

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня "Магістр"
на тему:
**Підвищення ефективності технічного обслуговування
молочно-доїльного обладнання**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-3-20
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Буйницький Олег Ігорович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Носенко Євгеній Олегович

Дніпро, 2021

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

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві
Освітній ступінь: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача кафедри

МВІТ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Буйницький Олег Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання

керівник роботи Алієв Ельчин Бахтияр огли, д-р техн. наук, старш. дослід., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« _____ » _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____.

3. Вихідні дані до проекту Огляд стану питання в галузі тваринництва та існуючих способів і засобів технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної _____ тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Сучасний стан проблеми і напрями досліджень. 2. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів тестера доїльних установок 3. Аналіз та оцінка технічного стану молочно-доїльного обладнання. 4. Шляхи вирішення проблем в роботі систем молочно-доїльного обладнання. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність технічного обслуговування доїльної установки. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема. Мета і задачі досліджень (2 аркуша, А4). 2. Аналіз стану ДУ (3 аркуша, А4). 3. Розробка тестера ДУ (6 аркушів, А4). 4. Експериментальні дослідження (4 аркуша, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (3 аркуша, А4)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Алієв Е. Б., професор		
2	Алієв Е. Б., професор		
3	Алієв Е. Б., професор		
4	Алієв Е. Б., професор		
5	Кравець В. В., доцент		
6	Вінніченко І. І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О. С., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний		
2	Теоретичний		
3	Експериментальний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Демонстраційна частина		

Студент

_____ (підпис)

Буйницький О.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Алієв Е. Б.

_____ (прізвище та ініціали)

Буйницький О.І. Підвищення ефективності технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). ДДАЕУ, Дніпро, 2021.

Вступна частина дипломної роботи містить обґрунтування актуальності теми, сформульовані мета та задачі, приведено методи досліджень. Проведено аналіз технічного стану молочно-доїльного обладнання на території сучасної України. В другому розділі обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри тестера доїльних установок, проведено його калібрування. Представлено методику дослідження стану доїльних установок. Проведено аналіз та оцінка технічного стану молочно-доїльного обладнання. Представлені шляхи вирішення проблем в роботі систем молочно-доїльного обладнання. Розроблено карту безпеки праці по вакуум-силовій установці. Виконано економічне обґрунтування розробки. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: доїльна установка, технічне обслуговування, тестер, параметри, ефективність

ЗМІСТ

Вступ	9
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ І НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
1.1 Технічний стан молочно-доїльного обладнання на території сучасної України	11
1.2 Аналіз наслідків використання технічно несправного молочно-доїльного обладнання	18
1.3 Регламент планово-попереджувального технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання	23
1.4 Аналіз сучасних технічних засобів діагностики молочно-доїльного обладнання	26
1.5 Висновки з розділу	27
1.6 Мета і завдання досліджень	28
2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК	29
2.1 Опис, склад та функції тестера доїльних установок v 2.0	29
2.2 Калібрування експериментального зразка тестера доїльних установок v 2.0	35
2.3 Методика дослідження стану доїльних установок	39
2.4 Висновки з розділу	55
3 АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	57
3.1 Методика оцінки фактичного рівня надійності вузлів молочно-доїльного обладнання	57
3.2 Несправності та помилки в експлуатації вакуумної системи молочно-доїльного обладнання	58
3.3 Несправності та помилки в експлуатації молочної системи молочно-доїльного обладнання	64
3.4 Несправності та помилки в експлуатації системи промивання та	

dezінфекцій молочно-доїльного обладнання	68
3.5 Оцінка фактичного рівня надійності вузлів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання.....	71
3.6 Висновки з розділу	76
4 ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ В РОБОТІ СИСТЕМ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	78
4.1. Основи системи планово-попереджувальних робіт з технічного обслуговування	та 78
ремонту.....	
4.2 Матеріально-технічна база з технічного обслуговуванню доїльних	84
установок.....	
4.3 Технічне обслуговування доїльних установок, види та принцип робіт.....	86
4.3.1 Щоденний огляд, діагностування та обслуговування доїльної установки.....	86
4.3.2 Перше технічне обслуговування, вид та послідовність операцій	88
4.3.3 Друге технічне обслуговування доїльної установки.....	90
4.4 Висновки з розділу.....	90
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	91
5.1 Дослідження шкідливих і небезпечних факторів при роботі доїльної установки	91
5.2 Правила охорони праці при роботі з доїльною установкою.....	93
5.3 Охорона праці до монтажу, пуску, регулюванню та обкатуванню доїльної	установки 95
.....	
5.4 Карта безпеки праці вакуумної установки	96
5.5 Порядок дій працівників у разі настання надзвичайної ситуації...	98

5.6 Висновки з розділу	100
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	101
6.1 Розрахунок технологічних показників виконання процесу машинного доїння	101
6.2 Обґрунтування техніко економічних показників для методики прогнозування залишкового ресурсу доїльної установки	104
6.3 Висновки з розділу	109
ВИСНОВКИ	110
Список використаних джерел	113
Додатки	121

ВСТУП

Своєчасне діагностування, технічне обслуговування та ремонт доїльного обладнання – одна з умов виходу українських виробників молока на світовий ринок та відповідності до вимог Європейського Союзу. Для досягнення цієї мети виробники, постачальники та сервісні служби доїльного обладнання повинні надавати послуги з підтримки молочного обладнання в справному стані. За для цього були розроблені технічні засоби діагностики доїльних установок, які надають змогу сервісним службам виявляти несправності та відхилення від заданих параметрів роботи доїльного устаткування.

Згідно ISO 9001 фірма (організація), яка займається розробкою та виготовленням молочного обладнання, зобов'язана вести контроль, проводити діагностування і виконувати гарантійне або контрактне технічне обслуговування обладнання.

На сьогоднішній день у світі є широкий вибір доїльного обладнання з високою продуктивністю, яке входить до комплектації сучасних доїльних ліній потокового типу, але якість його обслуговування, ремонту та взагалі догляду за ним залишається край не задовільною. Пов'язано це з тим, що господарства (молочно-товарні) на території України, не мають змоги проводити відповідний технічний огляд свого доїльного обладнання, що призводить до не бажаних наслідків як в роботі самого обладнання так і в стану здоров'я тварин, яке залежить від роботи самого устаткування.

Доїння тварин – це процес в якому людина, машина та тварина безпосередньо взаємодіють, і результат який ми хочемо отримати, а саме високоякісний молочний продукт, залежить від кожного в цій трійці. Людина має відповідно підготувати тварину до процесу механічного доїння: обмивання та витирання вим'я, масаж, здоювання перших цівок молока вручну, застосування засобів для перед доїльного обробітку вим'я і так далі. Машина має задовольняти фізіологічні особливості тварин, повноцінно стимулювати рефлекс молоковіддачі,

працювати на оптимальній частоті пульсації які є комфортними для тварини, жорсткість дійкової гуми має відповідати фізіологічним властивостям тварин їх породи або вродженим патологіям вимені такі як на 1-2 дійки більше. В свою чергу тварина має бути задоволена по всім потребам для найкращого рефлексу молоковіддачі, а саме знаходитися в комфортних умовах мікроклімату, мати збалансований високоякісний раціон, а також моціон який дає тварині задовольняти природні потреби з прогулянки.

Таким чином, запровадження контролю за роботою доїльного обладнання за допомогою технічних засобів діагностування, є невід'ємною частиною для розвитку молочного господарства на території сучасної України.

1 СТАН І НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Технічний стан молочно-доїльного обладнання на території сучасної України

На сьогоднішній день, на території України стан доїльного обладнання знаходиться в незадовільному стані. З власного досвіду це обумовлено наступними причинами:

1. Незадовільна підготовка кадрів, слюсарів та самих доярок. Слюсар не виконує в повному обсязі свої обов'язки, доярки не дотримуються встановлених правил з перед доїльної обробки вимені, після доїльної обробки вимені також з правилами підключення та відключення доїльного апарату.

2. Економія господарства на запасних частинах, запасних електродвигунах, вакуумних насосах, молочних насосах комплектуючих до доїльного апарату: колектори, пульсатори, дійкова гума, миючі засоби для промивання та дезінфекції системи.

3. Відмова від сервісного обслуговування заради знову ж економії коштів, а також такого діагнозу як «Воно ж працює».

Доїльна установка складається з трьох основних систем: вакуумна система, молочна система та система промивання та дезінфекції молочної магістралі, молокозбірника та доїльних апаратів. Найбільш розповсюджений тип доїльної установки в сучасній Україні є доїльна установка в молокопровід, яка оснащена дозаторами з реєструючим пристроєм та пульсаторами попарної дії. Сьогодні доїння в бідони використовують лише родильних відділеннях для роздою корів, або для напування телят. Нажаль також з бідонами зараз використовують також пульсатори не попарної дії і при переводі корови на молокопровід з попарним пульсатором вона деякий час має звикати до нових умов.

Вакуумна система (рис. 1.1) – одна з основних частин доїльної установки, вона знаходиться під вакуумом та не контактує з молоком. Вакуумна система

включає: вакуумний насос, регулятор вакууму, вакуумметр, вакуум-проводи, ресивер, фільтр-пастка та вакуумні крани.



а

б

Рисунок 1.1 – Вакуумна установка в зборі: а – фірми «СТА milk» (Італія);
б – фірми «DeLaval» (Швеція)

На рисунку 1.1 представлена вакуумна установка в зборі вона включає в себе: електродвигун, вакуумний насос, ресивер (до ресивера входить фільтр пастка), глушник та маслянка, в даному випадку вивоннена у виді десяти літрової каністри з якої виходять патрубки на підшипники валу вакуумного насосу для його змащення.

В місці встановлення вакуумної установки повинні бути встановлені вакуумметр для контролю вакууму в системі та вакуумрегулятор, який регулює рівень вакууму. Згідно ISO 6690 чутливість регулювання рівня вакууму за допомогою вакуум-регулятора не має перевищувати 1 кПа.

Втрата працездатності вакуумної системи призводить до зупинки всього доїння. На фермах основними несправностями цього вузла є: велика похибка або взагалі не вимірюється рівень вакууму вакуумметром, зупинка вакуумного насосу внаслідок заклинювання яке спричинено не якісним мастилом або взагалі його відсутністю, забивання фільтра-пастки, вихід з ладу зворотного клапана вакуумного насоса, відказ вакуумрегулятора, забивання брудом вакуумної магістралі. Найгрубіше порушення в роботі вакуумної системи це порушення співвідношення тактів пульсатора. Пульсатор це одна з найвідповідальніших частин доїльного апарата, він забезпечує перемикання тиску у піддійковому просторі доїльного стакана, між вакуумметричним і атмосферним тиском (рис. 1.2). Слюсарі як і доярки неохайно до них відносяться із-за цього порушується співвідношення тактів пульсатора, яке ніхто не контролює і не регулює, а також може призвести до повної його відмови.

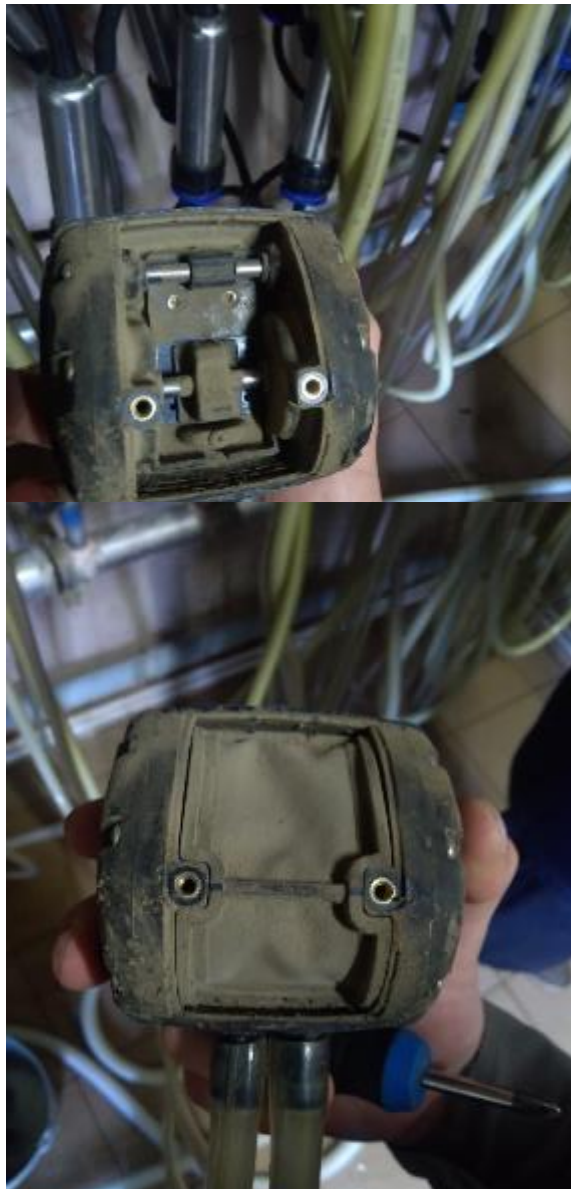


Рисунок 1.2 – Недбайливе ставлення до пульсаторів призводить до потрапляння пилу та бруду до поверхностей тертя з подальшим механічними зносом

Молочна система (рис. 1.3) – призначена для забезпечення надходження вакууму до доїльних апаратів і транспортування молока до молокозбірника. До складу молочної системи входить: молокопровід, молокозбірник, молочний насос(НМУ), молочні крани та дозатори молока з реєструючим пристроєм.



a)



б)



в)

г)

Рисунок 1.3 – Загальний вигляд молочної системи: а – молокоприймач; б, в – дозатор «Брацлав» та розв'язка молочної лінії; г – електронний дозатор з блоком управління

До основних несправностей молочної системи відносяться: втрата кута нахилу молочної лінії, зміщення внаслідок теплового розширення труб, зміщення молочних кранів внаслідок зміщення труб, вихід із ладу дозаторів молока через потрапляння залишків молока у пристрої призначені для спрацювання дозатора, втрати вакууму на лініях за рахунок пересихання ущільнюючих елементів, не правильна робота або повна відмова молочного насоса, пошкодження молокозбірника, пошкодження корпусу колекторів, пошкодження санітарної камери, пошкодження кришки молокозбірника, пошкодження комплектуючих дозаторів, пошкодження корпусів молочних кранів, а також движків. У випадках доїльного залу типу «Ялинка», «Паралель» та інші виникають несправності притаманні лише обладнанню доїльного залу.

Система промивання та дезінфекції (рис. 1.4) – елемент доїльної установки призначений для промивання та дезінфекції молочної системи і доїльних апаратів.



