повітря в підсоскові камери доїльних склянок, укомплектований вібропульсатором, під час випробувань показав збільшення надою на 0,2 кг завдяки коливальному руху дійкової гуми та адекватному впливу вакууму [1].

У стимулювальному доїльному апараті Westfalia "STIMOPULS C" реалізовано можливість стимулювати соски вимені корів високочастотною пульсацією дійкової гуми 5 Гц і впливати вакуумом 20 кПа на початку доїння, що є більш фізіологічним із погляду врахування фаз вилучення молока з вимені.

Нині, крім доїльного обладнання, що серійно випускається, пристрої для доїння представлені розробками конструкцій адаптивних апаратів різних авторів, які певною мірою усувають деякі вищевказані недоліки [1].

Праці багатьох дослідників у галузі машинного доїння корів присвячені вивченню відповідності змінної величини вакуумметричного тиску в камерах доїльних склянок фізіологічним вимогам тварини за комфортного доїння [1].

Ужик В.Ф., пропонуючи конструкцію доїльного апарату з керованим режимом доїння, стверджує, що зниження вакууму в доїльних стаканах після закінчення інтенсивного припуску молока (до 0,2 кг/хв) позитивно впливає на фізіологічний стан вимені та знижує ризик захворювань вимені [1].

Доїльний апарат Анісько П.Є. дає змогу змінювати величину вакууму залежно від інтенсивності молоковиведення, сприяючи тим самим захисту вимені від негативних впливів вакууму та зниженню захворювань на мастит. Схожі рішення, що підвищують функціональність процесу доїння, запропоновані в роботах багатьох авторів [1].

О.В. Ужик розроблено адаптивний доїльний апарат, що містить регулятори вакуумметричного тиску для підсискових і міжстінних камер доїльних склянок,

та чотирикамерний колектор, який, за рахунок своєчасного зниження рівня вакууму та підвищення повноти видоювання, дає змогу знизити захворюваність вимені на мастит на 18...22 % та підвищити разовий удій на 4,7 % [1].

Автоматичне регулювання рівня вакууму в підсосковій камері в такті смоктання від 28 до 48 кПа пропорційно до інтенсивності молоковиведення за рахунок диференціального клапана в молочному шлангу реалізовано в конструкції доїльного апарату Дриго В.Л., Михайленка М.К. та ін., причому конструкція апарату передбачає утримання доїльних склянок на сосках навіть за вакууму під соском величиною 22 кПа [1].

Конструкції доїльних апаратів багатьох дослідників націлені на запобігання "сухому" доїнню корів по завершенню процесу вилучення молока.

Для автоматичного вимкнення доїльного апарата, запропонованого Лукмановим Р.Р., Волковим І.Є., Зіганшиним Б.Г. та ін., потрібне подання атмосферного повітря до камер доїльних склянок, для чого пристрій автоматичного вимкнення містить джерело живлення, випромінювальну та приймальну оптику, молокопровід прозорий, цифровий пристрій, рахунковий пристрій, виконавчий пристрій, електричний фільтр живлення цифрових вузлів, електромагнітний клапан, пульсатор [2].

Конструкція доїльного апарата, запропонованого Вікторовою Н.Н. дає змогу відключити апарат завдяки подачі атмосферного повітря в молокоприймальну камеру колектора і постійного вакууму в міжстінній камері стаканів. Для цього апарат містить пристрій для автоматичного вимкнення доїльних апаратів, який містить пульсатор з керувальною та робочою камерами, колектор із клапаном, датчик автоматичного контролю інтенсивності потоку молока з поплавцевою камерою, пов'язаною з робочою камерою змінного вакууму пульсатора, і повітряну камеру з основним і допоміжним клапанами [3].

Доїльний апарат Сиротюка В.М. та Жаловаги Г.П. для своєчасного зняття доїльних склянок із дійок вимені містить колектор із закріпленням на ньому пристроєм вимкнення, молоколовушку, сполучену шлангом із молокозбірною

камерою колектора, молокозливну трубку з каліброваним отвором, що сполучена з порожниною доїльного відра. Для реалізації вищевказаної функції вимкнення колектор має камеру керування клапаном для перепускання молока, сполучену з робочою камерою регулятора вакууму, причому згадану камеру виконано у вигляді сільфона з пружним штоком, на якому наявна скоба, що взаємодіє з хвостовиком згаданого клапана [2].

Схоже технічне рішення запропоновано в конструкції доїльного апарата, розробленого Зеленцовим О.І., Сироваткою А.Г., Талінським Р.В. Для цього апарат повинен містити пристрій для автоматичного відключення. У разі зниження молоковіддачі поплавков молоколовушки опускається, переміщуючи сполучений із ним шток перемикача та з'єднуючи отвір у штоку з вакуумпроводом, при цьому вакуум поширюється до пневмоциліндра маніпулятора, який знімає підвісну частину апарата з вимені [1].

У зв'язку з тим, що стимуляція рефлексу молоковіддачі має важливе значення для повного видоювання корів за умови використання машинних технологій, нижче наведено техніко-технологічні рішення конструкцій доїльних апаратів у переносному виконанні, які дають змогу реалізувати функцію стимулювального впливу на соски вимені.

Доїльний апарат із гофрованими трубками пульсуючого вакууму, що описується В.Ф. Корольовим, дає змогу за рахунок стискання або подовження гофрованої трубки створювати певні розгойдування підвісної частини, які в разі співпадання з власними коливаннями системи "вим'я – доїльний апарат" спричиняють резонанс, що сприяє фізіологічному ефекту стимулювання віддачі молока [1].

Насамкінець хотілося б зазначити, що підвищення функціональності доїльних апаратів, які мають можливість роботи на різних режимах доїння з регулюванням двох і більше параметрів, як стверджує В.В. Кирсанов - це надалі один із перспективних напрямів забезпечення ефективної модернізації техніко-технологічного супроводу галузі молочної худоби [5, 6, 7].

Із результатів вищенаведених досліджень випливає, що доїльний апарат із доїнням у доїльне відро має забезпечувати: [2, 3]

- зміну вакуумметричного тиску залежно від інтенсивності потоку молока;
- масажну дію на соски вимені в початковий і заключний період доїння.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТИМУЛЮВАЛЬНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вимоги, що встановлюють порядок впливу на молочну залозу, лягли в основу розроблення конструктивно-технологічної схеми багатофункціонального стимулювального доїльного апарата. У результаті аналізу виявлено загальний алгоритм роботи доїльного апарату з доїнням у відро [2].

Згідно з представленим алгоритмом роздоювання новотільних корів здійснюється з постійною стимуляцією молоковіддачі, або зі зниженим рівнем вакууму. Під час доїння основного стада корів спочатку після встановлення підвісної частини апарата молоко проходить через пристрій реєстрації потоку молока, водночас у разі інтенсивності виведення молока менш як 200 г/хв. забезпечується щадний режим роботи шляхом подавання низького вакууму (33...38 кПа) або перемикання на тритактний режим роботи, або здійснюється ввімкнення режиму стимуляції молоковіддачі шляхом мікромасажу сосків [2].

У разі збільшення інтенсивності виведення молока понад 200 г/хв. доїльний апарат переходить в основний двотактний режим доїння, що забезпечує максимальну пропускну здатність завдяки більшій величині вакууму [2].

У разі зниження молоковіддачі нижче 200 мл/хв., апарат переходить у початковий режим доїння до повного виведення молока [2].

На підставі представленого алгоритму розроблено конструктивно-технологічну схему багатофункціонального стимулювального доїльного апарату для виконання різних технологічних операцій доїння корів, яка дає змогу на початку та наприкінці доїння для збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі здійснювати масаж вимені шляхом мікроколивання стінок дійкової гуми та одночасно адекватно фізіології тварини впливати на діжки вимені низьким вакуумом 33...38 кПа (рис. 2.1) [2].

Для реалізації функції, що імітує масаж, запропоновано використання в доїльному апараті модернізованого вібропульсатора з відключуваним високочастотним блоком, який має додатковий керівний патрубок і забезпечує на початку та наприкінці доїння під час такту смоктання подачу імпульсів змінного тиску (вакуум-атмосфера) у міжстінні камери доїльних стаканів вимені. Механізм управління вимкнення (увімкнення) високочастотного блоку вібропульсатора, що забезпечує перемикання режимів роботи, встановлений у верхній частині доїльного відра [2].

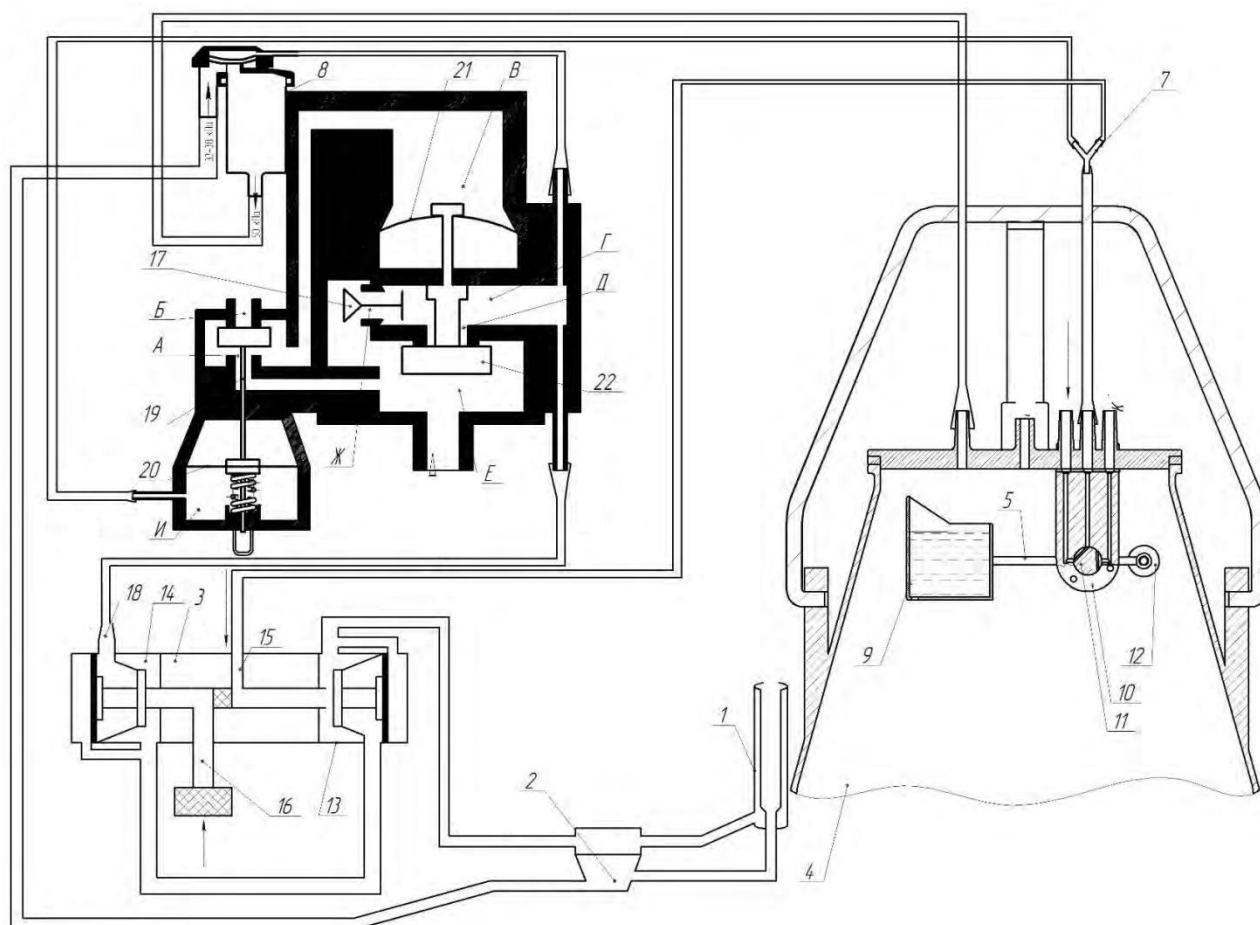


Рис. 2.1. Конструктивно-технологічна схема багатофункціонального доїльного апарату [2].

Доїльний апарат працює таким чином [2]:

На початку доїння за рахунок маси вантажного елемента 12 молоколовушка 10 займає верхнє положення. При цьому атмосферний тиск через канал розподільного вала 11, розподільник 7 поширюється в камеру I змінного тиску

блока керування рівнем вакууму 6. Шляхом дроселювання отвору Ж, що з'єднує порожнини Е і Г, клапаном 17 у порожнині Г встановлюється постійний вакуум 33-38 кПа. Аналогічний рівень вакууму встановлюється в пульсаторі 3, колекторі 2 і молокозбірнику 24. Водночас атмосферний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7 поширюється в камеру змінного тиску 15 високочастотного блока 13 пульсатора 1. Також атмосферний тиск надходить у камеру змінного тиску 16 пульсуючого блока 14. Це забезпечить спільну послідовну роботу блока 14 і блока 13 пульсатора 3 [2].

Отже, доїльний апарат виводитиме молоко за низького рівня вакууму 33-38 кПа з мікроколиваннями дійкових трубок, що дасть змогу адекватно впливати на молочну залозу в той час, доки молоковіддача не досягне максимального значення [2].

Зі зростанням інтенсивності молоковиведення молоко з доїльних стаканів 1 через колектор 2 повністю заповнює в молоколовушку 10. Вакуумметричний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7 відповідно поширюється в камеру І змінного тиску блока керування рівнем вакууму 6. За рахунок впливу сили вакууму на мембрану 20 клапан 19, долаючи опір пружини, встановлюється у крайньому нижньому положенні та закриває отвір Б, який з'єднує атмосферний тиск з внутрішніми порожнинами блока керування режимом вакууму 6. При цьому вакуумметричний тиск у порожнині Г вирівнюється з тиском у порожнині Е та набуває значення 50 кПа. Такий самий рівень вакууму встановлюється через великий патрубок 18 блоку 14 у пульсаторі 3, молокозбірнику 24 і колекторі 2. Водночас вакуумметричний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7, поширюється в камеру змінного тиску блоку 13 пульсатора 3. Блок 13 призупинить свою роботу, що дасть змогу доїльному апарату працювати у звичайному двотактному режимі доїння за вакууму 50 кПа з максимальною пропускною здатністю [2].

Наприкінці доїння в міру зниження інтенсивності молоковиведення за рахунок маси вантажного елемента 12 молоколовлювач 10 займає верхнє

положення, що дасть змогу виводити молоко за низького рівня вакууму 33-38 кПа з мікроколиваннями дійкових трубок, запобігаючи наповненню доїльних стаканів завдяки напівстислому стану дійкових трубок, а також призведе до більш повного видоювання завдяки підтриманню рефлексу молоковіддачі [2].

Крім того, конструкція багатофункціонального стимулювального доїльного апарату дає змогу реалізовувати й інші режими роботи під час фіксації молоколовлювача у верхньому та нижньому положенні, забезпечуючи низьковакуумний ощадний режим доїння з одночасним стимулювальним ефектом і звичайний двотактний режим [2].

Експериментальні дослідження для визначення та обґрунтування параметрів і режимів роботи запропонованого доїльного апарату проводили в науковій лабораторії кафедри агроінженерії та технічного сервісу Поліського національного університету м. Житомир.

Для вимірювання та аналізу циклічних коливань тиску в камерах доїльних стаканів, спричинених вібропульсатором з відключуваним високочастотним блоком, було розроблено лабораторну установку, що містить доїльний апарат, який містить доїльні стакани 1 зі встановленими в них заглушками 2, колектор 3 з розподільником одночасної пульсації, вібропульсатор з високочастотним блоком 4, що відключається, та молокоприймач 5, фрагмент вакуумпроводу з регулятором вакууму "InterPuls Stabilvak" 6, вакуумметром 7 та вакуумним краном 9, прилад для вимірювання пульсації та вакууму "PulsoTest Comfort" 9 та з'єднувальні шланги 10. Схема та загальний вигляд лабораторної установки для вимірювання та аналізу циклічних коливань тиску в камерах доїльних склянок, спричинених вібропульсатором з високочастотним блоком, що відключається, подано відповідно на рис. 2.2 і 2.3.

Для визначення пропускної спроможності та виявлення раціональних режимних параметрів багатофункціонального стимулювального доїльного апарата було розроблено лабораторну установку, що містить стенд "Штучне вим'я" 1, на якому встановлено доїльний апарат, що містить доїльні стакани 2,

колектор 3 з розподільником одночасної пульсації, вібропульсатор із високочастотним блоком 4, що відключається, молокоприймач 5, фрагмент вакуумпроводу з регулятором вакууму "InterPuls Stabilvak" 6, вакуумметром 7 і вакуумним краном 9, молокомір "Jetmilk" для індивідуального контролю молока під час доїння 8, резервуар 10, секундомір 11, прилад для вимірювання пульсації та вакууму "PulsoTest Comfort" 12 і з'єднувальні шланги 13.

Схему та загальний вигляд лабораторної установки для визначення пропускної спроможності та виявлення раціональних режимних параметрів багатофункціонального стимулювального доїльного апарату представлено відповідно на рис 2.4 і 2.5.

Для виявлення конструктивно-режимних параметрів блока керування режимом доїння було розроблено дві установки.

Перша установка для визначення маси вантажу молоколовушки містить кришку 1 доїльного відра розроблюваного доїльного апарата з блоком керування режимом доїння 2, що включає молоколовушку 3 і врівноважувальний її вантажний елемент 4, водопровідну магістраль із краном 5, сполученим із патрубком молокоприймача, мірну колбу 6, ваги лабораторні "ВЛКТ-500" 7 і вимірювальний інструмент. Схему і загальний вигляд лабораторної установки для визначення маси вантажного елемента молоколовушки представлено відповідно на рис. 2.6 і 2.7.

Друга установка для визначення часу вимкнення високочастотного блока модернізованого пульсатора містить стенд "Штучне вим'я" 1 зі встановленим у ньому тарованим краном 2 для регулювання інтенсивності виведення рідини, випробовуваний доїльний апарат 3, який містить колектор із розподільником одночасної пульсації, вібропульсатор із відключуваним високочастотним блоком, блок керування режимом доїння з молоколовушкою, що має різні діаметри жиклерів, блок керування рівнем вакууму, приймач та доїльне відро, фрагмент вакууму, що має різні діаметри, та інше обладнання. Схему та загальний вигляд

лабораторної установки для визначення часу вимкнення високочастотного блока вібропульсатора представлено відповідно на рис. 2.8 і 2.9.

Для визначення геометричних параметрів пристрою перемикаччя магнітного клапана блоку управління рівнем вакууму було розроблено таку установку. Установка містить пристрій перемикаччя магнітного клапана 1, фрагмент вакуумпроводу 2 з регулятором вакууму "InterPuls Stabilvak" 3, вакуумметром 4 і вакуумним краном 5, підвісний пристрій 6 з можливістю розміщення змінних вантажів 7. Схема і загальний вигляд лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикаччя магнітного клапана блоку керування рівнем вакууму представлені відповідно на рис. 2.10 і 2.11.

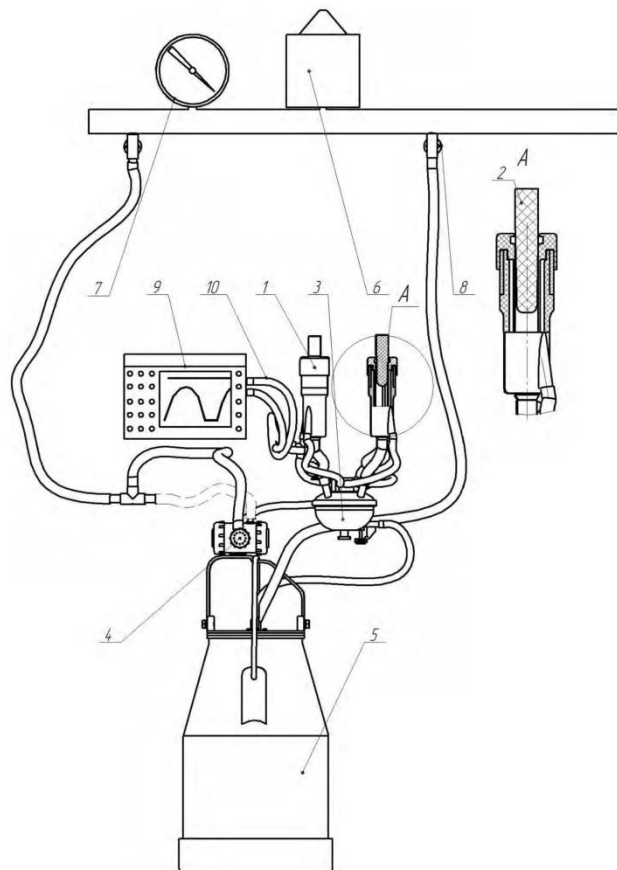


Рис. 2.2. Схема лабораторної установки для вимірювання коливань тиску в камерах доїльних стаканів: 1 – доїльні стакани; 2 – заглушка; 3 – колектор; 4 – вібропульсатор; 5 – доїльне відро; 6 – регулятор вакууму; 7 – вакуумметр; 8 – вакуумний кран; 9 – прилад "PulsoTest Comfort"; шланги.



Рис. 2.3. Загальний вигляд лабораторної установки для вимірювання коливань тиску в камерах доїльних склянок за вимкненого (а) і ввімкненого (б) високочастотного блоку пульсатора та вакуумметричного тиску відповідно – 48 і 38 кПа.