а)

б)

Рисунок 1.4 – Автомати та апарати промивки: а – автомат промивки «Panazoo» (Італія); б – БУАП «Брацлав» (Україна)

Система промивання складається з таких частин: бак промивки, автомат промивки, апарат промивки, повітряний інжектор, перистальтичні насоси, клапан подачі води до апарату промивки, клапан циркуляція-злив, соленоїдний клапан гарячої та холодної води.

Основні несправності системи промивання: збій, корозія, втрата налаштувань, вихід з ладу пресостатів автомата промивання, забивання головок

промивання соломною, пропускання повітря через гумові з'єднання, вихід з ладу повітряного інжектора внаслідок неправильного монтажу або обслуговування, вихід з ладу перистальтичних насосів, вихід з ладу клапанів подачі води та циркуляція-злив за рахунок неправильного монтажу підвода вакууму або неправильній збірці після обслуговування та порушення в роботі соленоїдних клапанів подачі води (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Несправності системи промивання доїльних установок:
а – вихід з ладу клапана подачі води, б – якість води на фермі яка призводить до відкладень даного характеру

Самий проблемний, але важливий елемент в доїльній установці, адже від якості промивання системи напряму залежить якість та сортність молока, це перше що враховується при його збуті.

Для слюсаря система промивання є важкою для осягання, тому що автомат промивання має відношення до електрики та електроніки, також необхідно володіти інтерфейсом автомату, знати англійську мову, у разі якщо використовуються автомати закордонного виробництва, які мають ряд переваг над вітчизняними, такі як: наявність перистальтичних насосів для подавання та дозування лужної та кислотної речовини, спрацьовування електроніки відбувається за рахунок пресостатів замість герконових датчиків, якщо відсутні перистальтичні насоси мається спеціальна мірна колба з якої прилад автоматично подає миючий засіб під час набирання гарячої води.

Окрім вище вказаних проблем з системою промивання, має розповсюдження така проблема як погана якість води. Господарства не піклуються тим щоб встановити фільтруючі елементи в систему водопостачання і тому вода з високим вмістом заліза, марганця, свинцю, кальцію та магнію потрапляє не лише в систему промивання, а й в систему напування тварин.

Проаналізувавши відмови доїльних установок на території України, було виявлено і представлено відсоткове співвідношення виходу з ладу доїльного обладнання. Відмови в роботі молочної системи складають 58%, переважаючим типом відмов в даній системі є: раптова відмова, залежна, експлуатаційна та конструкційна відмова. Таким відмовам притаманні стрибкоподібні зміни декількох значень технічних параметрів, відмова яка настає внаслідок відмови іншого елемента, відмова внаслідок порушення встановленого регламенту користування доїльною установкою та недосконалість конструкції або матеріалів які використані при виготовленні запчастин, вузлів та пристроїв. До таких відносяться: пошкодження корпусу колекторів, молокозбірника, дозатора, молочного крану, зміщення молочних труб що веде за собою зміщення молочних кранів які перекривають отвори для вакууму та молока, неправильне регулювання

частоти тактів пульсатора, неправильне встановлення запчастин при ремонті або обслуговуванні та інші. Відмови системи промивання відбуваються в 27% випадків це відмова в системі промивання та дезінфекції. Характеризуються вони поступовою зміною значень одного або декількох технічних параметрів, недосконалістю чи порушеннями встановлених правил виробництва комплектуючих або запчастин, а також порушенням встановлених правил експлуатації. Щодо вакуумної системи то відмови пов'язані з нею складають 13%. Такий результат обумовлений тим що до вакуумної системи входять надійні елементи, вони потребують дотримання основних правил експлуатації та догляду, але якщо вакуумна система відмовила в роботі вона тягне за собою не лише грошові втрати, а й несе катастрофічну шкоду здоров'ю тварин. Основними відмовами даної системи в більшості випадків є експлуатаційна, та в меншій виробнича, бо виготовлення елементів та комплектуючих вакуумної установки потребує високої точності виготовлення, але це не звільняє від бракованих запчастин.

Висновком для даного пункту буде лише те що, стан доїльного обладнання знаходиться на незадовільному рівні, до рішення цієї проблеми потрібно підходити цілісно, навчати персонал, вести постійний контроль над станом елементів доїльного обладнання, бути забезпеченими технічними засобами з діагностики обладнання та володіти ними, а також бути у співпраці з сервісними службами, вони мають більше знань та досвіду з вирішення проблем.

1.2 Аналіз наслідків використання технічно несправного молочно-доїльного обладнання

Основним засобом праці при виробництві молока є живий організм, він вимагає догляд та контроль за технічними параметрами доїльної установки, які мають безпосередній вплив на якість продукції та здоров'я тварин. Несправності

які виникають у процесі експлуатації мають різний характер впливу на ті чи інші характеристики тварини та отримуваної продукції.

Дослідженнями В.А. Стреміна і В.Т. Козлова було виявлено що, відказ вакуумної системи несе катастрофічні наслідки для здоров'я тварин, ніж відказ доїльного апарату. При виході з ладу одного або декількох доїльних апаратів падає лише ефективність їх використання.

Наслідками використання несправної вакуумно установки є:

1. При великій похибці або взагалі не працює вакуумметр, персонал взагалі не має доступу до контролю оптимальних значень вакууму, а вакуум в свою чергу в основних випадках відмови перевищує встановлені значення які складають 48.0-52.0 кПа, внаслідок того що слюсар не маючи уяви про рівень вакууму добавляє його за проханням доярки або з власних поглядів, або при великих напрацюваннях без обслуговування і регулювання вакуум регулятора, рівень вакууму підвищується або взагалі вже не регулюється. Рівень вакууму вищий за встановлені параметри призводить до гальмування рефлексу молоковіддачі, захворювання тварин на мастит та травм вимені з подальшою вибраковкою тварини і це є масовим для всього корівника в якому знаходиться не правильно відрегульоване обладнання.

2. Зупинка вакуумного насоса призводить до зупинки всього процесу доїння яке не допустимо. Доїння корів проходить в чітко встановлені часові проміжки, порушення даного параметру веде за собою збій біологічного годинника тварини та рефлекс молоковіддачі. Господарство несе збитки не лише зі сторони здоров'я та нормального рефлексу молоковіддачі, а й в грошових еквівалентах, так як ціна вакуумного насоса в залежності від виробника вакуумної установки варіюється від 40 до 60 тисяч гривень, і не достатньо просто зняти і поставити насос, його треба ще правильно виставити по відношенню до двигуна та провести ще ряд складальних робіт, а це все дорогоцінний час який втрачається.

3. Вихід з ладу зворотного клапана вакуумного насосу спричиняє його прокручування в іншу сторону при вимкненні системи. Це веде за собою травмування карбонових лопаток які коштують від 1000 гривень за 1 штуку, підвищення шуму при роботі та подальшим виходом з ладу вакуумного насосу наслідки якого описані в пункті вище.

4. Відказ вакуум регулятора веде за собою не здатність регулювання рівня вакууму, якщо його не має в запасі то доїння ні в якому разі не може бути проведено через те що насос буде видавати максимальне значення вакууму яке він створює, а це приблизно 80 кПа (в залежності від насосу).

5. Забивання вакуумної магістралі веде за собою пониження вакууму який впливає на роботу пульсатора доїльного апарата, частота тактів буде постійно знижуватись і доїльний апарат не буде мати впливу дійкову гуму та взаємодіяти з вименем за встановленими параметрами.

Несправності молочної системи призводять до не коректної роботи доїльного обладнання та порушень процесу доїння. Внутрішні діаметри та похил молочних ліній повинні забезпечувати перепад вакуумметричного тиску між молоко-забірником і іншою якою небудь точкою молочної магістралі не більш ніж 2 кПа коли працюють усі доїльні апарати, в номінальних значеннях потоків молока і повітря. Похил молочних ліній повинен бути спрямований в сторону дозаторів та молокозбірника, якщо ухил ліній не витриманий, молоко та вода при промиванні системи, буде накопичуватись у місцях контр-уклону лінії. Наслідки використання обладнання з несправною молочною системою несуть за собою:

1. При втраті кута нахилу молочної лінії йде порушення дренажу системи, що веде за собою закупорювання молочної лінії, затримання води в системі під час промивання та взагалі погіршення якості промивання за рахунок гасіння турбулентного режиму проходження води по трубопроводу, у разі ламінарного потоку, труба не миється по всій поверхні що спричинює відкладення залишків молока, підвищення бактеріальної обсіміненості та погіршенню сортності молока.

2. При зміщенні труб та молочних кранів за рахунок теплового розширення або механічного впливу тварини, втомі кронштейнів молокопроводу, зміщуються отвори для проходження вакууму та молока в систему молокопроводу, що погіршує ефективність роботи пульсатора та забирання молока з колектора доїльного апарата.

3. При забиванні залишками молока, соломи або інших механічних домішок дозаторів відбувається не коректне спрацювання механізмів дозатора, його переповнення та зависання. Оператор повинен вести постійний контроль за роботою дозуючих пристроїв, від них залежить заробітна платня доярок та ефективність самого процесу доїння.

4. Пересихання гумових з'єднань веде до розгерметизації системи що призводить до втрат вакууму далі його пониження і якщо місце втрати не знайдено оператор підвищує рівень вакууму за рахунок вакуумрегулятора і насос працює та витрачає електроенергію в пусту.

5. Несправності молочного насоса, а до них відноситься як несправність самого насоса (крильчатка, графітне кільце, гумовий ущільнювач, клапан, електродвигун) так і несправності його блоку управління (БУН), його герконового датчика або датчика який працює за принципом електродів, друкованої плати, контактора, теплового реле та кнопки запуску насоса. Якщо насос не відкачує молоко або воду (при промиванні) спрацьовує санітарна камера молокозбірника, яка перекриває доступ вакууму до молочної системи доїльної установки. Під час дойки це призводить до відключення доїльних апаратів, їх травмуванню, а також порушення процесу доїння, пере-підключення апаратів та витрат часу. Під час промивання порушується потік води в трубопроводі, відкачування води з дозаторів (якщо вакуум в системі відсутній там з'являється атмосферний тиск за рахунок якого вода починає протікати через ущільнюючі елементи це веде до розходу води, миючого засобу та виливання миючого засобу (лужного або кислотного) на підлогу.

Одним з основних показників якості молока яке характеризує його технологічні властивості, як сировини - бактеріальна обсіменіння. Цей показник значною мірою залежить від якості проведення санітарної обробки доїльного обладнання. Одним з актуальних питань цієї проблеми є недосконалість методів контролю якості санітарного стану доїльного обладнання, зокрема молокопроводів різного виконання. Таким чином, підвищення якості миття та дезінфекції доїльного обладнання, а також застосування достовірних методів оцінки санітарно-гігієнічного стану дозволяє підвищити якість молока та знизити частку низькосортного продукту. Проаналізувавши дані в цілому по країні від загальної маси молока, що здається сільськогосподарськими підприємствами на переробку, прийнято вищим сортом 7%, першим - 82%, другим і не сортовим - понад 11%, внаслідок чого господарства недоотримали значну частину прибутку

Наслідки які несе несправна система промивання та дезінфекції:

1. Автомат промивання потребує постійного контролю за налаштуваннями в процесі експлуатації обладнання. Неправильний монтаж, обслуговування та налаштування автомату промивання веде до погіршення якості промивання доїльного обладнання. У разі неправильних налаштувань або їх збою порушується технологія промивання системи яка складається в основному з 3 етапів: прополіскування (тепла вода температурою 40 градусів), промивання лужним або кислотним (для прибирання кам'яних відкладень) засобом для прибирання жирових відкладень (потрібна максимальна температура води (90 градусів) для того щоб працював миючий засіб), прополіскування холодною водою вона змиває та нейтралізує залишки миючого засобу.

2. Невідповідність температурного режиму води під час промивання є основоположною проблемою якості молока. Якщо температура води на активній фазі промивання нижче 40 градусів, миючий засіб не виконує свої функції як наслідок жирові або гіршому випадку вже кам'яні відкладення залишаються на поверхні стінок трубопроводу і підвищує бактеріальну обсімененість.

3. Вихід з ладу повітряного інжектора веде за собою ламінарний потік води в трубопроводу що зменшує ефективність промивання в 2 рази.

4. Порушення в роботі перистальтичних насосів (вони виконують функції закачування та дозування миючого засобу) веде за собою перевитрату миючих засобів (якісні миючі засоби мають велику ціну) або зовсім не закачування миючого засобу і якщо оператор не виявив несправність промивання відбувається без хімічних засобів промивання що істотно погіршує якість промивки і далі молока.

5. За рахунок поганої якості води на фермах часто виходять з ладу прилади для автоматизації процесу промивання такі як соленоїдні клапани які встановлюються на подачу гарячої та холодної води, це веде до збоїв в роботі автомата промивання та переривання процесу мийки.

1.3 Регламент планово-попереджувального технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання

Технічне обслуговування включає комплекс операцій [39] із підтримки працездатності доїльної установки під час використання за призначенням. Своєчасне та якісне технічне обслуговування забезпечує технічну справність, довговічність та безперебійну роботу доїльного обладнання протягом усього періоду служби.

Вид та періодичність ТО доїльного устаткування, наведені в таблицях 1.1-1.4.