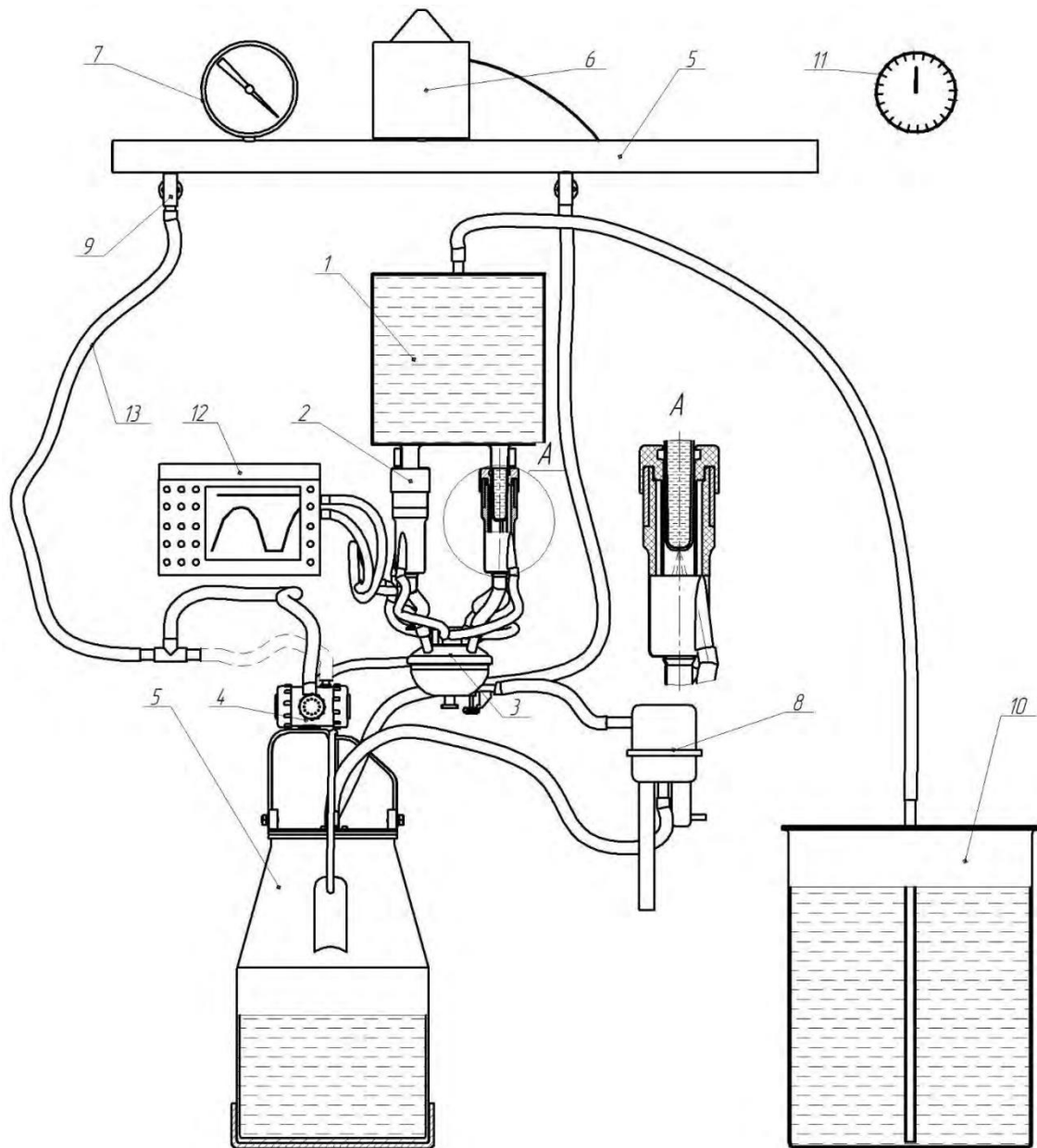


Рис. 2.4. Схема лабораторної установки для визначення пропускної спроможності та виявлення раціональних режимних параметрів розроблювального апарату: 1 – "Штучне вим'я"; 2 – доїльні склянки; 3 – колектор; 4 – вібропульсатор; 5 – доїльне відро; 6 – регулятор вакууму; 7 – вакуумметр; 9 – кран вакуумний; 10 – резервуар; 11 – секундомір; 12 – прилад "PulsoTest Comfort"; 13 - з'єднувальні шланги; 13 - з'єднувальні шланги; 14 - дозатор; 12 – прилад вакуумметр; 8 – молокомір; 9 – кран вакуумний; 10 – резервуар; 11 – секундомір; 12 – прилад "PulsoTest Comfort"; 13 - з'єднувальні шланги.



Рис. 2.5. Загальний вигляд установки для визначення пропускної спроможності доїльного апарата за вимкненого (а) і ввімкненого (б) високочастотного блоку вібропульсатора і вакуумметричного тиску відповідно – 48 і 38 кПа.

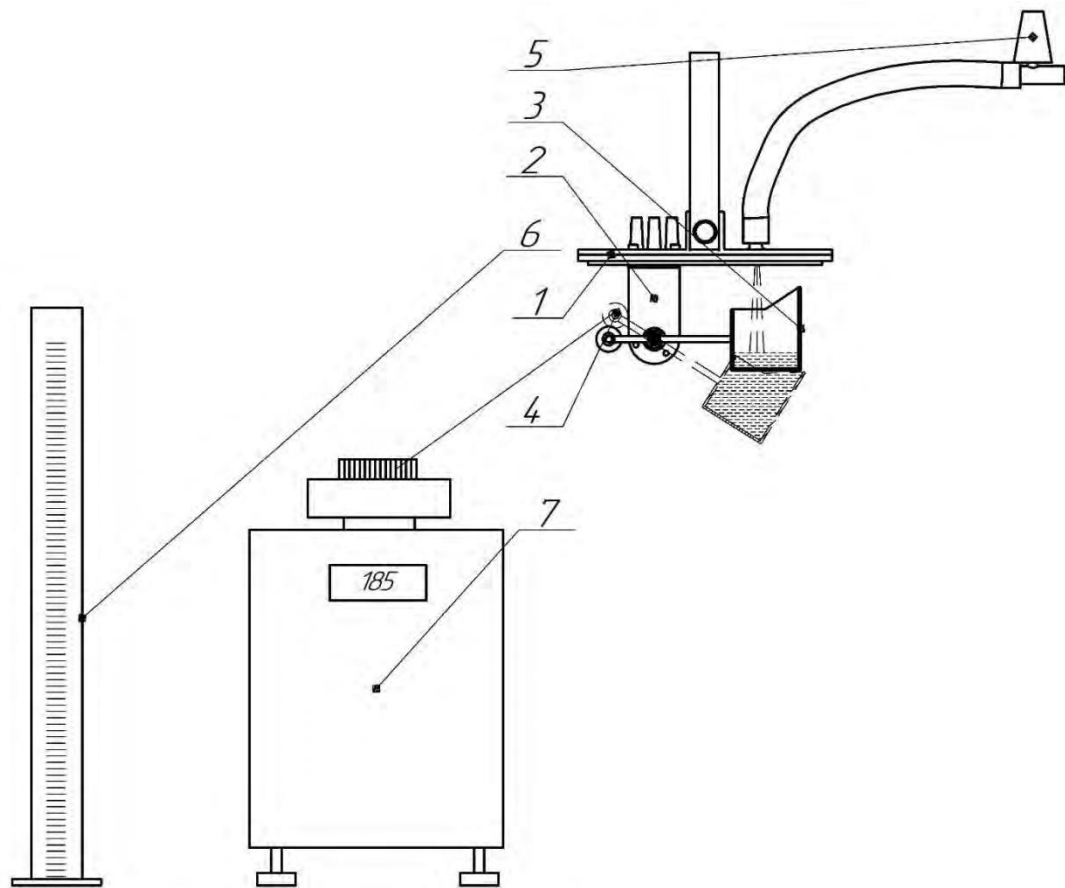


Рис. 2.6 Схема лабораторної установки для визначення маси вантажу молоколовушки блока керування режимом доїння: 1 – кришка доїльного відра розроблювального доїльного апарата; 2 – блок керування режимом доїння; 3 – вантажний елемент; 4 – вантажний елемент; 5 – кран водопровідної мережі; 6 – мірна колба; 7 – ваги лабораторні "ВЛКТ-500".

У лабораторії кафедри було розроблено та виготовлено дослідний зразок багатофункціонального стимулюючого доїльного апарату (МСДА) (рис. 2.11, 2.12). Доїльний апарат містить молокоприймач 1, доїльні стакани 2, колектор 3 з розподільником одночасної пульсації, вібропульсатор 4 з відключуваним високочастотним блоком, блок керування режимом доїння 5, блок керування рівнем вакууму 6 з пристроєм перемикачів магнітного клапана 7, приймач 8 із мембраною дроселя вакууму в підсисковій камері, з'єднувальні шланги 9 [1].

Кришка доїльного відра 1, на якій розташовано блок керування режимом доїння 2, розташований на (рис. 2.12), має три додаткові патрубки: атмосферного тиску 3, постійного вакуумметричного тиску 4 і керуючий патрубок.

Блок керування режимом доїння (рис. 2.12) містить корпус 2, усередині якого встановлено розподільний вал 3, що має канали 4 з можливістю з'єднання керуючого патрубка з атмосферним і вакуумметричним тиском відповідно у верхньому й нижньому положенні молоколовушки 1.



Рис. 2.7. Загальний вигляд лабораторної установки для визначення маси вантажу молоколовушки блоку керування режимом доїння.



Рис. 2.8. Загальний вигляд установки для визначення часу вимкнення високочастотного блока вібропульсатора



Рис. 2.9. Загальний вигляд лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикання магнітного клапана [3].