Таблиця 1.1 – Розклад робіт сервісної служби

Періодичність	ТО-2	ТО-3	ТО-4
	1 раз в 3 місяці	1 раз в 6 місяців	1 раз на рік
Січень	1-5	1-5	1-8
Квітень	1-4		
Липень	1-8	1-8	

Жовтень	1-4		
---------	-----	--	--

Таблиця 1.2 – Технічне обслуговування (ТО-2)

№	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Вакуумна система		
1.1	Вакуумна лінія		
1.1.1	Перевірка рівня вакууму на лініях	1 вимір.	12
1.1.2	Усунення підсмоктування повітря	1 устан.	1
1.1.3	Промивання деталей ресивера	1 рес.	1
1.1.4	Промивання клапанів зливу конденсації	1 шт.	4
1.2	Вакуумна установка		
1.2.1	Промивання та чистка масленки	1 шт.	2
1.2.2	Перевірка витрати масла	1 насос	2
1.2.3	Промивання насосу	1 насос	2
1.2.4	Регулювання натягу паску (заміна)	1 шт.	2
1.2.5	Перевірка кріплення шківів	1 шт.	2
2	Молочна лінія		
2.1	Молокопровід		
2.1.1	Промивання молокопроводу	1 устан.	1
2.2	Дозатор		
2.2.1	Ручне промивання	1 шт.	4
2.3	Молокозбірник		
2.3.1	Ручне промивання молокозбірника	1 шт.	1
2.4	Молочний насос		
2.4.1	Ручне промивання	1 шт.	2
3	Доїльний апарат		
3.1	Промивання апарату в ручну	1 ап-т	12
3.2	Чистка фільтруючого елемента пульсатора	1 ел-нт	12
3.3	Заміна соскової резини	1 ап-т	12
4	Система промивання		
4.1	Перевірка роботи автомата промивання	1 ап-т	1
4.2	Корегування дозування миючого засобу	1 устан.	1

Таблиця 1.3 – Технічне обслуговування (ТО-3)

№	Найменування	Од. вим.	Кількість
	Виконати ТО-2		
1	Вакуумна система		
1.1	Вакуумна лінія		
1.1.1	Чистка вакуумрегулятора	1 шт.	1
1.2	Вакуумна установка		

№	Найменування	Од. вим.	Кількість
1.2.1	Перевірка продуктивності насоса	1 шт.	2
2	Молочна лінія		
2.1	Молокопровід		
2.1.1	Усування підсмоктування повітря	1 уст-ка	1
2.1.2	Ручне промивання молочних кранів	1 шт.	120
2.1.3	Перевірка на знос молочних кранів	1 шт.	120
2.2	Дозатор		
2.2.1	Налаштувальні роботи	1 шт.	4
2.2.2	Гарування	1 шт.	4
2.3	Молокозбірник		
2.3.1	Промивання в ручну санітарної камери	1 шт.	1
2.3.2	Перевірка герметичності молокоприймача, заміна прокладки	1 шт.	1
3	Доїльний апарат		
3.1	Регулювання попарного пульсатора	1 шт.	12

Таблиця 1.3 – Технічне обслуговування (ТО-3)

№	Найменування	Од. вим.	Кількість
	ВИКОНАТИ ТО-3		
1	Вакуумна система		
1.1	Вакуумна лінія		
1.1.1	Промивання заміна зворотного клапану	1 шт.	2
1.2	Вакуумна установка		
1.2.1	Затягування болтових з'єднань	1 уст-ка	1
2	Молочна лінія		
2.1	Дозатор		
2.1.1	Заміна молочного шланга (16x27мм)	1 доз-р	4
2.2	Молокозбірник		
2.2.1	Заміна молочного шланга (Д=19мм)	1 шт.	2
3	Доїльний апарат		
3.1	Заміна пульсаційної трубки (Д=6мм)	1 ап-т	12
3.2	Заміна попарного шланга (8x11мм)	1 ап-т	12
3.3	Заміна молочного шланга (14x24мм)	1 ап-т	12
3.4	Заміна трубки промивання (Д=7мм)	1 ап-т	12

Проаналізувавши дані таблиці можна зробити висновок про те що систему планово-попереджувальних робіт потрібно доопрацювати з урахуванням

технічних засобів для діагностики доїльних установок, які дають змогу в кількісних параметрах визначити стан того чи іншого вузла доїльного устаткування.

1.4 Аналіз сучасних технічних засобів діагностики молочно-доїльного обладнання

Як було сказано вище, своєчасне діагностування, технічне обслуговування та ремонт доїльного обладнання – одна з умов виходу українських виробників молока на світовий ринок та відповідності до вимог Європейського Союзу. Для досягнення цієї мети виробники, постачальники та сервісні служби доїльного обладнання повинні надавати послуги з підтримки молочного обладнання в справному стані. За для цього були розроблені технічні засоби діагностики доїльних установок, які надають змогу сервісним службам виявляти несправності та відхилення від заданих параметрів роботи доїльного устаткування. Тому за мету поставлено підвищення ефективності технічного обслуговування молочного обладнання шляхом застосування тестерів доїльних установок.

Тестери доїльних установок були розроблені для спрощування та отримання більш точніших показників стану доїльного обладнання будь-яких типів та виробників. Основними функціями тестерів є: Вимірювання рівня вакууму, пульсацій, витрат повітря, флуктуацій та температури води на процесі промивання. В світі є багато різноманітних пристроїв для діагностики які задовольняють вимогам ISO 6690.

Характеристика деяких з них представлено нижче.

Пристрій Milkotest MT 52 [55] (рис. 1.5, а) призначений для комплексної діагностики доїльної установки. Діапазон вимірювання тиску – 20–100 кПа; похибка вимірювання тиску – $\pm 0,6$ кПа. Є можливість вимірювання температури, діапазон вимірювань становить від -50 до $+150$ °С. Обладнаний тахометром для

вимірювання частоти обертів на валу електродвигуна, діапазон вимірювань становить від 500 до 5000 об/хв.

Пристрій Pulsotest Vacuoscope [28] (рис. 1.5, б) призначений для визначення показників пульсації та флуктуації вакууму. Має широке застосування на тваринницьких фермах при регулюванні частоти тактів пульсатора доїльного апарата.



а



б



в

Рисунок 1.6 – Загальні вигляди тестерів доїльних установок:

а – Milkotest MT 52; б – Pulsotest Vacuoscope; в – Airflowmeter AFM-3000

Пристрій Airflowmeter AFM-3000 [36] (рис. 1.6, в) призначений для визначення продуктивності вакуумного насосу через показник витрати повітря.

Саме використання подібних приладів дозволяє ефективно та швидко визначати технічні показники доїльних установок та економити кошти при обслуговуванні завдяки визначенню залишкового ресурсу.

1.5 Висновки з розділу

1. Технічний стан молочно-доїльного обладнання на території України є не задовільним за рядом причин:

- незадовільна підготовка кадрів;
- економія господарства на запасних частинах на та миючих засобах;
- відмова від сервісного обслуговування;
- відсутність технічних засобів для діагностики доїльного обладнання.

2. Наслідки які виникають в результаті відмови елементів доїльного обладнання призводять не лише до втрати коштів, а й до втрати здоров'я та продуктивності тварин. Усування несправностей та їх наслідків займають великі затрати праці.

3. Для покращення економічного та технічного стану молочних ферм України, потрібно доопрацювати систему планово-попереджувального технічного обслуговування з використанням технічних засобів для діагностики параметрів доїльного устаткування.

1.6 Мета і завдання досліджень

Метою дослідження є підвищення ефективності та якості технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання за допомогою технічних засобів діагностики.

Для досягнення поставленої мети нам необхідно вирішення наступних задач:

- зробити аналіз існуючих у світі технічних засобів діагностики доїльного обладнання;
- розробити на основі проаналізованих приладів покращений пристрій для визначення технічного стану доїльного обладнання;
- провести калібрування експериментального зразка пристрою для визначення технічного стану доїльного обладнання;
- доопрацювати систему планово-попереджувального технічного обслуговування доїльного обладнання з використанням приладів для діагностики доїльного устаткування;

- запровадити експериментальний зразок до виробничих випробувань на фермах України;
- розрахувати економічну ефективність запропонованих технічних рішень.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

2.1 Опис, склад та функції тестера доїльних установок v 2.0

Тестер доїльних установок v. 2.0 (рис. 2.1) створений з урахуванням нової технічної бази електроніки. В якості контролеру використано плату Arduino Mega, побудованої на мікроконтролері ATmega 2560 і відповідний LCD дисплей.



Рисунок 2.1 – Тестер доїльних установок v. 2.0

Працюючий на основі Arduino Mega, побудованої на мікроконтролері ATmega 2560 та обладнаний LCD дисплеєм (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Процес розробки програмного забезпечення

Тестер призначений для визначення технічних показників доїльного обладнання, він має змогу вимірювати рівень вакууму, частоту тактів пульсатора, співвідношення фаз пульсації з виведенням графіків фаз та температуру. В подальших модифікаціях з'явиться можливість вимірювання витрати повітря та частоти обертання валу електродвигуна. Перевагами даного тестеру по відношенню до закордонних зразків є:

- він є більш універсальним ніж інші прилади, в ньому є можливість вимірювання всіх основних показників, у відмінності від закордонних, де для визначення показників потрібне окреме устаткування;
- має високу автономність за рахунок використання змінних акумуляторів та можливості застосування «Power bank» (оскільки діагностика доїльної установки займає від півтори години часу в залежності від типу обладнання, цей показник є одним з найважливіших);
- при діагностуванні доїльного апарату, а саме визначення частоти та співвідношення фаз тактів, пристрій одночасно виводить на дисплей графік та кількісні значення в реальному часі (рис. 2.3), що є більш комфортним;

- невеликі габарити пристрою дозволяють компактно розмістити його серед інструменту та запасних частин.



Рисунок 2.3 – Показники співвідношення фаз, частоти тактів та пульсограма пульсатора попарної дії

Програмне забезпечення було розроблене за допомогою програмного компілятора AVR Studio 5.0 (рис. 2.4).

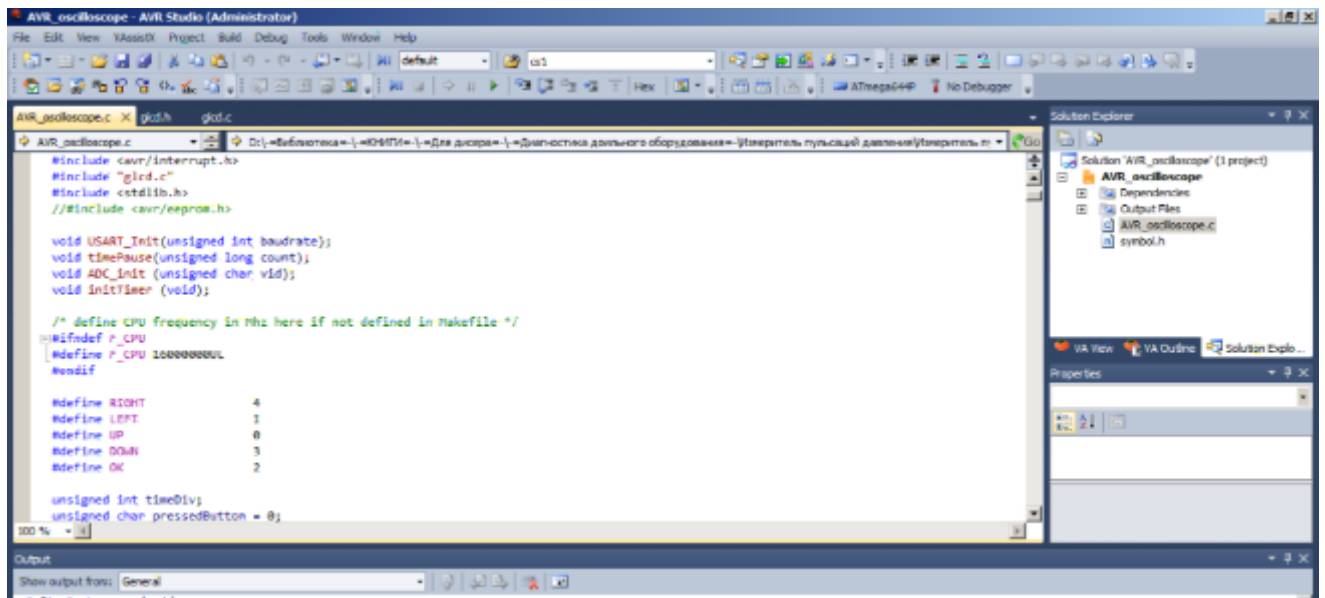


Рисунок 2.4 – Розробка програмного забезпечення
в програмному компіляторі AVR Studio 5.0

Принципова електрична схема тестера доїльних установок v. 2.0 приведена на рис. 2.5.

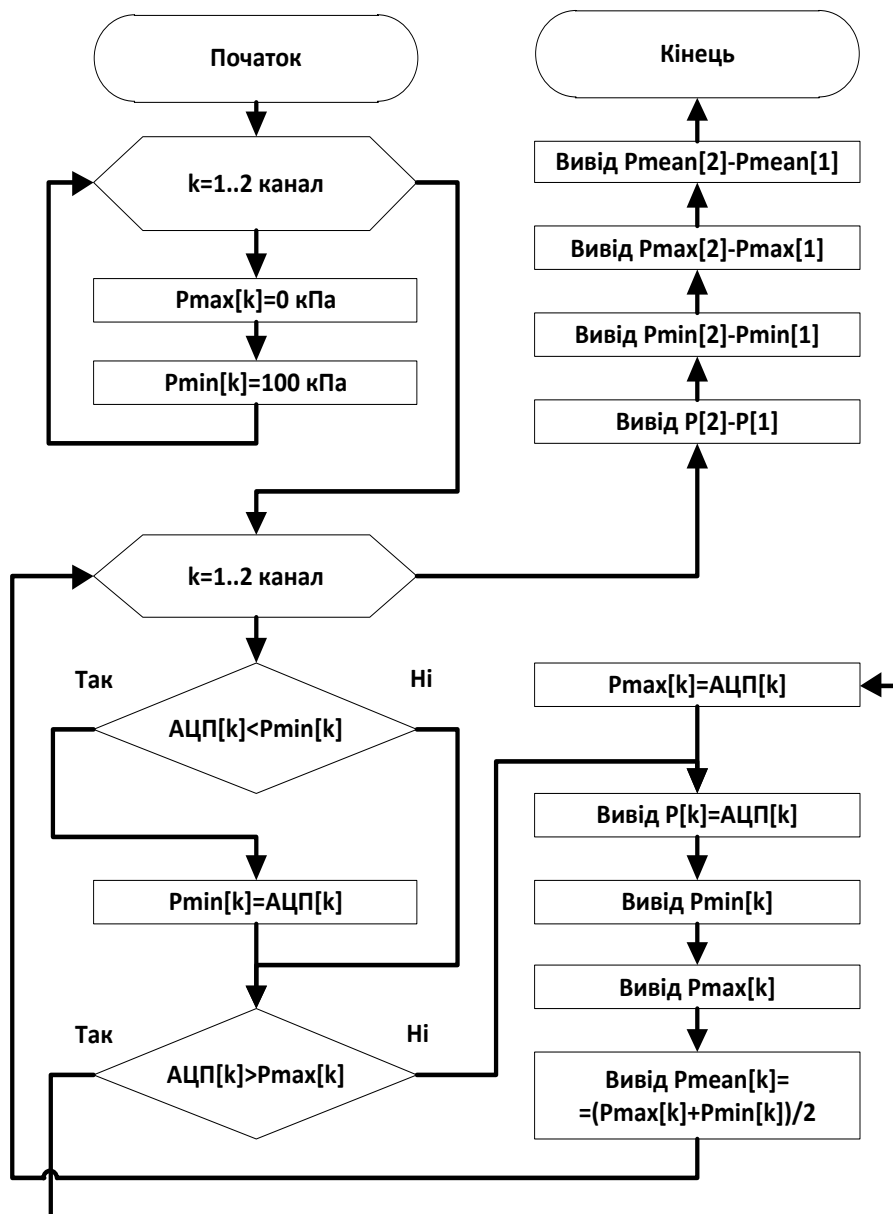


Рисунок 2.6 – Алгоритм визначення максимального, мінімального та середнього (P_{max} , P_{min} , P_{mean}) тиску вакуумної системи доїльної установки відносно атмосферного

Алгоритм визначення тестером тривалості фаз пульсації А, В, С, D тактів смоктання і масажу та період пульсацій ABCD приведено на рис. 2.7.