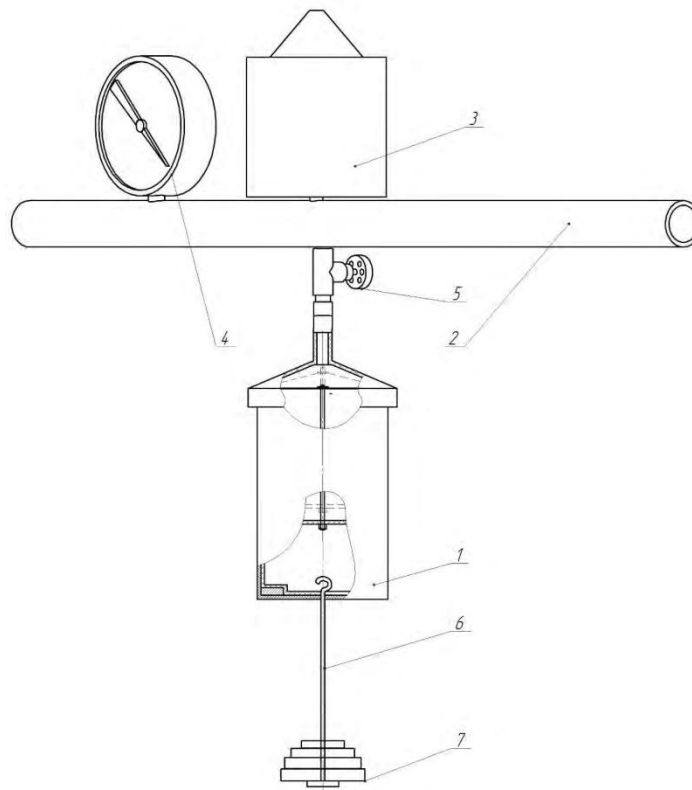
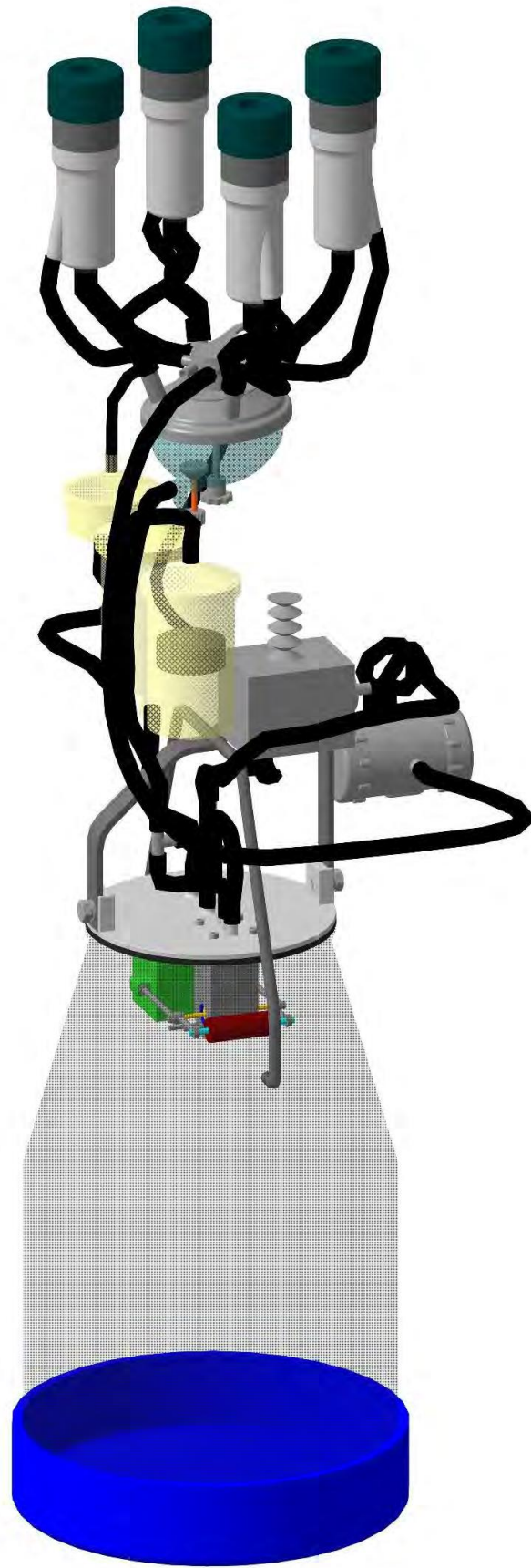
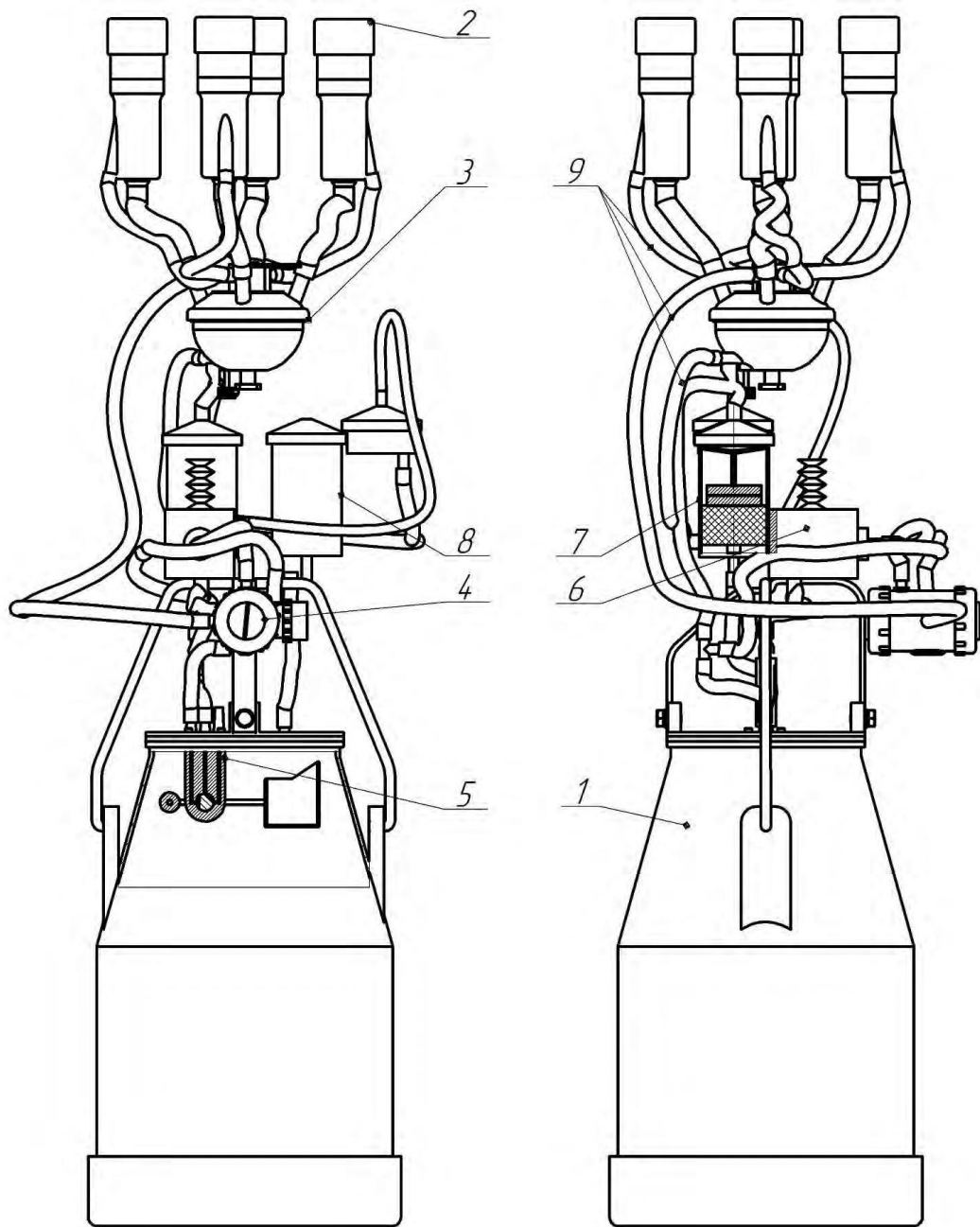


Рис. 2.10. Схема лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму: 1 – пристрій перемикання магнітного клапана; 2 – фрагмент вакуумпроводу; 3 – регулятор вакууму "InterPuls Stabilvak"; 4 – вакуум-умметр; 5 – вакуумний кран; 6 – підвісний пристрій; 7 – змінні вантажі.



a)



б)

Рис. 2.11 Модель (а) і стандартний вигляд (б) багатofункціонального стимулювального доїльного апарата (МСДА): 1 – доїльне відро; 2 – доїльні стакани; 3 – колектор; 4 – пульсатор із високочастотним блоком, який можна вимкнути; 5 – блок керування режимом доїння; 6 – блок керування рівнем вакууму; 7 – пристрій перемикання магнітного клапана; 8 – приймач із мембраною дроселя; з'єднувальні шланги.

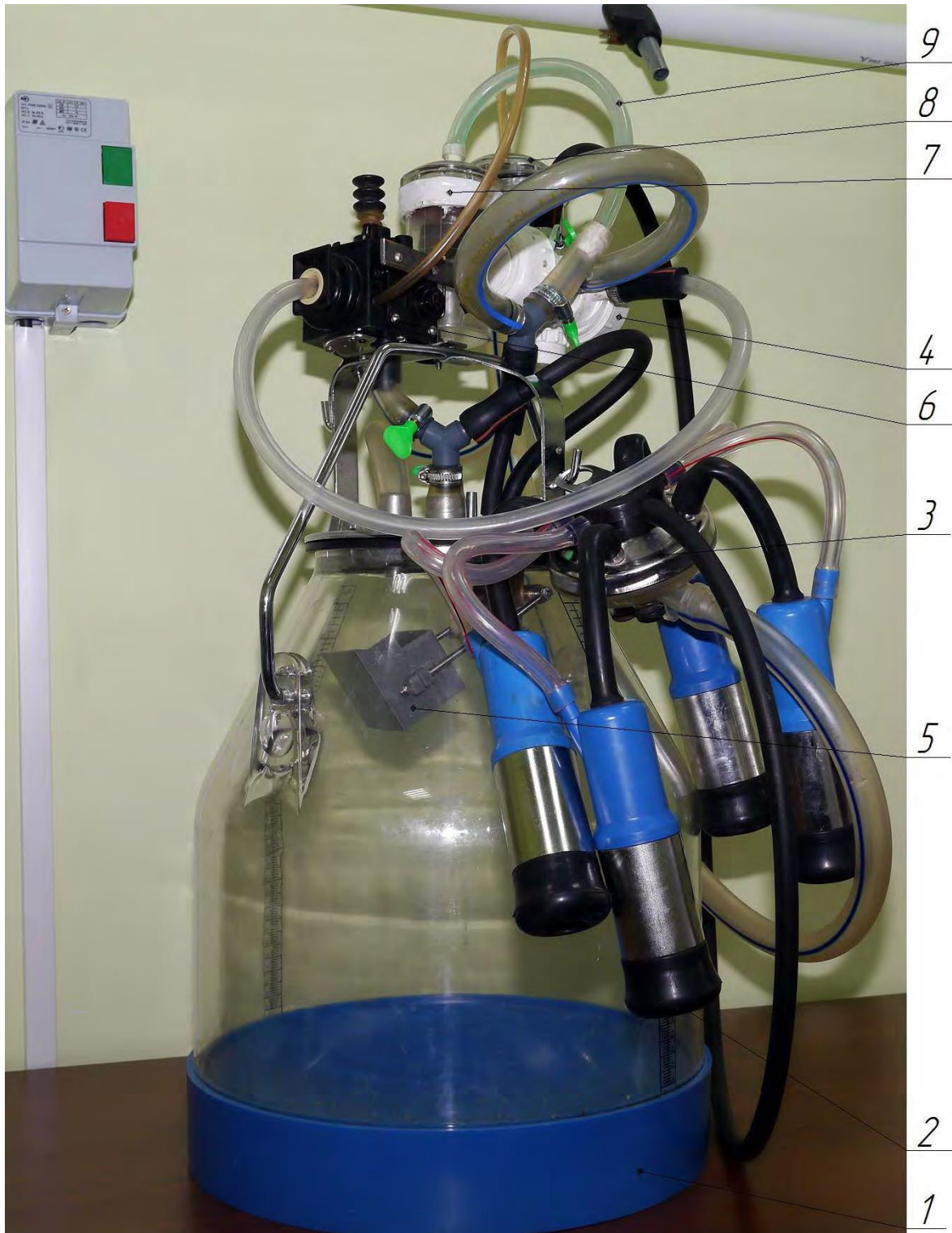


Рис. 2.12. Загальний вигляд багатofункціонального стимулювального доїльного апарата: 1 – доїльне відро; 2 – доїльні стакани; 3 – колектор; 4 – пульсатор із високочастотним блоком, що вимикається; 5 – блок управління режимом доїння; 6 – блок керування рівнем вакууму; 7 – пристрій перемикання магнітного клапана; 8 – приймач із мембраною дроселя; 9 – з'єднувальні шланги.

Модернізований вібропульсатор з високочастотним блоком, що відключається, виконаний на базі відомого вібропульсатора АДУ. 02.200, має, на відміну від свого попередника, три патрубки: постійного вакуумметричного тиску 1, змінного вакуумметричного тиску 2 і додатковий керуючий патрубок 3, який дає змогу шляхом з'єднання його або з вакуумом, або з атмосферним тиском здійснювати подавання до міжстінних камер доїльних склянок у такті смоктання відповідно вакууму та імпульсів змінного тиску (вакуум-атмосфера), завдяки чому стінки діркової гуми здійснюють коливання з амплітудою 1...2 мм і частотою 10 Гц. Для цього в корпусі пульсатора замість єдиного каналу атмосферного тиску пульсуючого і стимулюючого блоків виконано два окремі один від одного канали 1 і 2, останній з яких меншого діаметру, сполучений із додатковим керувальним патрубком, що дає змогу дещо знизити початковий перепад тиску між міжстінними та підсисковими камерами в такті смоктання під час спільної роботи блоків [5].

Блок керування рівнем вакууму включає регулятор вакууму доїльного апарата "Нурлат" (МУ200 "Дуовак") і пристрій перемикання магнітного клапана, виконаний на базі камери регулятора вакууму РВ 01.018 (рис. 2. 18), що містить корпус 1, шток 6, на якому з одного боку встановлено втулку 5 з магнітом і вантажним елементом 4, а з іншого – мембрану 8, яку герметично закриває кришка 2 і утворює таким чином камеру змінного тиску, подачею в яку через патрубок 3 або вакуумметричного, або атмосферного тиску здійснюють перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму.

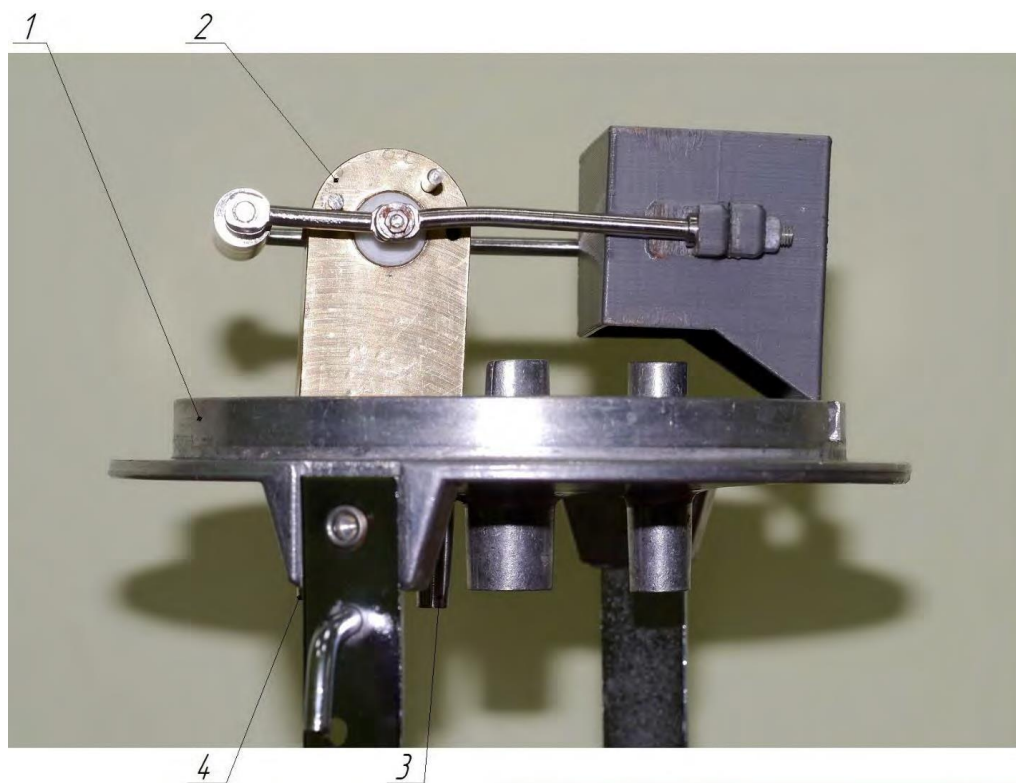
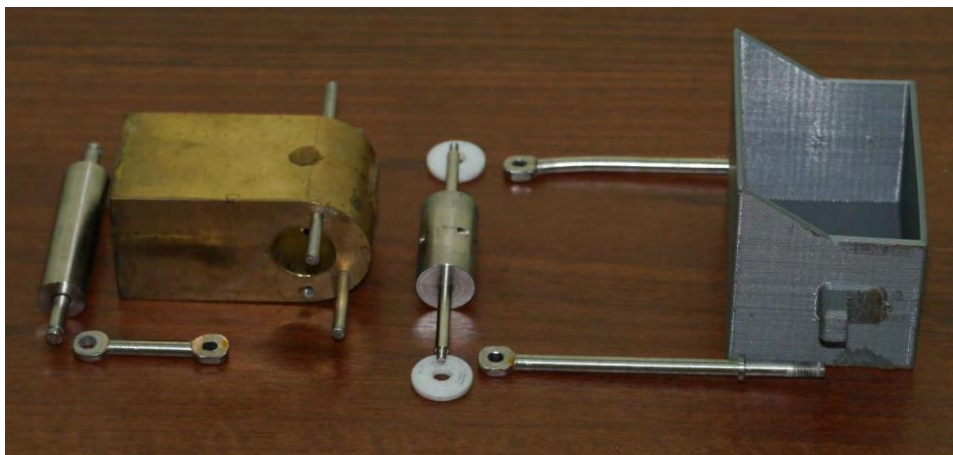


Рис. 2.13. Блок керування режимом доїння, розташований у верхній частині доїльного відра: 1 – кришка доїльного відра; 2 – блок керування режимом доїння; 3 – патрубок атмосферного тиску; 4 – патрубок постійного вакуумметричного тиску.



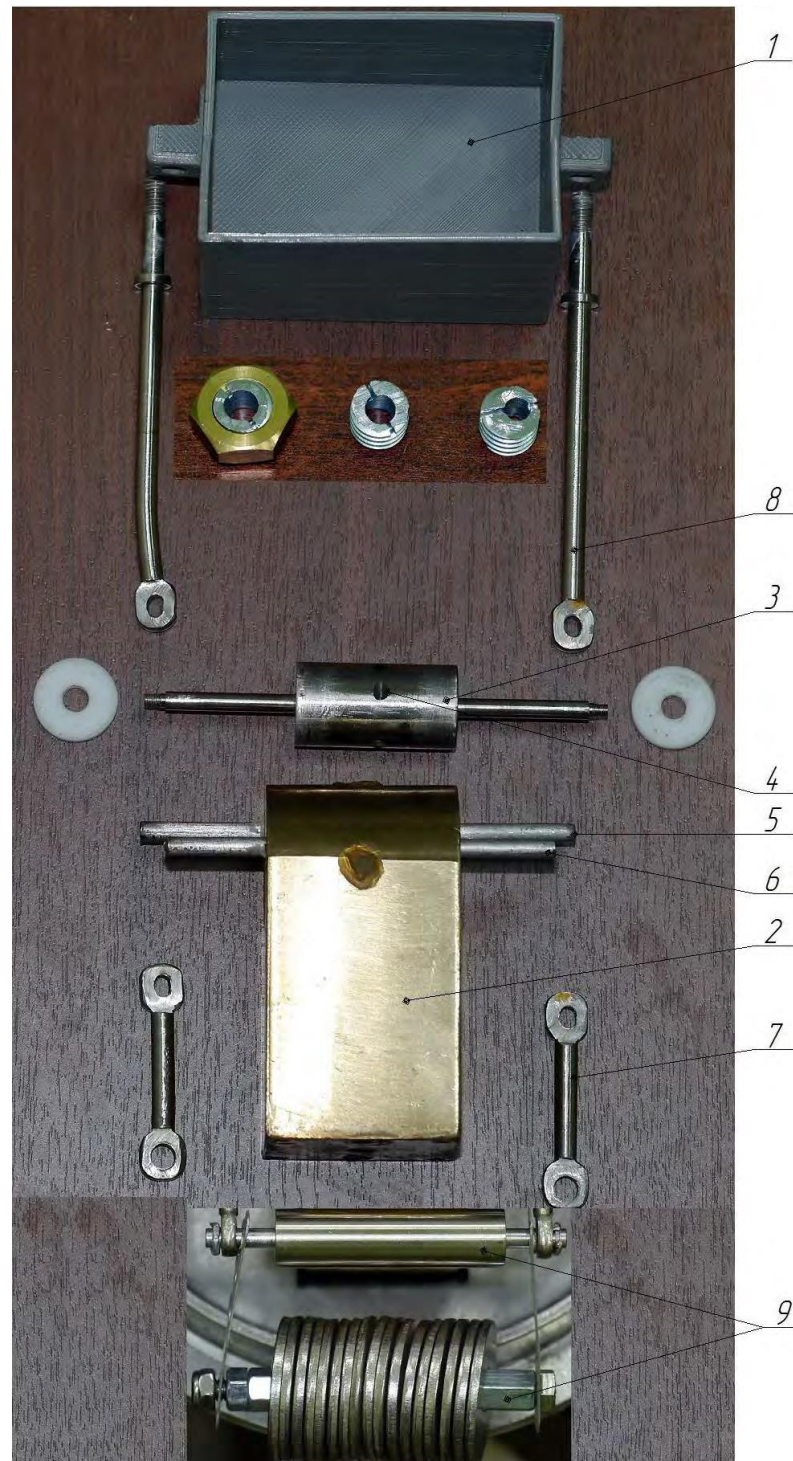


Рис. 2.14. Деталі блока керування режимом доїння: 1 – молоколовушка з жиклером; 2 – корпус блока; 3 – розподільний вал; 4 – канали; 5 – обмежувач переміщення молоколовушки в нижньому положенні; 6 – обмежувач переміщення молоколовушки у верхньому положенні; 7 – коромисло вантажу; 8 – коромисло молоколовушки; 9 – вантажівельний елемент; 10 – ущільнювач.



Рис. 2.15 Вібропульсатор з високочастотним блоком: 1 – патрубок постійного вакуумметричного тиску; 2 – патрубок змінного вакуумметричного тиску; 3 – додатковий керувальний патрубок



Рис. 2.16. Деталі вібропульсатора: 1 - корпус АДУ-02.210; 2 - гайка АДУ.02.061; 3 - камера АДУ.02.052; 4 - мембрана АДУ.02.053; 5 - дифузор АДУ.020.055-01; 6 - дифузор АДУ.02.055; 7 - кільце АДУ.02.056; 8 - прокладка ДД.013; 9 - гайка АДУ.02.062



Рис. 2.16. Канали в корпусі вібропульсатора: 1 – канал атмосферного тиску низькочастотного блоку; 2 – канал атмосферного тиску високочастотного блоку.