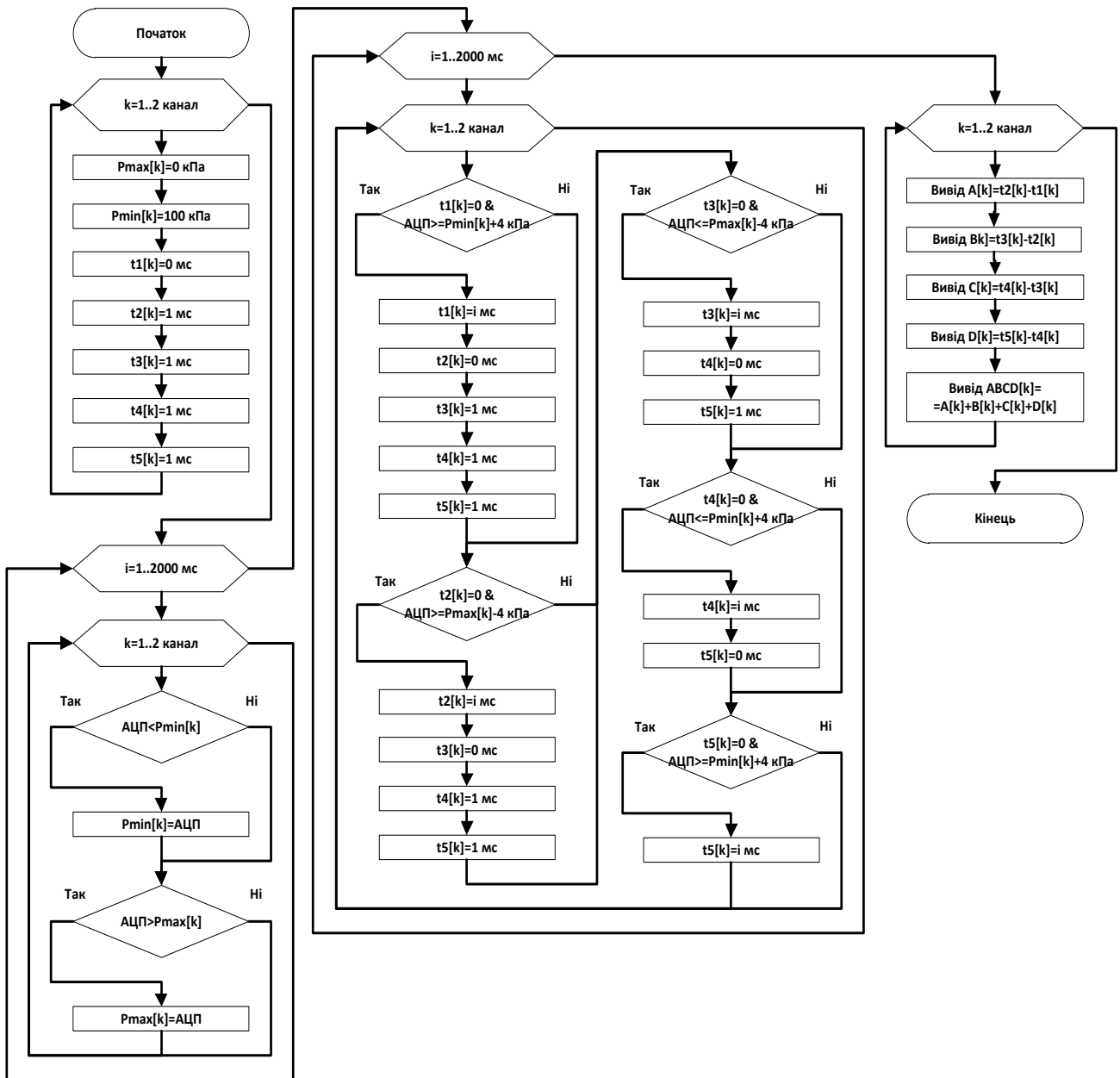


Рисунок 2.7 – Алгоритм визначення тестером тривалості фаз пульсації A, B, C, D тактів смоктання і масажу та період пульсації ABCD

Корпус тестера був змодельований в програмі КОМПАС-3D (рис. 2.8), та роздрукований на 3D принтері (рис. 2.9).

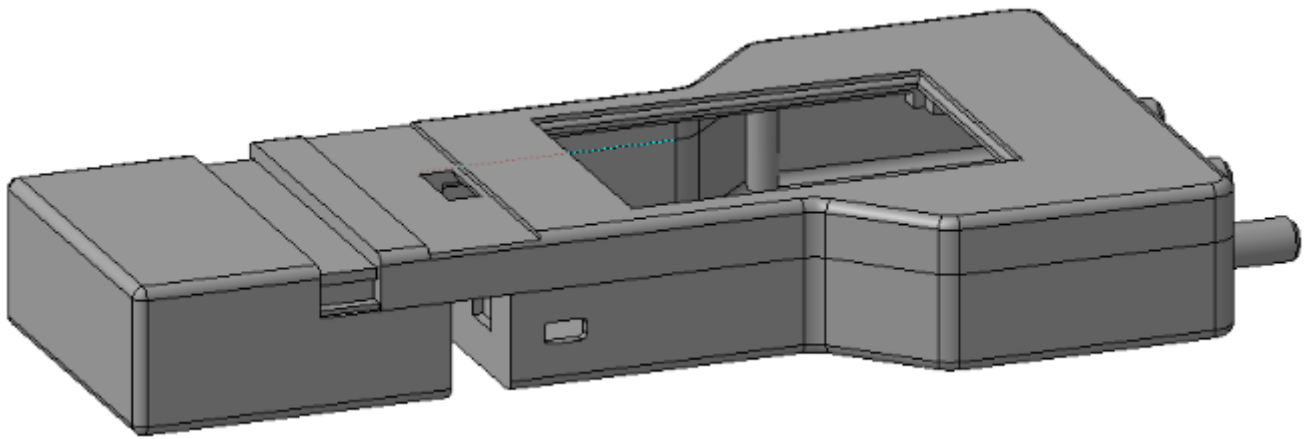


Рисунок 2.8 – 3D модель корпусу тестера доїльних установок виконана за допомогою КОМПАС-3D

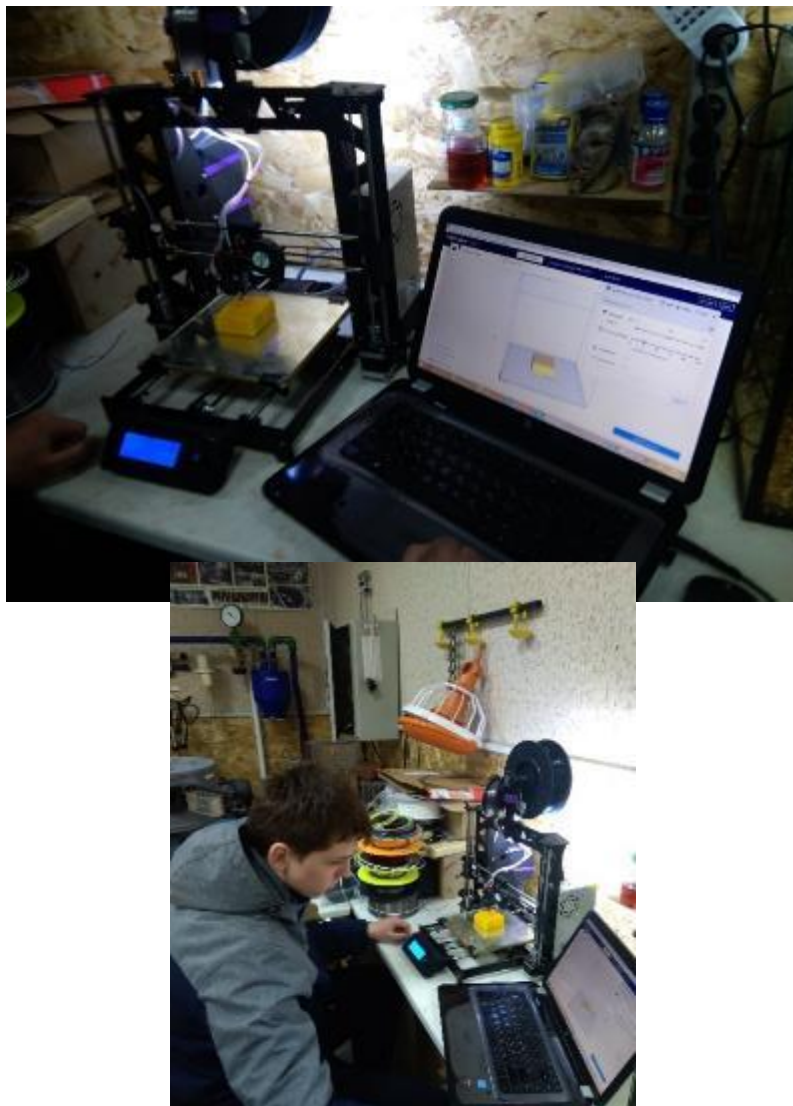


Рисунок 2.9 – Процес роздрукування на 3D принтері

2.2 Калібрування експериментального зразка тестера доїльних установок v 2.0

Після збірки експериментального зразка було необхідно провести його калібрування для відповідності вимогам ISO 6690. Калібрування експериментального зразка проводилось на лабораторному стенді на заводі виробнику молочно-доїльного обладнання «Брацлав» (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Лабораторний стенд вакуумної системи на заводі «Брацлав»

Згідно з вимогами ISO 3918 ідеальна пульсограма справного пульсатора має вигляд приведений на рис. 2.11.

Шляхом проведення двох горизонтальних ліній перетину ми визначили першу лінію яка більше за мінімальний тиск 4 кПа та другу лінію яка менша за максимальний тиск на 4 кПа. Результатами калібрувань вимірювачів пульсацій вакууму є те що визначення тривалості фаз імпульсів описуються роздільною здатністю 19,70 мс та вимірювальною похибкою ± 31 мс в діапазоні частот пульсацій 37,3-131,0 імп/хв. Значення даної похибки не залежить від частоти пульсацій у даному діапазоні. Величина похибки вимірювання тиску в досліджуваному діапазоні становить 0,1 кПа та похибка вимірювання тривалості фаз становить 2,5 мс.

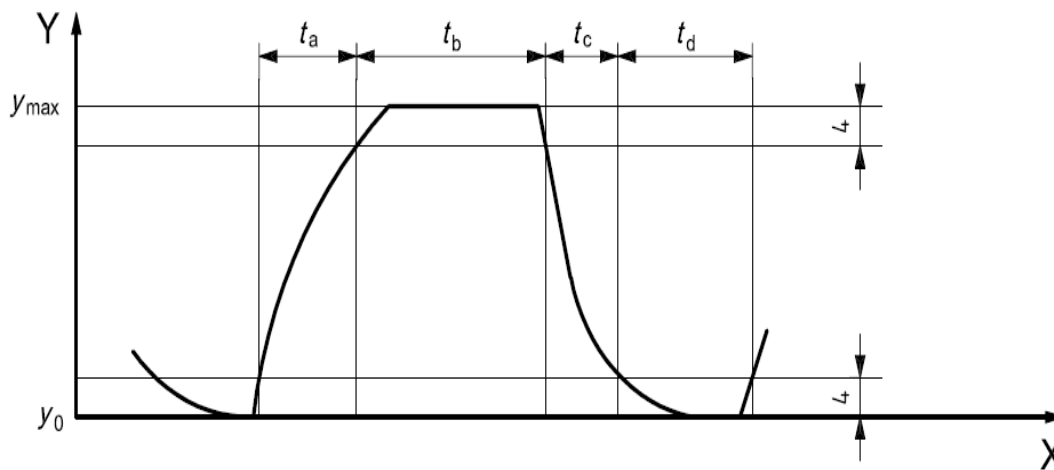


Рисунок 2.11 – Пульсограма вакууму: X – час, Y – вакуум, y_{\max} – максимальний вакуум пульсацій, y_0 – атмосферний тиск, t_a – фаза підвищення вакууму А, t_b – фаза вищого показника вакууму В, t_c – фаза найменшого вакууму D

За даними знайдених дисперсій s_0^2 , s_k^2 , коефіцієнта k та інших показників були визначені середнє квадратичне відхилення s та довірчий інтервал ΔP для вакууму, що дорівнює отриманому значенню b:

$$s(b) = 0.2647 * \sqrt{1.0833 + 3.158 * 10^{-6} * (b - 346.0163)^2}$$

$$\Delta P = 0.25 + 0.6820 * \sqrt{1.0833 + 3.158 * 10^{-6} * (b - 346.0163)^2}$$

Для порівняння калібрувальної характеристики, з властивостями датчика тиску MPX5100DP, яка наведена в технічному описі, Було проведено

перерахування відносних одиниць вихідної напруги датчика у вольти. В результаті рівняння калібрувальної характеристики датчика тиску, яке було отримане шляхом експериментальних даних, можна переписати у вигляді (рис. 2.12):

$$U = (0.45P + 0.199) \pm 0.030$$

Для розрахунку довірчого інтервалу ΔT який визначає тривалість фаз пульсацій були використані знайдені дисперсії вимірювань (рис. 2.13):

$$\Delta T = t(0.99615) * s = 2.576 * \sqrt{145.339} \approx 31 \text{ (мс)}$$

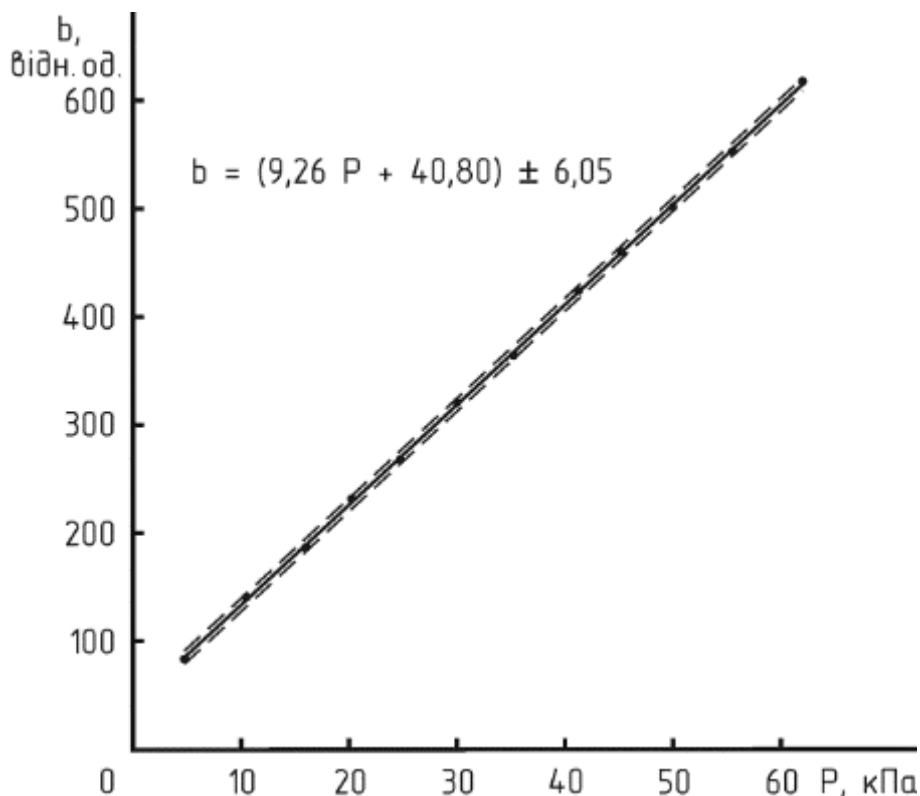
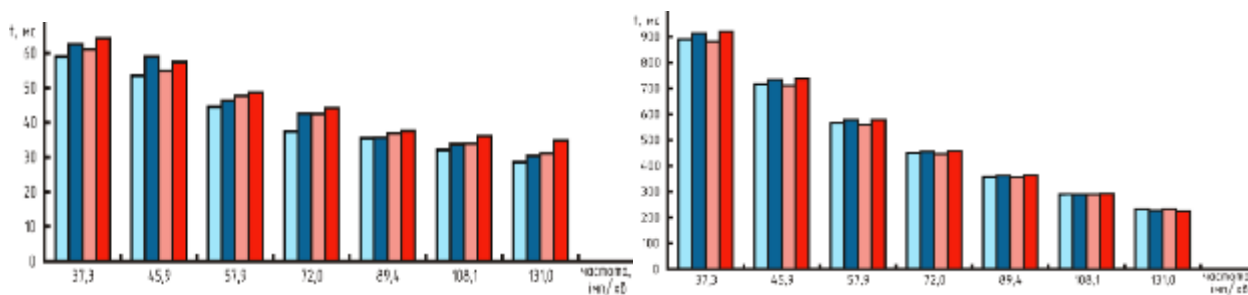


Рисунок 2.12 – Калібрувальна характеристика датчика тиску експериментального тестера доїльних установок v. 2.0



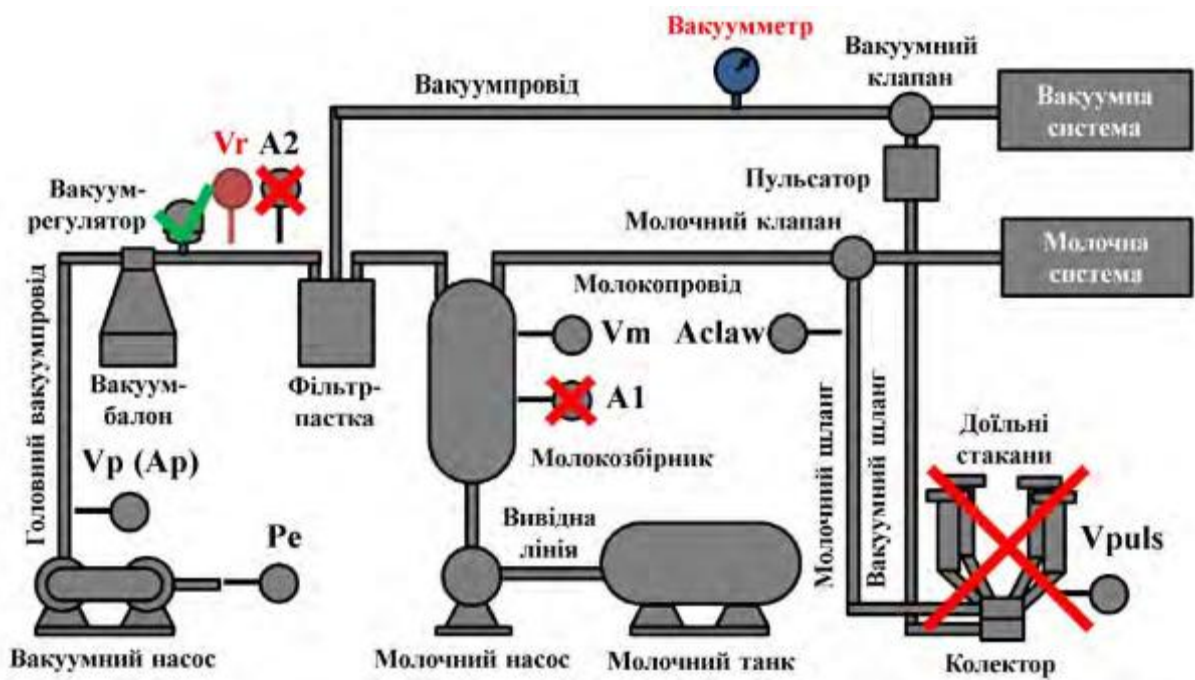


Рисунок 2.14 – Перевірка стану вакуумметра установки

Заміряти рівень вакууму в самій ближній точці до вакуумметра установки за допомогою тестера доїльних установок в точці V_r , результати записати. Похибку вакуумметра визначається як різниця значень вакуумметра і тестера доїльних установок. Якщо значення отримане в результаті розрахунку більше ніж на 1 кПа від рекомендованого то вакуумметр необхідно замінити.

2. Чутливість вакуум-регулятора установки.

Перевірка відбувається за наступних умов: вакуумна магістраль та молочна підключені як для дойки, доїльні апарати відключені, потік повітря в точці A_1 відсутній. За допомогою тестера доїльних установок заміряйте рівень вакууму на молокоприймачу в точці V_m (рис. 2.15) [52]. Отримане значення записати.

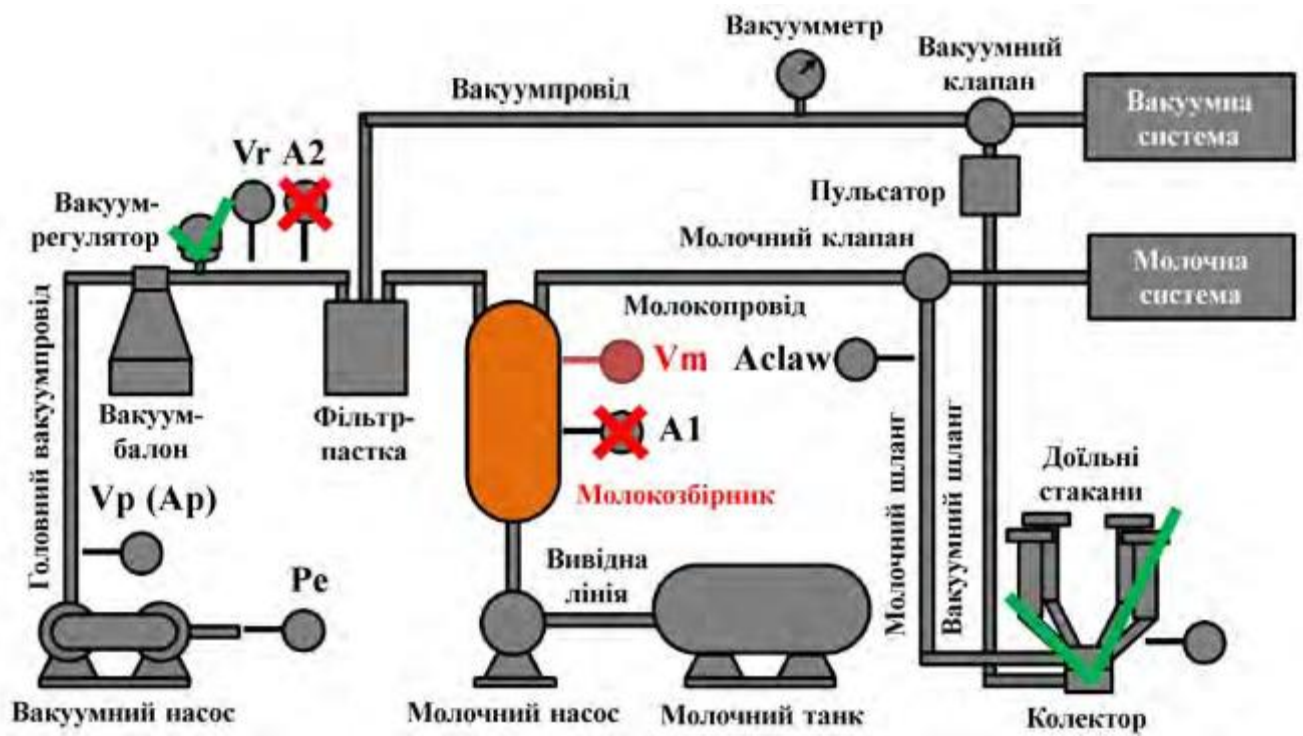


Рисунок 2.16 – Проведення вимірювань чутливості вакуум-регулятора установки

3. Рівень робочого вакууму в регуляторі та у вакуумному насосі.

Перевірка відбувається за наступних умов: приєднати доїльні апарати з пробками доїльних стаканів, колектори та пульсатори підключенні як для процесу доїння течія повітря в точці A1 відсутня (рис. 2.17 – 2.18) [64].

Підключіть датчик тестеру доїльних установок до точки вимірювання вакуум-регулятора Vr. Для розрахунку потоку повітря в установці ми маємо виміряти робочий вакуум вакуумного насоса. Підключіть датчик тиску тестеру доїльних установок до точки вимірювання зі сторони смоктання вакуумного насоса Vp, та заміряйте робочий тиск.

4. Тиск з боку нагнітання вакуумного насоса P_e .

Це вимірювання проводиться між вакуумним насосом і глушником. Воно дає змогу визначити чи є можливість вакуумного насоса відкачувати повітря, при цьому не створюючи надмірного тиску з боку нагнітання.

Перевірка відбувається за наступних умов: доїльні апарати підключені разом з пробками доїльних стаканів, колектори та пульсатори підключені як для дойки, течія повітря в точці A1 відсутня (рис. 2.19) [2].

Датчик тиску тестеру підключіть до точки вимірювання з боку нагнітання вакуумного насоса V_e , та зробити вимір. Отримане значення порівняйте з рекомендаціями фірми виробника щодо допустимих значень зворотного тиску. У випадку перевищення зворотного тиску вакуумного насоса більше ніж на 5 кПа, то очистіть вихідний патрубок насоса.

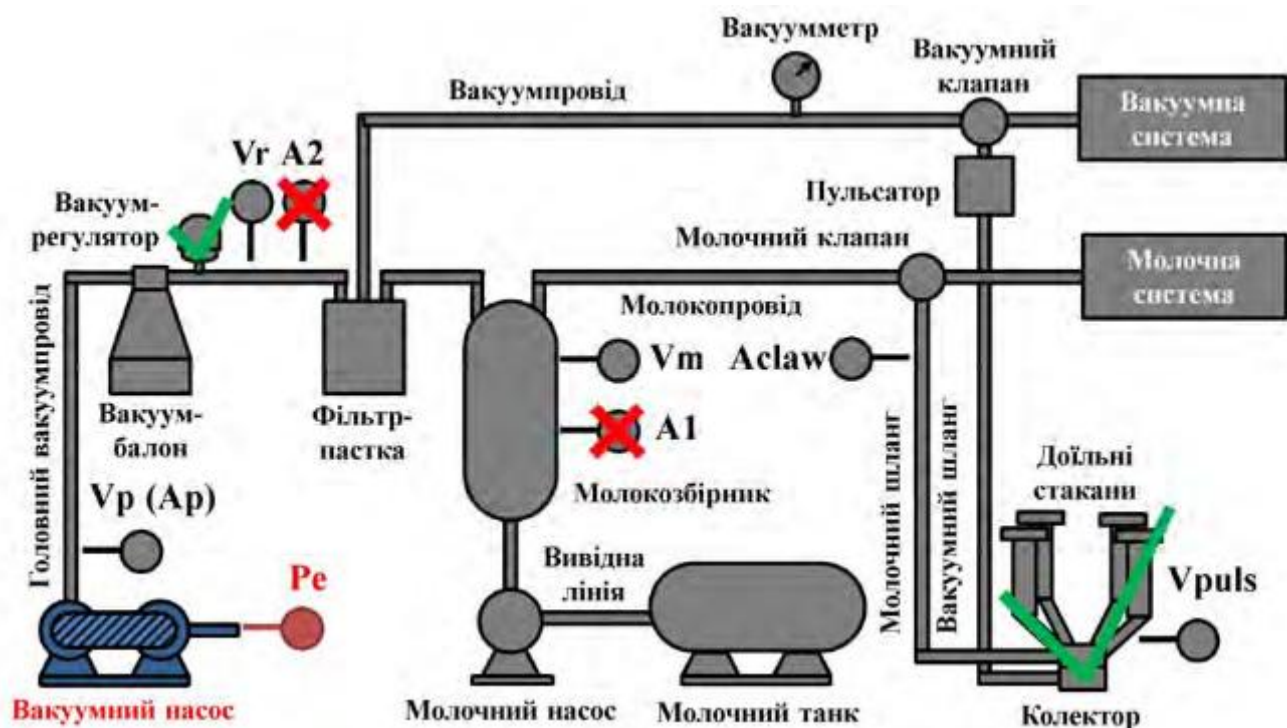


Рисунок 2.19 – Тиск з боку нагнітання вакуумного насоса P_e

5. Зниження рівня вакууму між молокоприймачем та вакуум-регулятором.

Визначення падіння вакууму між молокоприймачем та вакуум-регулятором обчислюється заради того щоб визначити наявність відкладень в трубопроводах та чи правильно був вибраний розмір трубопроводу між молокоприймачем та вакуум-регулятором.

Перевірка проводиться за такими умовами: доїльні апарати підключені з заглушками для доїльних стаканів, колектори та пульсаторі підключені на доїння, течія повітря в точці A1 присутня[13].