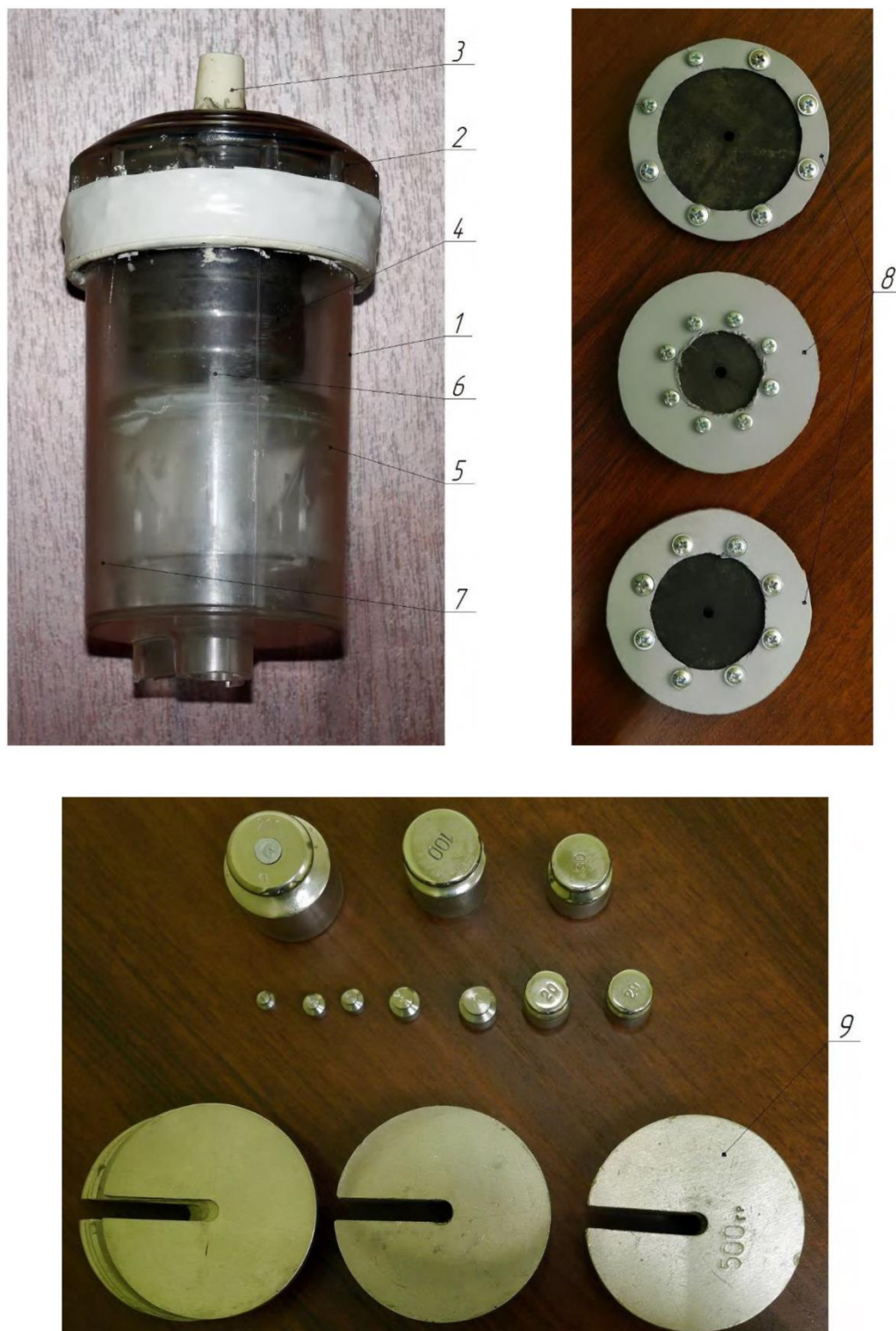


Рис. 2.17. Пристрій перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму: 1 – корпус пристрою; 2 – кришка пристрою; 3 – патрубок подачі вакууму; 4 – вантажний елемент; 5 – втулка клапана; 6 – шток; 7 – магнітний клапан; 8 – мембрани різного діаметру; 9 – змінні вантажі.

Приймач із мембраною дроселя вакууму підсмоктальної камери є камерою РВ 01.018 із кришками РВ 01.022 і РВ 01.019 і мембраною РВ 01.070 апарата "Сож" або індикатором потоку апарата МУ200 "Дуовак", у якому видалено поплавков із магнітним клапаном.

Багатофункціональний стимулювальний доїльний апарат (МСДА) має підвісну частину апарата "Унібокс", а також модернізований вібропульсатор з керованою стимуляцією (рис. 2.15). За принципом роботи МСДА відрізняється від серійного АДУ-1-04 і запропонованого Ульяновим В.М. доїльного апарата з керованою стимуляцією (ДАКС) тим, що на початку та наприкінці доїння він працює в низьковакуумному режимі за принципом АДУ-1-04, при цьому забезпечуючи мікромасаж дійок, а за високої інтенсивності молоковиведення переходить на звичайний двотактний режим роботи за вакуумметричного тиску 48 кПа. Отже, новий принцип роботи розроблюваного апарата потребує проведення експериментальних досліджень.

Конструктивні розміри блоку управління режимом доїння, встановленого на кришці доїльного відра, було послідовно визначено, виходячи з конструктивних міркувань, шляхом 3D-моделювання в програмі "Компас 3D". За робочими кресленнями вузлів і деталей блоку встановлювали площу перерізу молоколовушки та її об'єм, співвідношення довжин плечей коромисел 7 і 8 та їхні числові значення.

Виходячи з того, що різні породи корів мають різну молочну продуктивність і характер наростання інтенсивності молоковиведення, було прийнято різні маси вантажного елемента, яким відповідають відповідний об'єм рідини в молоколовлювачі, а відтак і рівень рідини h у ній [3].

Вагу (масу) вантажного елемента, що відповідає вищевказаному рівню рідини в молоколовлювачі, визначали теоретично та експериментально за схемою, наведеною в розділі 2. Для цього складовий вантажний елемент збирали набором шайб із нержавіючої сталі, маса яких становить $m = 0,020$ кг. Попередньо теоретично було визначено деякі різні маси вантажного елемента. Після цього

проводили тарування крана водопровідної мережі шляхом визначення об'єму виведеної води за певний проміжок часу. Дослід із визначення маси вантажного елемента і відповідного йому об'єму рідини в молоколовлювачі, за якого відбувається її перекидання, проводили за інтенсивності витікання води, що дорівнює 0,9 л/хв.

З метою скорочення часу дослідів було проведено однофакторний експеримент. Для цього відкривали і встановлювали водопровідний кран у встановлене тароване положення. За фактом перекидання молоколовушки закривали кран і за допомогою мірної колби визначали об'єм виведеної рідини та її масу. Далі за допомогою лабораторних ваг ВЛКТ-500 визначали масу вантажного елемента. Таким чином було проведено 5 дослідів із триразовою повторністю. Далі за виміряним об'ємом рідини визначали відповідний йому рівень рідини в молоколовці. Після цього в програмі Microsoft Excell будували графічну залежність рівня рідини в молоколовлювачі від маси вантажного елемента, за якою шляхом її апроксимації отримували масу вантажу, що відповідав рівню рідини h у молоколовлювачі.

Методика визначення часу вимкнення високочастотного блоку вібропульсатора така.

Конструктивні розміри мембрани, встановленого у верхній частині пристрою перемикаччя магнітного клапана, були послідовно визначені виходячи з конструктивних міркувань. Попередньо теоретично було визначено деякі різні маси вантажного елемента магнітного клапана, що відповідають різним діаметрам мембрани.

Дослід із визначення діаметра мембрани і відповідної йому маси вантажного елемента, за якого відбувається врівноваження сил, проводили за вакуумметричного тиску, що дорівнює 48 кПа.

З метою визначення геометричних параметрів пристрою було проведено однофакторний експеримент. Для цього підключали до вакуумпроводу пристрій перемикаччя магнітного клапана, на який до втулки клапана підвішували через

підвісний пристрій змінні вантажі. Підбираючи масу вантажу, встановлювали мембрану в початкове положення. Далі за допомогою лабораторних ваг ВЛКТ-500 визначали масу вантажного елемента. Таким чином було проведено 3 досліди з різним діаметром мембрани з триразовою повторністю.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Попередні випробування вібропульсатора засвідчили, що він стабільно працює за вакуумметричного тиску в інтервалі 33-40 кПа з увімкненим високочастотним блоком вібропульсатора, забезпечуючи масаж сосків у такті смоктання шляхом мікроколивань дійкової гуми, яка перебуває в напівстислому стані, що відчувається великим пальцем руки.

Також вібропульсатор забезпечує стабільну роботу в пульсуючому режимі з відключеним високочастотним блоком.

Однак під час переходу з одного режиму роботи на інший і варіювання вакуумметричного тиску дещо змінюються частота пульсацій і співвідношення тактів.

Тому проводилися вимірювання коливань, викликаних модернізованим вібропульсатором. Вимірювання та аналіз циклічних коливань тиску в доїльних стаканах здійснювали відповідно до методики, викладеної в розділі 2 [3].

Для виконання програми досліджень було виготовлено дослідний зразок вібропульсатора з високочастотним блоком, який можна відключити (рис. 2.15), розроблено спеціальний стенд із використанням приладу "PulsoTest Comfort".

Осцилограми циклічних коливань у міжстінних і підсмоктальних камерах доїльних склянок випробовуваного апарата в основному режимі за вакуумметричного тиску 48 кПа та відключеного високочастотного блоку вібропульсатора і стимулюючому режимі за вакуумметричного тиску 38 кПа та увімкненого високочастотного блоку вібропульсатора подано на рис. 3.1-3.2, а максимальні та мінімальні величини вакууму у вищевказаних камерах, частота пульсацій, співвідношення і тривалість фаз, а також тривалість робочого циклу в табл. 3.1.

Осцилограми циклічних коливань у міжстінних і підсоскових камерах доїльних склянок апарата "Нурлат" в основному режимі за вакуумметричного

тиску 48 кПа та стимулювальному режимі за вакуумметричного тиску 33 кПа подано на рис. 3.3-3.4, а максимальні й мінімальні величини вакууму у вищевказаних камерах, частота пульсацій, співвідношення і тривалість фаз, а також тривалість робочого циклу в табл. 3.2.

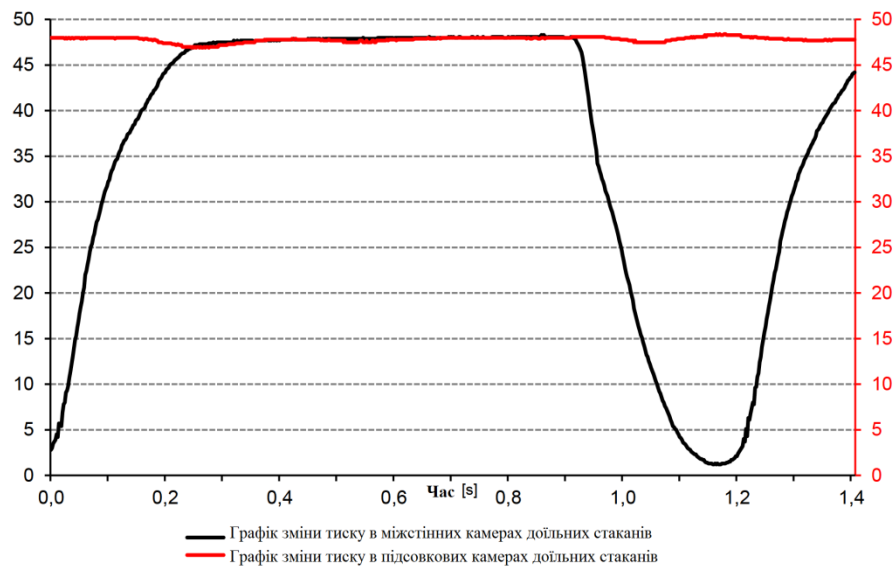


Рис. 3.1. Осцилограми циклічних коливань у міжстінних і підсоскових камерах доїльних склянок МСДА за вакуумметричного тиску 48 кПа і відключеного високочастотного блоку вібропульсатора