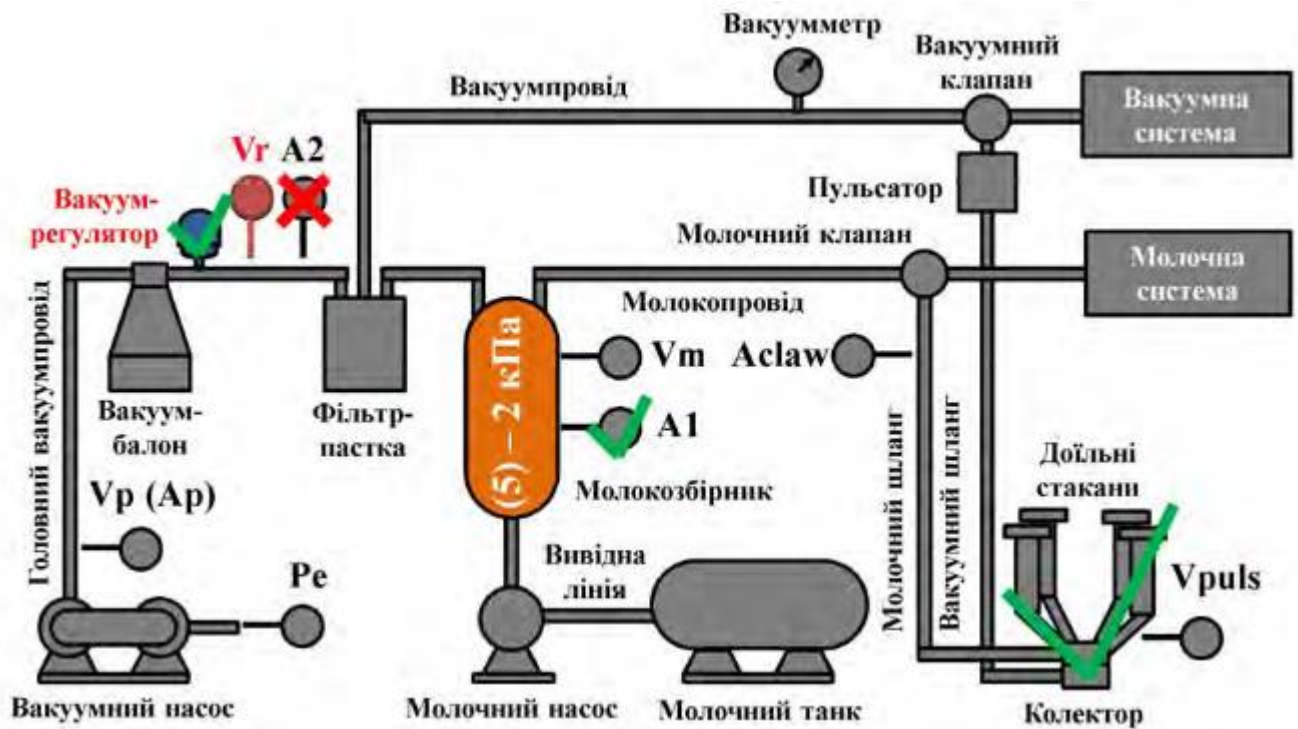


Рисунок 2.20 – Зниження рівня вакууму між молокоприймачем та вакуум-регулятором

Датчик тиску тестера доїльних установок підключіть до точки Vm. Датчик витрати повітря тестера підключіть до точки A1. Датчик витрати повітря потрібно відкрити таким чином щоб рівень вакууму в точці Vm знизився на 2 кПа порівнюючи з рівнем при доїльному апараті який працює. Зафіксуйте значення рівня вакууму на молокоприймачі або на молокопроводі. Зафіксуйте значення повітряного потоку в точці A1. Після цього перемістіть датчик тиску тестера до

Значення ефективного резерву потребує корегування у разі коли присутній тиск повітря не співпадає зі стандартним тиском 100 кПа більше ніж на 5 кПа (рис. 2.23) [7].



Рисунок 2.23 – Потоки повітря

Необхідно перевірити наявність устаткування яке не використовується під час проведення дослідів, але підключене під час доїння та займає вакуумну систему. У разі наявності такого устаткування, то зменшить ефективний резерв споживання цього устаткування.

9. Потік повітря на вакуум-регуляторі коли вакуум-регулятор підключений.

Дане вимірювання проводиться за для визначення витоку повітря на вакуум-регуляторі.

Перевірка проводиться за даними умовами: доїльні апарати підключені разом із заглушками доїльних стаканів, колектори та пульсатори підключені як для доїння, течія повітря в точці A1 присутня (рис. 2.24) [23].

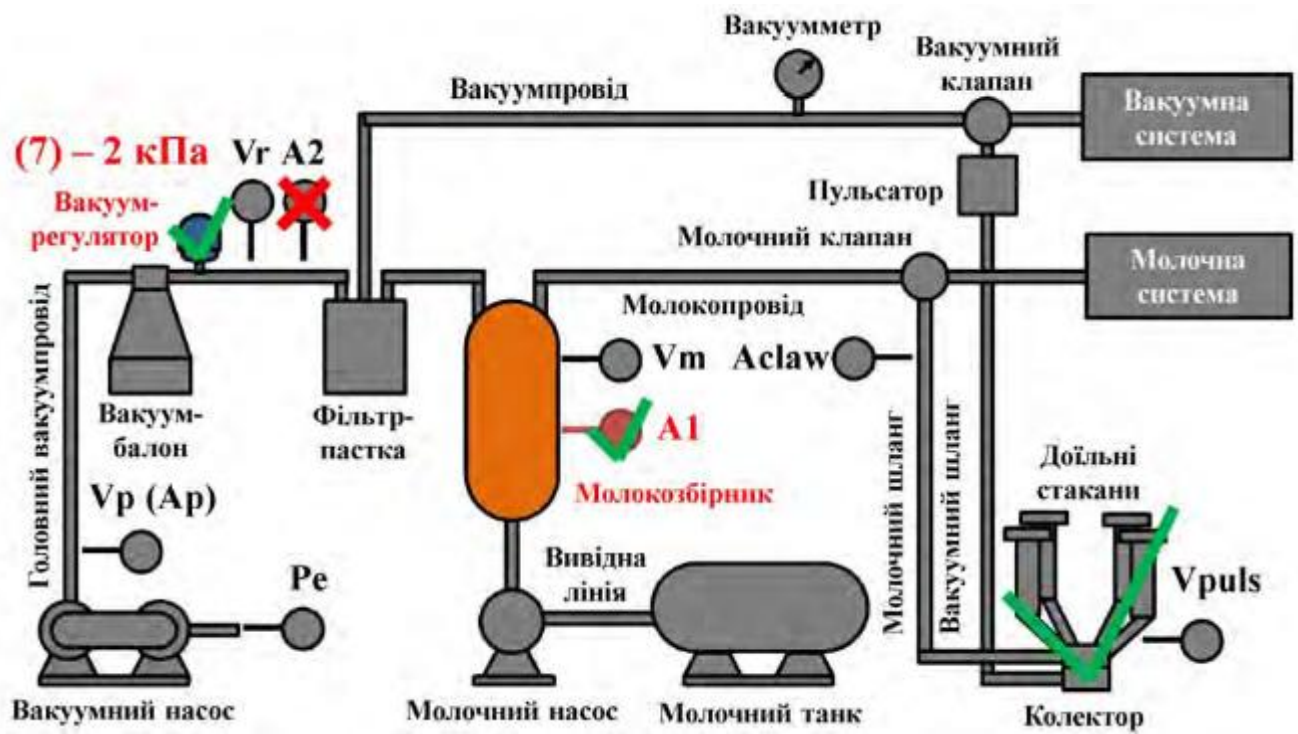


Рисунок 2.23 – Потік повітря на вакуум-регуляторі коли вакуум-регулятор підключений

Датчик витрати повітря тестера підключений до точки A1, а датчик тиску в свою чергу підключається до точки Vr. Повітря потрібно пропустити через систему так, щоб рівень вакууму в точці Vr впав до значень вимірних в пункті 2, та відняти від них ще 2 кПа. Зафіксуйте значення.

10. Ручний резерв та втрати потоку без вакуум-регулятора.

Дане вимірювання проводиться за для того щоб визначити витік потоку повітря через систему вакуум-регулятора.

Перевірка проводиться за даних умов: доїльні апарати підключені разом з заглушками доїльних стаканів, колектори та пульсатори підключені як ля доїння, течія повітря в точці A1 присутня (рис. 2.25) [33].

Відключіть вакуум-регулятор та перекрийте вхідний патрубок. Датчик витрати повітря тестера підключіть до точки A1, а датчик тиску підключіть до точки Vm. Повітря потрібно пустити таким чином щоб рівень вакууму впав до значення вимірюного в пункті 5. Зафіксуйте значення датчика витрати повітря,

запишіть їх як ручний резерв. Втрати повітря не мають перевищувати поділку в 35 л/хв або менше 10% ручного від резерву. Дані вимірювання дають змогу визначити відповідність вакуум-регулятора та наявність бруду або зносу вакуум-регулятора.



Рисунок 2.25 – Ручний резерв та втрати потоку без вакуум-регулятора

11. *Течія повітря на вакуум-регуляторі, вакуум-регулятор відключений.*

У випадку якщо попередні вимірювання в норм то дані випробування проводити не треба.

Метою цього вимірювання є розрахунок потоку повітря через вакуум-регулятор.

Перевірка проводиться за наступними умовами: доїльні апарати підключені разом з заглушками доїльних стаканів, колектори та пульсатори підключені як для доїння, течія повітря в точці A1 присутня (рис. 2.26) [61]. Датчик витрати повітря тестера підключається до точки A1, а датчик тиску підключений до точки Vr.

Повітря пускається таким чином щоб рівень вакууму впав до значення яке було зафіксоване в пункті 3 та відніміть 2 кПа. Зафіксуйте значення датчика витрати повітря.

Витік в вакуум-регуляторі визначається як в пункті 9 та в попередньому пункті.

Значення витоків мають бути менше 35 л/хв або менше 5% ручного резерву. У випадку розбіжності значень від регламенту перевірте стан вакуум-регулятора всередині.

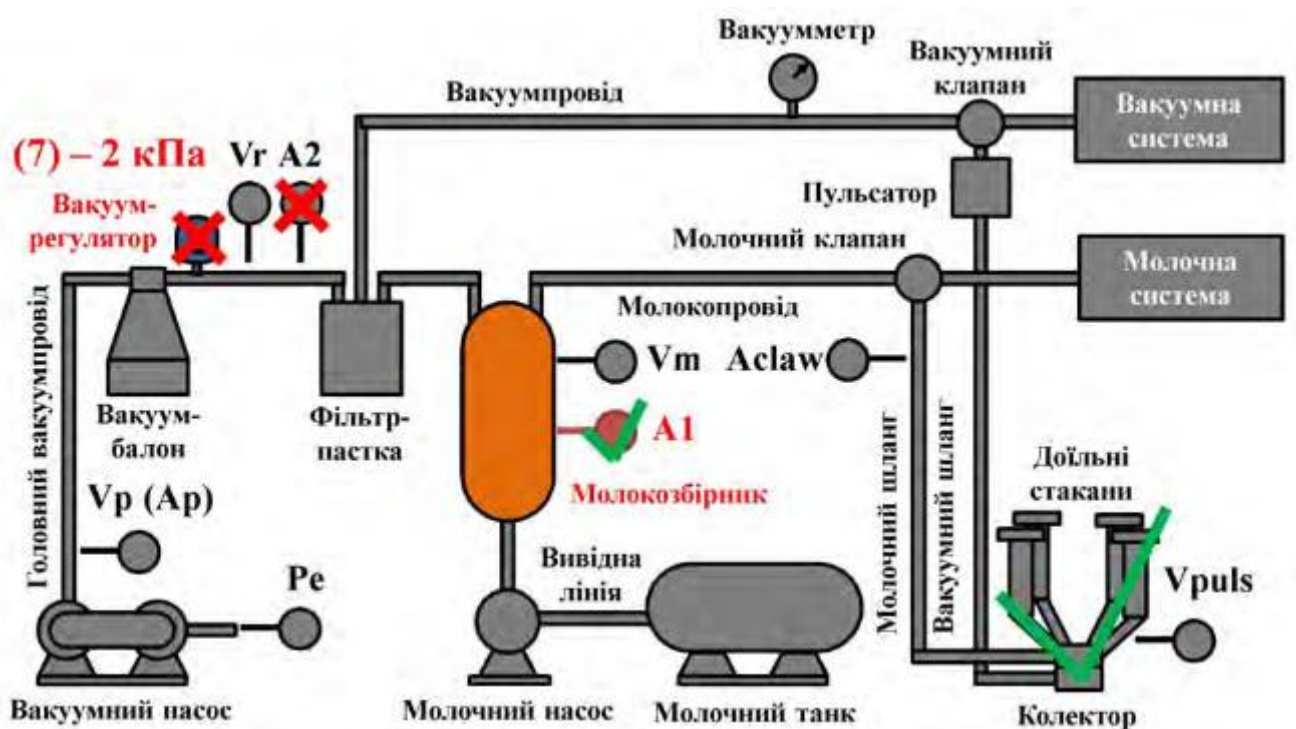


Рисунок 2.26 – Течія повітря на вакуум-регуляторі, вакуум-регулятор відключений

12. Визначення течії повітря з підключеною молочною системою.

Для визначення витоків повітря в молокопроводі, течія повітря спочатку вимірюється при підключеній молочної системі, а потім при відключеній.

Визначення течії повітря з підключеною молочною системою (рис. 2.27) [43].

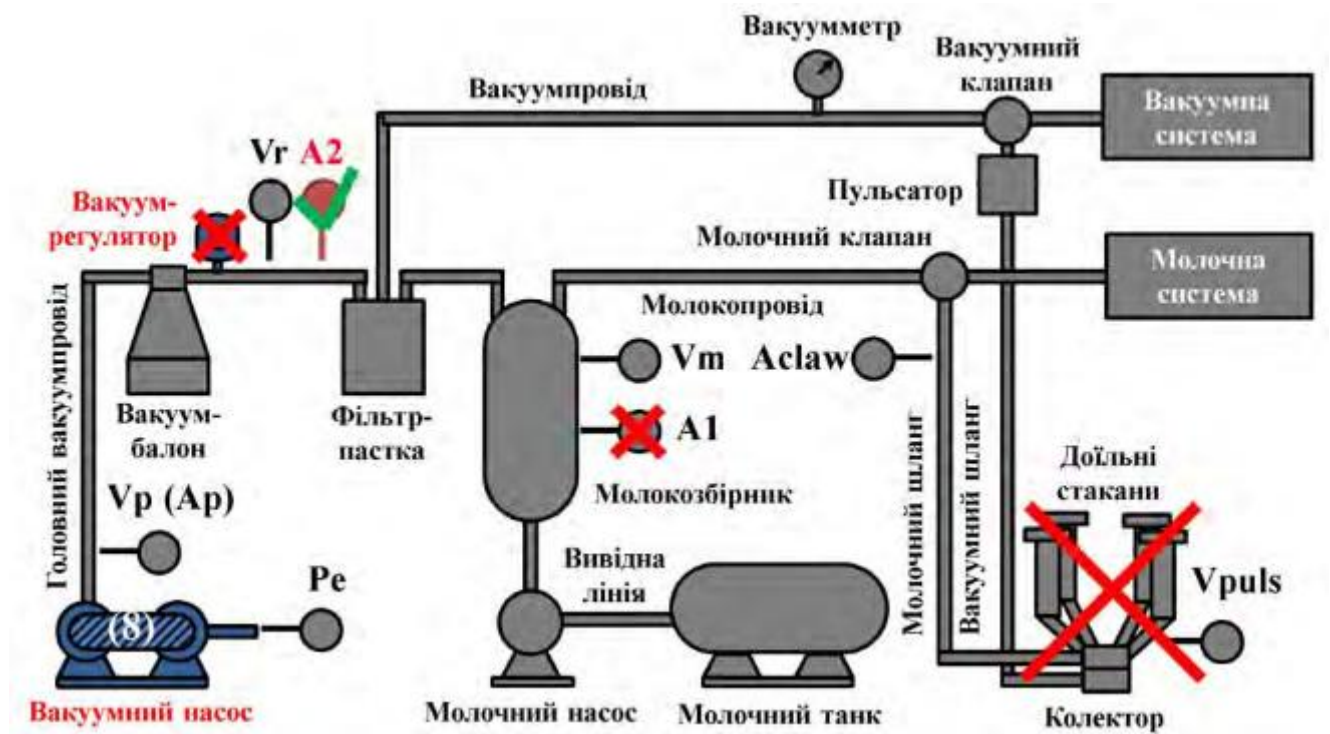


Рисунок 2.27 – Визначення течії повітря з підключеною молочною системою

Перевірка проводиться за наступних умов: вакуумна система та молочна підключені, вакуум-регулятор закритий, доїльні апарати та пульсатори відключені.

Підключіть датчик витрати повітря тестера до точки вимірювання A2 а датчик тиску до точки Vr. Повітря через систему пропустіть так щоб рівень вакууму відповідав значенню в пункті 3. Зафіксуйте показання датчика витрати повітря.

Для вимірювання потоку повітря з відключеною молочною системою перекрийте систему на фільтрі пастці.

Перевірка проводиться за даними умовами: Вакуумна та молочна система відключені, вакуум-регулятор закритий, доїльні апарати відімкнені. Повітря через систему пропустіть таким чином щоб рівень вакууму відповідав значенню вимірюваному в пункті 3. Зафіксуйте значення датчика витрат повітря.

У випадку якщо витoki перевищують рекомендовані значення, перевірте з'єднання трубопроводів, молокоприймача та молочних кранів, а також всього іншого обладнання під'єданого до молочної лінії.

13. Виток повітря у вакуумній магістралі.

Виток повітря у вакуумній магістралі (рис. 2.28) [9] – це різниця потоку повітря без вакуум-системи та потоку повітря без доїльної системи.

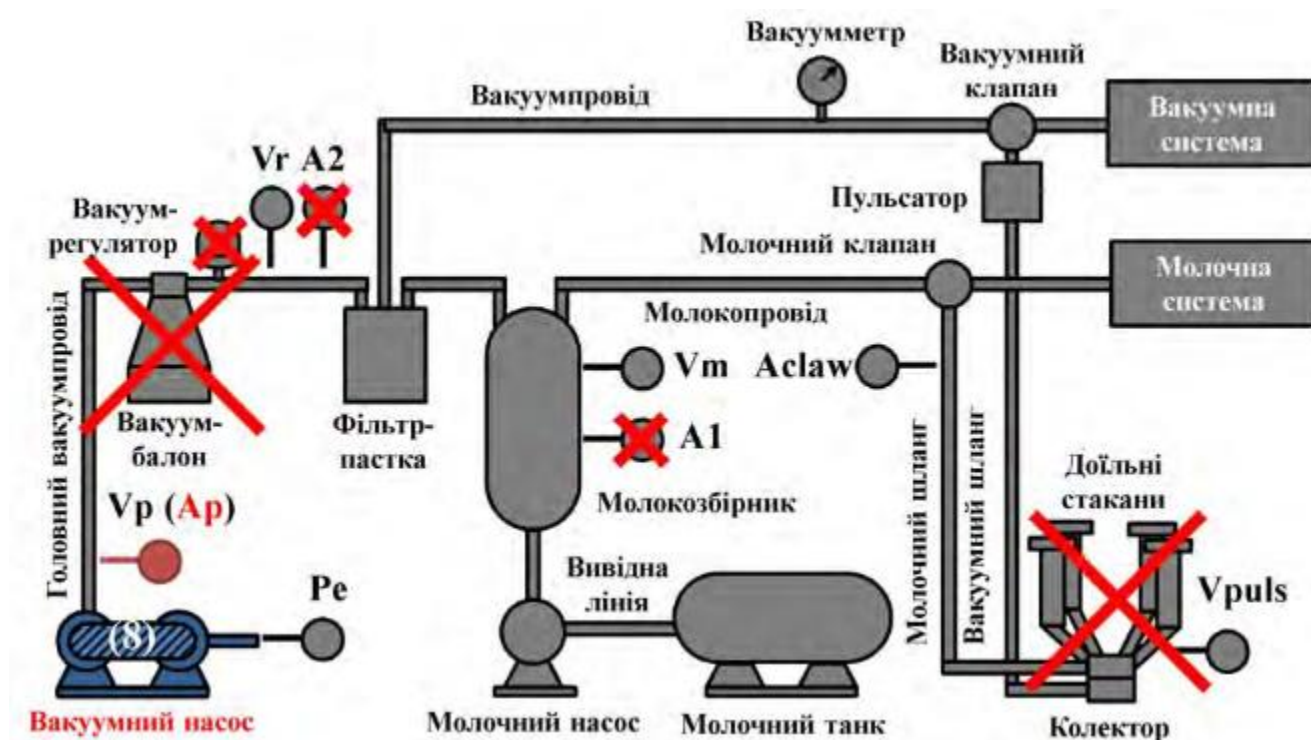


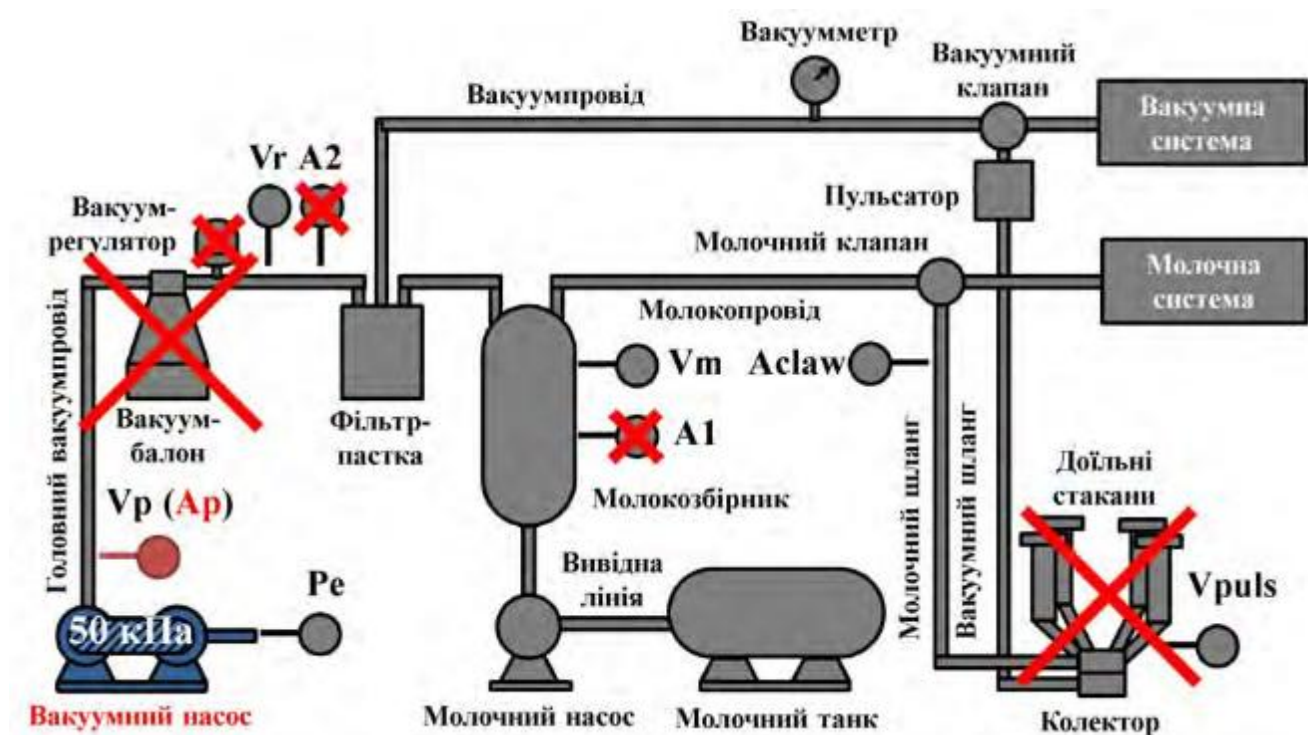
Рисунок 2.28 – Виток повітря у вакуумній магістралі

Від'єднайте вакуумпровід від вакуумного насоса та підключіть датчик витрати повітря до вакуумного насоса в точці A_p . Спершу повністю відкрийте датчик витратоміру, а потім повільно прикривайте його до поки рівень вакууму не почне відповідати робочому вакууму системи. Зафіксуйте значення витратоміра. Виток дорівнює різниці вимірювань в пункті 13 та 12. У разі перевищення витoku допустимої межі перевірте ресивер, вакуумну магістраль пульсаторів та головну вакуумну лінію.

14. Визначення продуктивності вакуумного насосу при тиску 50 кПа.

Ці вимірювання проводяться для визначення відповідності вакуумного насоса технічним умовам заводу виробника (рисуюнок 2.29) [43].

Підключіть датчик витратоміру і датчик тиску тестера доїльних установок до вакуумного насосу. Плавню перебивайте заслінку потоку датчика витратоміра до поки значення рівня вакууму не становитиме 50 кПа. Зафіксуйте значення та порівняйте з паспортними даними.



Рисуюнок 2.29 – Визначення продуктивності вакуумного насосу при тиску 50 кПа

15. Перевірка пульсатора та його системи трубопровода.

Всі вузли доїльної установки підключаються як для доїння. Підключіть усі доїльні апарати разом із заглушками як надалі від молокоприймача (рис. 2.30) [23].

Підключіть датчики тиску тестера до кожного доїльного апарата в точці V_{puls} . Зафіксуйте значення кожного пульсатора. Фіксуються значення частоти

пульсацій, середнє значення максимального вакууму в камері пульсацій, тривалість фаз пульсації.

16. *Втрата вакууму між молокоприймачем та пульсаторами.*

Дане вимірювання проводиться для визначення зниження вакууму між вакуум-регулятором та камерою пульсацій в доїльному стакані. Після того як були проведені вимірювання параметрів доїльних апаратів знайдіть мінімальне значення. Зниження вакууму в регуляторі пульсацій – це різниця між результатами вимірювань в пункті 2 та в даному вимірюванні. Допустиме значення дорівнює 1 кПа.

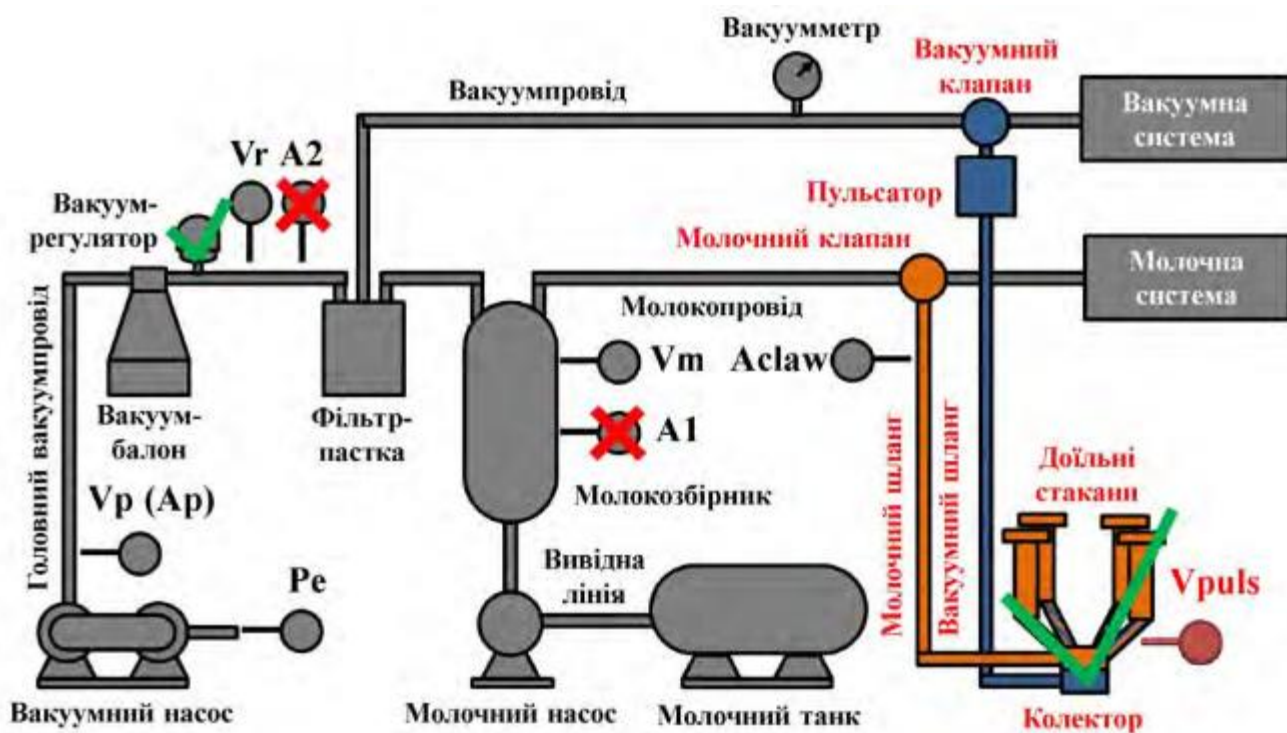


Рисунок 2.30 – Перевірка пульсатора та його системи трубопровода

17. *Пропускання повітря через доїльні стакани та колектори.*

У комплекті устаткування для діагностики є пристрій для визначення витоку повітря – ротаметр. Під'єднайте ротаметр в розрив молочного шлангу між колектором та доїльним апаратом Aclaw (рис. 2.31) [54].

Вакуум в доїльній установці на рівні робочого вакууму доїння. Заглушіть доїльні стакани пробками. Повний потік повітря. Потрібно відкрити запірний клапан колектора і зняти показання ротаметра коли повітря повністю пропускається. Максимально допустиме значення пропускання становить 12 л/хв.