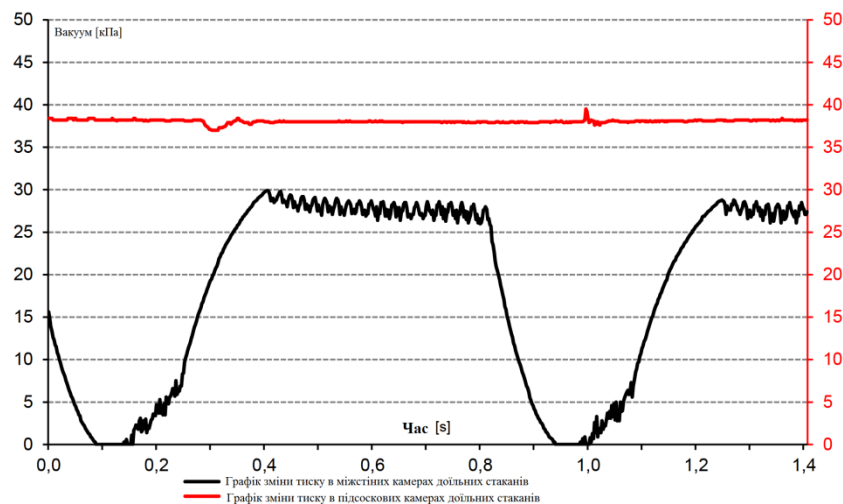


Рис. 3.2. Осцилограми циклічних коливань у міжстінних і підсоскових камерах доїльних склянок МСДА за вакуумметричного тиску 38 кПа та увімкненого високочастотного блоку вібропульсатора

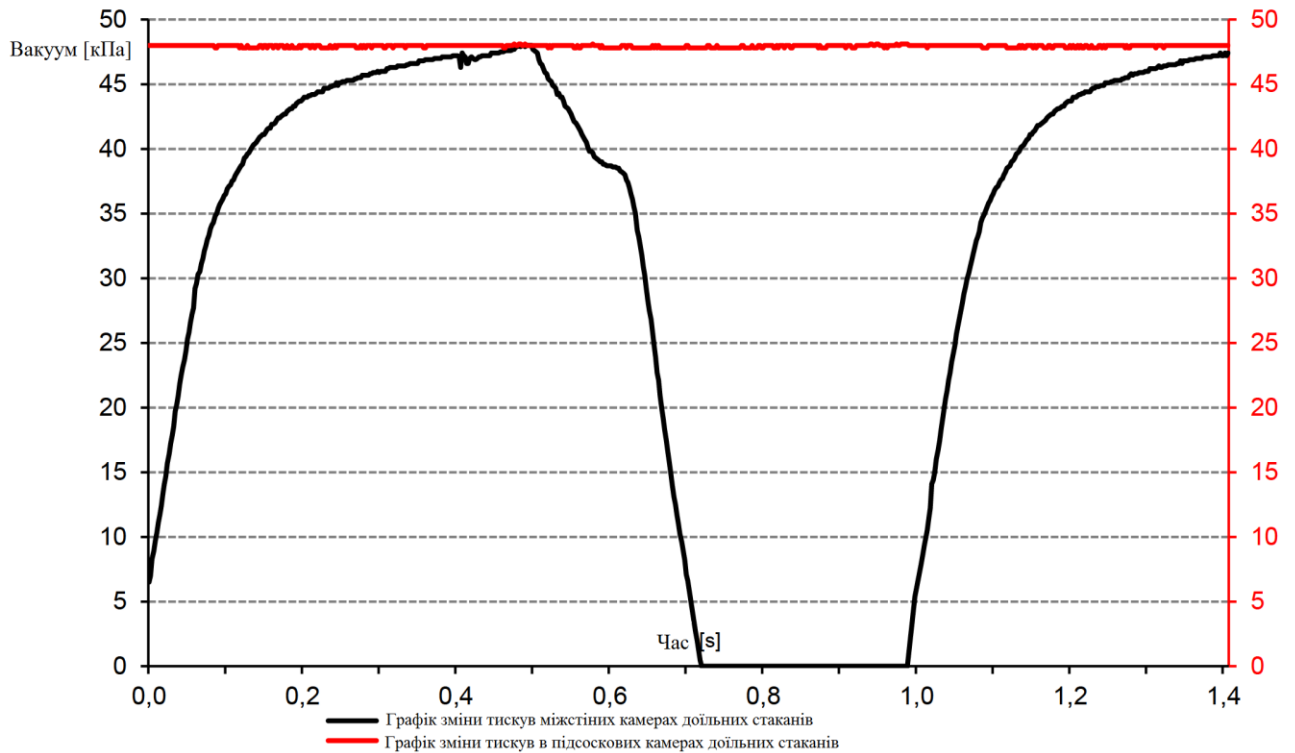


Рис. 3.3. Осцилограми циклічний коливань у камерах доїльних склянок апарату "Нурлат" за вакуумметричного тиску 48 кПа.

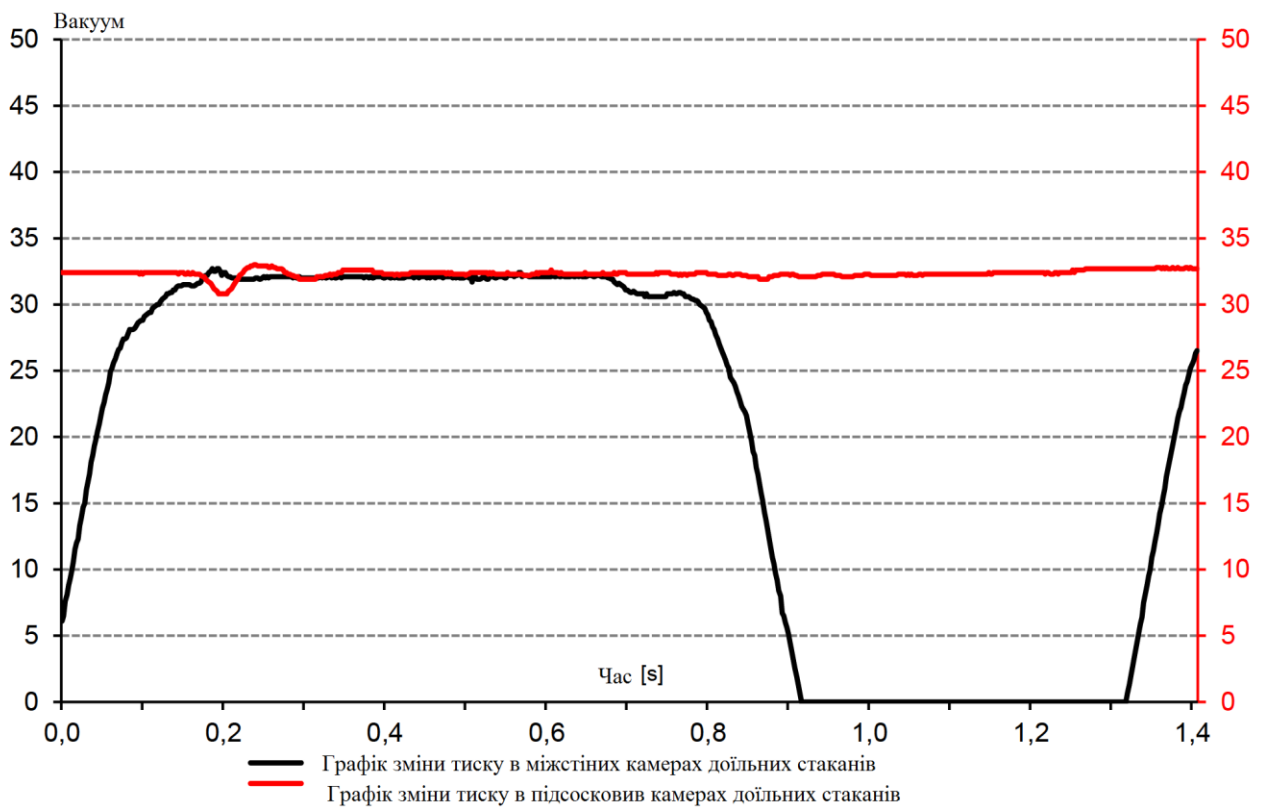


Рис. 3.4. Осцилограми циклічних коливань у камерах доїльних склянок апарату "Нурлат" за вакуумметричного тиску 33 кПа

Таблиця 3.1 – Параметри циклічних коливань у камерах доїльних стаканів експериментального доїльного апарата (МСДА)

Показники		Режим роботи			
		Основний		Стимулюючий	
		міжстінна камера	підсоскова камера	міжстінна камера	підсоскова камера
Величина вакууму [кПа]	max	48,2	48,3	29,9	38,5
	min	0,8	46,2	0,0	38,6
Частота пульсацій, Гц (хв^{-1})		0,84 (50,3)		1,15 (70,3)	
Співвідношення фаз (%)	смоктання	74		70	
	стиск	26		30	
Фази фракція (%)	A	14,7		14,5	
	B	60,7		55,8	
	C	14,8		11,0	
	D	9,0		18,9	
Тривалість фаз (мс)	A	192		118	
	B	737		463	
	C	178		92	
	D	112		159	
Тривалість робочого циклу (мс)		1216		830	

Таблиця 3.2 – Параметри циклічних коливань у камерах доїльних стаканів

Показники		Режим роботи			
		Основний		Основний	
		міжстінна камера	міжстінна камера	міжстінна камера	підсоскова камера
Величина вакууму [кПа]	max	48,2	48,2	32,8	33,1
	min	0	48,0	0,0	30,9
Частота пульсацій, Гц (хв^{-1})				0,75 (44,8)	
Співвідношення фаз (%)	смоктання	56		61	
	стиск	46		41	
Фази фракція (%)	A	18,8		6,2	
	B	36,4		53,8	
	C	15,2		6,9	
	D	31,1		34,1	
Тривалість фаз (мс)	A	194		85	
	B	365		729	
	C	166		94	
	D	312		449	
Тривалість робочого циклу (мс)		1031		1361	

Аналіз табл. 3.1 показує, що зміна вакуумметричного тиску і ввімкнення (вимкнення) високочастотного блоку вібропульсатора призводять до зміни режимних параметрів розроблюваного апарата. Так, за вакуумметричного тиску $P=48$ кПа і вимкненого високочастотного блоку вібропульсатора частота пульсацій n становить $0,84$ Гц ($50,3$ хв⁻¹), співвідношення фаз (%) смоктання та стиснення - $75/25$, тривалість робочого циклу $t_{\text{ц}} - 1,215$ с. За вакуумметричного тиску $P=38$ кПа і ввімкненого високочастотного блоку вібропульсатора частота пульсацій n становить $1,15$ Гц ($70,3$ хв⁻¹), співвідношення фаз (%) смоктання і стиснення - $70/30$, тривалість робочого циклу $t_{\text{ц}} - 0,829$ с.

В апараті МСДА (рис. 3.1) під час переходу на такт стиснення спостерігається інтенсивно наростання перепаду тисків між міжстінними та підсосковими камерами доїльних стаканів, причому за нульової інтенсивності виведення рідини величина вакууму під соском майже не змінюється.

Аналіз табл. 3.2 показує, що в апараті "Нурлат" за вакуумметричного тиску $P=48$ кПа частота пульсацій n становить $0,99$ Гц ($59,3$ хв⁻¹), співвідношення фаз (%) смоктання та стискання - $55/45$, тривалість робочого циклу $t_{\text{ц}} - 1,02$ с, а за вакуумметричного тиску $P=33$ кПа частота пульсацій n становить $0,74$ Гц ($44,5$ хв⁻¹), співвідношення фаз (%) смоктання і стиснення - $60/40$, тривалість робочого циклу $t_{\text{ц}} - 1,35$ с.

Для визначення маси вантажу магнітного клапана використовували лабораторну установку, що містить пристрій перемикачання магнітного клапана, фрагмент вакуумпровода з регулятором вакууму, вакуумметром і вакуумним краном, підвісний пристрій із можливістю розміщення змінних вантажів і ваги лабораторні "ВЛКТ-500" (рис. 3.5 та рис. 3.6) [2].

Діаметр мембрани пристрою перемикачання магнітного клапана попередньо варіювали, виходячи з конструктивних міркувань, і його числові значення становили $0,03$, $0,04$ і $0,05$ м [2].



Рис. 3.5. Загальний вигляд лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикання магнітного клапана [2].

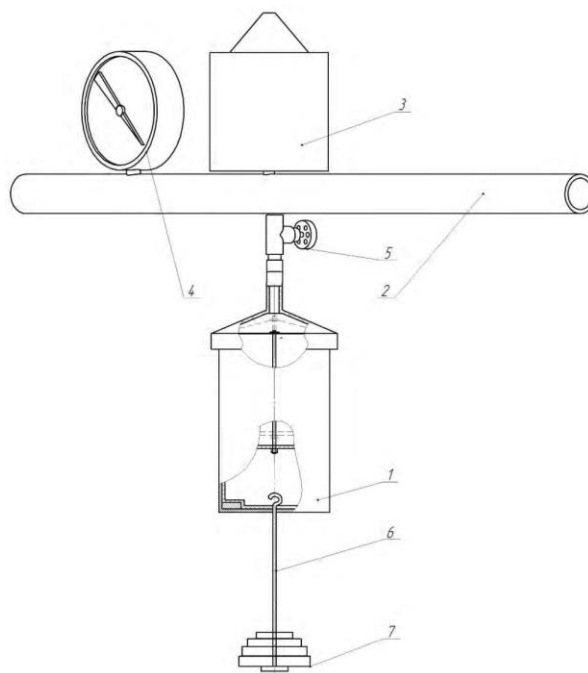


Рис. 3.6 Схема лабораторної установки для визначення геометричних параметрів пристрою перемикання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму: 1 – пристрій перемикання магнітного клапана; 2 – фрагмент вакуумпроводу; 3 – регулятор вакууму "InterPuls Stabilvak"; 4 – вакуумметр; 5 – вакуумний кран; 6 – підвісний пристрій; 7 – змінні вантажі [2].

Результати дослідів із визначення маси вантажу магнітного клапана, за якої відбувається врівноваження розподілу якої відбувається врівноваження розподіленого навантаження від дії вакуумметричного тиску наведені в таблиці 1 і під час опрацювання в Microsoft Excell досить точно ($R^2 = 0,99$) можуть бути представлені рівнянням регресії [2].

$$m_{гр.кл} = 70 d_M - 1,3167 \quad (3. 1)$$

де d_M – діаметр мембрани, м; $m_{гр.кл}$ – маса вантажного елемента магнітного клапана, кг.

Графічна залежність маси вантажного елемента магнітного клапана від діаметра мембрани представлена на рис. 3 [2].

Таблиця 3.3 – Результати дослідів з визначення за визначенням маси вантажу магнітного клапана [2].

№ дослідів	d_M – діаметр мембрани, м	Маса вагового елемента магнітного клапана $m_{гр.кл}$, кг
1	0,03	0,81
2	0,04	1,48
3	0,05	2,21

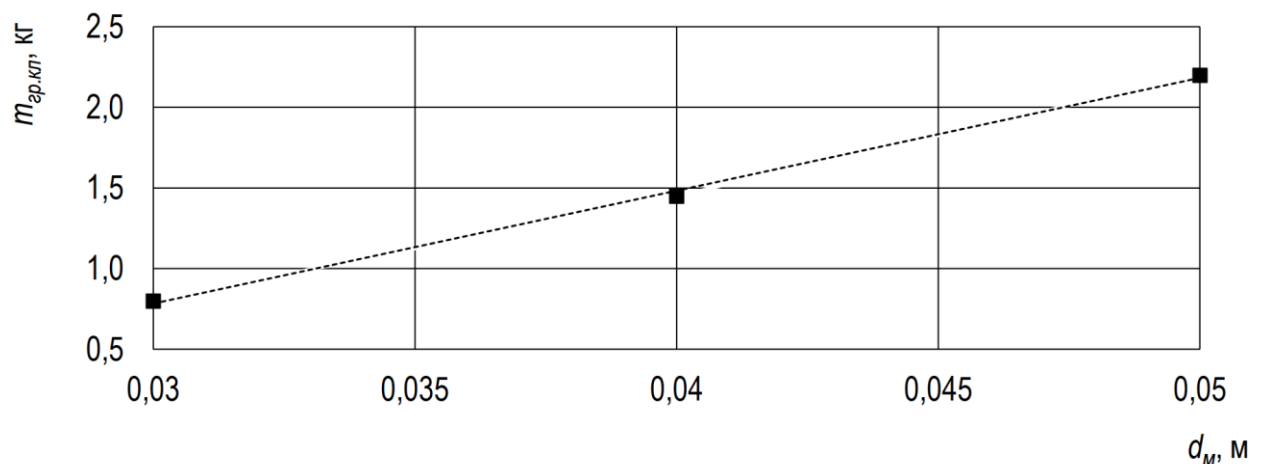


Рис. 3.7. Графічна залежність маси вантажного елемента магнітного клапана від діаметра мембрани [2].

Чисельні значення параметрів обирали з урахуванням максимальної можливої маси вантажного елемента магнітного клапана для інерційності системи під час фіксації клапана в нижньому положенні та превалювання сили

розподіленого навантаження від дії вакууму над вагою вантажу в 2...2,5 рази для надійного утримання клапана у верхньому положенні. У результаті аналізу було обрано такі конструктивні параметри пристрою, представлені в табл. 2 [2].

Таблиця 3.4 – Числові значення раціональних конструктивних параметрів пристрою перемикачання магнітного клапана блока керування рівнем вакууму [2].

Позначення	Найменування параметру	Раціональне значення
d_M	Діаметр мембрани, м	0,05
$m_{гр.кл}$	Маса вантажного елемента магнітного клапана, кг	0,56

Висновки по розділу

Доведено, що зміна вакуумметричного тиску і ввімкнення (вимкнення) високочастотного блоку вібропульсатора призводять до зміни режимних параметрів розроблюваного апарата. Так, за вакуумметричного тиску $P=48$ кПа і вимкненого високочастотного блоку вібропульсатора частота пульсацій n становить 0,84 Гц ($50,3 \text{ хв}^{-1}$), співвідношення фаз (%) смоктання та стиснення - 75/25, тривалість робочого циклу $t_{ц}$ – 1,215 с. За вакуумметричного тиску $P=38$ кПа і ввімкненого високочастотного блоку вібропульсатора частота пульсацій n становить 1,15 Гц ($70,3 \text{ хв}^{-1}$), співвідношення фаз (%) смоктання і стискання - 70/30, тривалість робочого циклу $t_{ц}$ – 0,829 с.

У результаті проведення лабораторних випробувань визначено фізіологічні параметри впливу експериментального доїльного апарату на молочну залозу в різних режимах доїння, що не виходять за межі норм стандарту ISO 5707-87 і є кращими, ніж у серійного апарату "Нурлат". Так, за вакууму 38 кПа з увімкненим високочастотним блоком вібропульсатора і вакууму 48 кПа та вимкненим високочастотним блоком вібропульсатора максимальний тиск дійкової гуми на сосок знизився відповідно з 22,35 і 27, 1 у серійному апараті "Нурлат" за аналогічних режимів доїння до 10,8 кПа і 14 кПа в експериментальному апараті за вищою пропускною спроможністю, яка відповідно становила 4,8 і 5,5 л/хв в

експериментальному апараті проти 4,2 і 5. 2 л/хв в апараті "Нурлат". Більша пропускна спроможність МСДА в стимулювальному режимі порівняно з апаратом "Нурлат", незважаючи на напівстислий стан дійкової гуми, пояснюється більшою тривалістю такту смоктання (70 проти 60%) і частотою пульсацій (70,3 проти 44,4 хв⁻¹), а також тим, що при виведенні рідини середній перепад тиску між міжстінними і підсосковими камерами протягом такту смоктання знижується до 1,57 кПа.

Встановлено такі режими роботи експериментального апарата: однофазний низьковакуумний з постійною стимуляцією і трифазний з керованою стимуляцією. Вакуумметричний тиск, створюваний апаратом у фазі стимуляції 38⁺²кПа, фазі основного доїння 48⁺²кПа, фаза додавання 38⁺²кПа.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час доїння корів у доїльне відро невеликими групами за їхнього прив'язного утримання найдоцільнішим є застосування багатофункціонального стимулювального доїльного апарата, який забезпечує повне та безпечне виведення молока з вимені під час виконання різноманітних технологічних операцій: доїння основного стада, роздоювання новотільних корів у пологовому відділенні та ін.

Розроблено конструктивно-технологічну схему багатофункціонального стимулювального доїльного апарату, який має містити двокамерні доїльні стакани, колектор, вібропульсатор із відключувальним високочастотним блоком, блок управління режимом доїння, блок управління рівнем вакууму з пристроєм перемикачання магнітного клапана, приймач із мембраною дроселя підсоскової камери.

Доведено, що зміна вакуумметричного тиску і ввімкнення (вимкнення) високочастотного блоку вібропульсатора призводять до зміни режимних параметрів розроблюваного апарата. Встановлено такі режими роботи експериментального апарата: однофазний низьковакуумний з постійною стимуляцією і трифазний з керованою стимуляцією. Вакуумметричний тиск, створюваний апаратом у фазі стимуляції 38^{+2} кПа, фазі основного доїння 48^{+2} кПа, фаза додавання 38^{+2} кПа.

Результати виробничих випробувань свідчать про те, що експериментальний доїльний апарат є працездатним і дає змогу підвищити разовий удій на 6,9% і знизити тривалість доїння на 7,1%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Осипчук О.М.** Аналіз стану питання досліджень конструкцій доїльних апаратів. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 225-227.
2. Білецький В. Р., **Осипчук О. М.** Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми багатофункціонального стимулювального доїльного апарата. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 204-206.
3. Білецький В. Р., **Осипчук О. М.** Результати досліджень конструктивних параметрів пристрою перемикання магнітного клапану блоку керування рівнем вакууму. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).
4. Дмитрів В.Т., Адамчук В.В., Лаврик Ю.М., Дмитрів І.В. Енергоощадний пневмоелектромагнітний пульсатор автоматизованого доїльного апарата. Теорія та експеримент. Монографія. Львів. нац. аграрн. ун-т. Львів : Сполом, 2016. 180 с.
5. Бойко І.Г. (ред.) *Машини та обладнання для тваринництва. Том 1.* Підручник. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2006. 225 с.
6. Бойко І.Г. (ред.) *Машини та обладнання для тваринництва. Том 2.* Підручник. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2006. 279 с.

7. Бойко І.Г. (ред.) Теорія та розрахунок машин для тваринництва. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2002. 216 с.
8. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва. Посібник-практикум. Київ : Кондор, 2011. 396 с.
9. Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О. та ін. Машини і обладнання для тваринництва. Підручник. Ніжин: Національний університет біоресурсів і природокористування України; ПП Лисенко М.М., 2017. 304 с.
10. Скорик О.П., Полупанов В.М. (ред.) Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. Навчальний посібник. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2009. 429 с.
11. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
12. Шведик М.С. Механізація тваринництва. Конспект лекцій. Луцьк: Луцький НТУ, 2015. 136 с.
13. Шведик М.С. Практикум з механізації тваринництва. Навчальний посібник. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. 336 с.
14. Roshanianfard A., Faizollahzadeh-Ardabili S. Autonomous Agricultural Vehicles: Concepts, Principles, Components, and Development Guidelines. Boca Raton: CRC Press, 2024. 219 p.