Витік повітря в колекторі. Потрібно перекрити отвір повітряного жиклера колектора та заміряти потік повітря. Максимально допустиме значення витoku повітря за стандартом ISO 6690 становить 2 л/хв. У випадку виникнення витoku треба перевірити такі ділянки: ущільнююче кільце колектора та місця з'єднання доїльного стакана з колектором. На останок перевірити виток на самому жиклері.

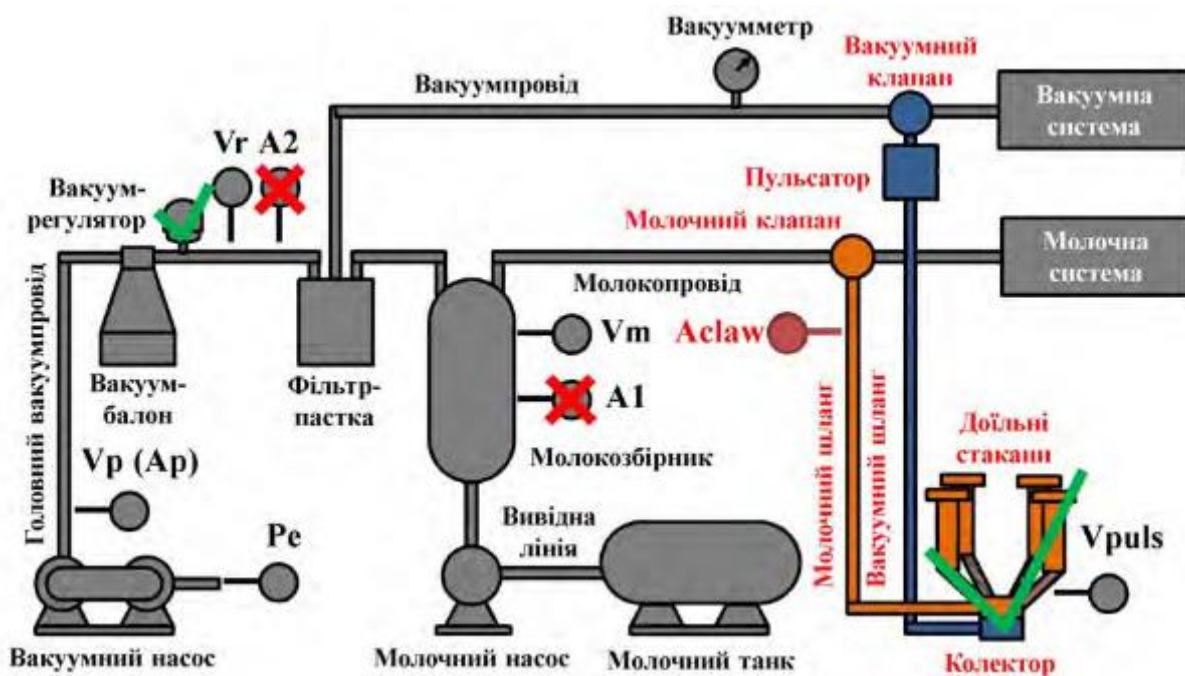


Рисунок 2.31 – Пропускання повітря через доїльні стакани та колектори

Потік повітряного жиклера. Потік повітряного жиклера визначається як різниця значень між повним потоком повітря і витком повітря в колекторі. Значення потоку має становити не менше 4 л/хв. Значення яке рекомендоване – 6-8 л/хв. Витік через запірний клапан. Під'єднайте ротаметр як у першому випадку. Заглушки доїльних стаканів зняті. Запірний клапан закритий. При закритому клапані заміряйте повітряний потік. Отримане значення має бути не більше 2 л/хв.

2.4 Висновки з розділу

1. Тестер доїльних установок v. 2.0 створений з урахуванням нової технічної бази електроніки. В якості контролеру використано плату Arduino Mega, побудованої на мікроконтролері ATmega 2560 і відповідний LCD дисплей.

2. Тестер призначений для визначення технічних показників доїльного обладнання, він має змогу вимірювати рівень вакууму, частоту тактів пульсатора, співвідношення фаз пульсації з виведенням графіків фаз та температуру. В подальших модифікаціях з'явиться можливість вимірювання витрати повітря та частоти обертання валу електродвигуна. Перевагами даного тестеру по відношенню до закордонних зразків є:

- він є більш універсальним ніж інші прилади, в ньому є можливість вимірювання всіх основних показників, у відмінності від закордонних, де для визначення показників потрібне окреме устаткування;

- має високу автономність за рахунок використання змінних акумуляторів та можливості застосування «Power bank» (оскільки діагностика доїльної установки займає від півтори години часу в залежності від типу обладнання, цей показник є одним з найважливіших);

- при діагностуванні доїльного апарату, а саме визначення частоти та співвідношення фаз тактів, пристрій одночасно виводить на дисплей графік та кількісні значення в реальному часі, що є більш комфортним;

- невеликі габарити пристрою дозволяють компактно розмістити його серед інструменту та запасних частин.

3. Розроблена методика випробувань доїльної установки дозволяє перевірити її технічний стан згідно з вимогами стандарту ISO 6690:2007, метою якої є визначення місць появи можливих помилок монтажу доїльних установок і несправностей окремих її елементів.

3 АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Методика оцінки фактичного рівня надійності вузлів молочно-доїльного обладнання

Дослідження фактичного рівня надійності вузлів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання проводились у 20 господарствах України, на яких встановлені доїльні установки різних типів. Для одержання оцінок показників надійності молочно-доїльного обладнання із заданою точністю і достовірністю визначено мінімальний, але достатній обсяг об'єктів спостереження, так як значне збільшення обсягу взятих під спостереження об'єктів несе додаткові трудові та матеріальні витрати і не завжди дає можливість своєчасно провести дослідження. Дослідження по визначенню залежностей техніко-технологічних параметрів вакуумної системи доїльних установок проведено згідно з планом спостережень $[N, R(r, T)]$ [39]. Мінімальне число об'єктів спостережень при оцінці середніх показників надійності визначено за формулою **Ошибка! Источник ссылки не найден.** і складало 27. Кожен з вузлів молочно-доїльного обладнання має певні характеристики надійності [45]: ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$; щільність розподілу часу безвідмовної роботи $f(t) = -dP/dt$; інтенсивність відмов системи $\lambda(t) = f(t)/P(t)$ в момент часу t ; середній час безвідмовної роботи системи (наробіток на відмову) $T = \int_0^{\infty} P(t)dt$ [22].

Якщо розглянути доїльну установку, що є системою з кінцевим часом відновлення кожного із сполучених елементів, то згідно теорії надійності, ймовірність безвідмовної роботи системи, в цілому, ми можемо представити у вигляді виразу

$$P(t) = P_{BH}(\tau_D) \cdot P_{BB}(\tau_D) \cdot P_{BP}(\tau_D) \cdot \left(1 - P_{\Pi}(\tau_D) \cdot P_K(\tau_D) \cdot \left(1 - P_{DC}(\tau_D)\right)^4\right)^N, \quad (3.1)$$

де τ_d – період доїння.

Як показав попередній аналіз надійності вакуумної системи доїльної установки, виникаючі відмови підкоряються законам розподілу Гауса. Тоді ймовірність безвідмовної роботи окремих елементів вакуумної системи визначається таким чином

$$- \text{ для вакуумного насоса ВН: } P_{\text{ВН}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{ВН}}}{\sigma_{\text{ВН}}}\right);$$

$$- \text{ для вакуум-регулятора ВР: } P_{\text{ВР}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{ВР}}}{\sigma_{\text{ВР}}}\right);$$

$$- \text{ для вакуумного балона ВБ: } P_{\text{ВБ}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{ВБ}}}{\sigma_{\text{ВБ}}}\right);$$

$$- \text{ для пульсатора П: } P_{\text{П}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{П}}}{\sigma_{\text{П}}}\right);$$

$$- \text{ для колектора К: } P_{\text{К}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{К}}}{\sigma_{\text{К}}}\right);$$

$$- \text{ для доїльних стаканів ДС: } P_{\text{ДС}}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{\text{ДС}}}{\sigma_{\text{ДС}}}\right);$$

де a – середній час наробітку до відмови;

σ – середнє-квадратичне відхилення;

$$\Phi(x) - \text{ функція Лапласа, } \Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx.$$

3.2 Несправності та помилки в експлуатації вакуумної системи молочно-доїльного обладнання

Вакуумна система складається з: вакуумної установки, вакуумної магістралі, вакуум-регулятора та вакуумметрів. В процесі експлуатації виникає

ряд несправностей в основному пов'язаних зі зносом деталей та неправильного або недбайливого ставлення слюсаря.

Розглянемо деякі випадки несправностей та помилок слюсаря або інших відповідальних за стан обладнання людей на фермі.

1. На рисунку 3.1 наведений приклад неправильно проведених розбирально-складальних робіт при обслуговуванні або ремонті вакуумної установки



Рисунок 3.1 – Неправильно проведені розбирально-складальні роботи при обслуговуванні або ремонті вакуумної установки

Насамперед ресивер та система вихлопу фірми СТА Milk, а вакуумний насос фірми DeLaval. Окрім того що це власне переобладнання установки, були неправильно підібрані шківні ремінні передачі. На даний тип насосів встановлюються дворучійні шківні завдяки підвищеному навантаженню на реміні. В даних умовах один ремінь прослужить вдвічі менше. Також відсутні шланги для зливу відпрацьованого масла тому вся підлога брудна та слизька що є

небезпечним для слюсаря. Відсутні захисні огорожі які під час роботи перешкоджають доступу до шківів та крильчатки охолодження вакуумного насоса.

2. На рисунку 3.2 зображено масляну колбу в якому з причини забруднення був перекритий доступ до атмосферного тиску, завдяки цьому масло припинило поступати до підшипників вакуумного насоса що стало причиною виходу їх з ладу та підвищення опору на обертання валу насоса і шуму роботи.



Рисунок 3.2 – Масляна колба вакуумного насоса деформований за рахунок відсутності атмосферного тиску в колбі

В даному випадку треба негайно звернути на це увагу, очистити поверхні та привести колбу до початкового стану.

3. На рисунку 3.3 зображено вакуумну установку в якій некоректно встановлений вакуумметр, відсутні шланги для зливу відпрацьованого масла,

неправильна комплектація установки (складена з частин різних вакуумних установок).



Рисунок 3.3 – Вакуумна установка неправильної комплектації

4. На рисунку 3.4 зображено фільтр пастку ресивера вакуумної установки яка знаходиться в край не задовільному стані та стала причиною зупинки установки. У корпусі фільтра знаходиться запобіжна кулька яка у випадку наповнення ресивера водою перекриває доступ води до насоса (наповнення водою буває у випадку неправильного монтажу установки). За рахунок бруду кулька застрягла у крайньому верхньому положенні.



Рисунок 3.4 – Фільтр пастка ресивера вакуумного насоса

5. На рисунку 3.5 зображено вакуумний насос який вийшов з ладу завдяки використанню неправильного масла. Масло для вакуумних насосів рекомендовані заводом виробником мають високу вартість, тому господарства вирішують економити заливаючи у насос звичайне індустріальне масло типу I20A, яке має масу присадок. Взагалі правильне масло для вакуумних насосів не повинно містити у собі присадок узагалі тому що в процесі роботи та при нагріванні поверхней тертя ці присадки переходять в осад який підвищує знос поверхней.



Рисунок 3.5 – Зношені поверхні тертя вакуумного насоса

6. На рисунку 3.6 зображений елемент вакуумної магістралі, а саме хрестовина вакуумної лінії яка приводить в дію пульсатори. Помилка в тому що зверху підводиться вакуумна труба від вакуумної установки, зі сторін виходить вакуумпровід на лінії, а знизу повинен бути розташований відстійник для води яка накопичується в процесі доїння або клапан зливу конденсату. При відсутності даних елементів вода разом з брудом заповнює вакуумну лінію що стає причиною підвищенню флуктуації вакууму та зниження його рівня.



Рисунок 3.6 – Хрестовина вакуумної лінії яка заглушена в точці зливу конденсату

7. На рисунку 3.7 зображено вакуумну установку з неправильно зібраною системою вихлопу. В даному випадку порушено технологію проходження повітря через систему глушників що підвищу опір з боку нагнітання вакуумного насоса та накопиченню відпрацьованого масла. На рисунку 3.8

зображено правильну збірку та комплектацію вакуумної установки фірми «СТА Milk»



Рисунок 3.7 – Неправильно зібрана система вихлопу



Рисунок 3.8 – Правильно зібрана вакуумна установка фірми «СТА Milk»

3.3 Несправності та помилки в експлуатації молочної системи молочно-доїльного обладнання

Молочна система – призначена для забезпечення надходження вакууму до доїльних апаратів і транспортування молока до молокозбірника. До складу молочної системи входить: молокопровід, молокоприймач, молочний насос (НМУ), молочні крани та дозатори молока з реєструючим пристроєм.

В загальній кількості несправності молочної системи стаються за виною поганих запчастин, недбайливого ставлення персоналу (слюсаря, доярок), погана якість промивання та у значній кількості випадків за рахунок неправильного монтажу.

1. На рисунку 3.9 зображена молочна лінія та молочний кран які за рахунок теплового розширення труб змістилися. Причиною цієї несправності являється неправильний монтаж молочної лінії. При установці молочної лінії на місцях з'єднання труб за допомогою резинових муфт, монтажники повинні давати зазор між трубами 5 мм. У випадку з'єднання труб в стик, при операції промивання з миючим засобом, коли температура води досягає 90 градусів, труби розширюються та штовхають одне одну.



Рисунок 3.9 – Зміщення отвору молочного крана за рахунок зміщення труб

2. Однією з головних причин підвищення бактеріального обсіменіння є погана якість промивання. На рисунку 3.10 зображено внутрішні стінки молочних ліній при не відповідності температури води та технології промивання.



Рисунок 3.10 – Внутрішні стінки молочних ліній

При цьому це не самі критичні випадки, але боротися з ними навіть на цій стадії досить важко. Усування даних залишків досить довге та коштовне тому що треба проводити промивання в інтенсивних режимах з використанням підвищеного об'єму миючих засобів. На рисунку 3.11 зображено стан води при очищенні труб за допомогою каустичної соди.

Каустична сода застосовується в крайньому випадку коли окрім повного обростання стінок труби жировими відкладеннями з'явилися вже кам'яні залишки які навіть механічно важко усунути (загалом на фото видно кам'яні залишки на дні стакану дозатора), але є ряд господарств які роблять промивання каустичною содою раз у місяць за для профілактики.



Рисунок 3.11 – Стан води при промиванні каустичною содою

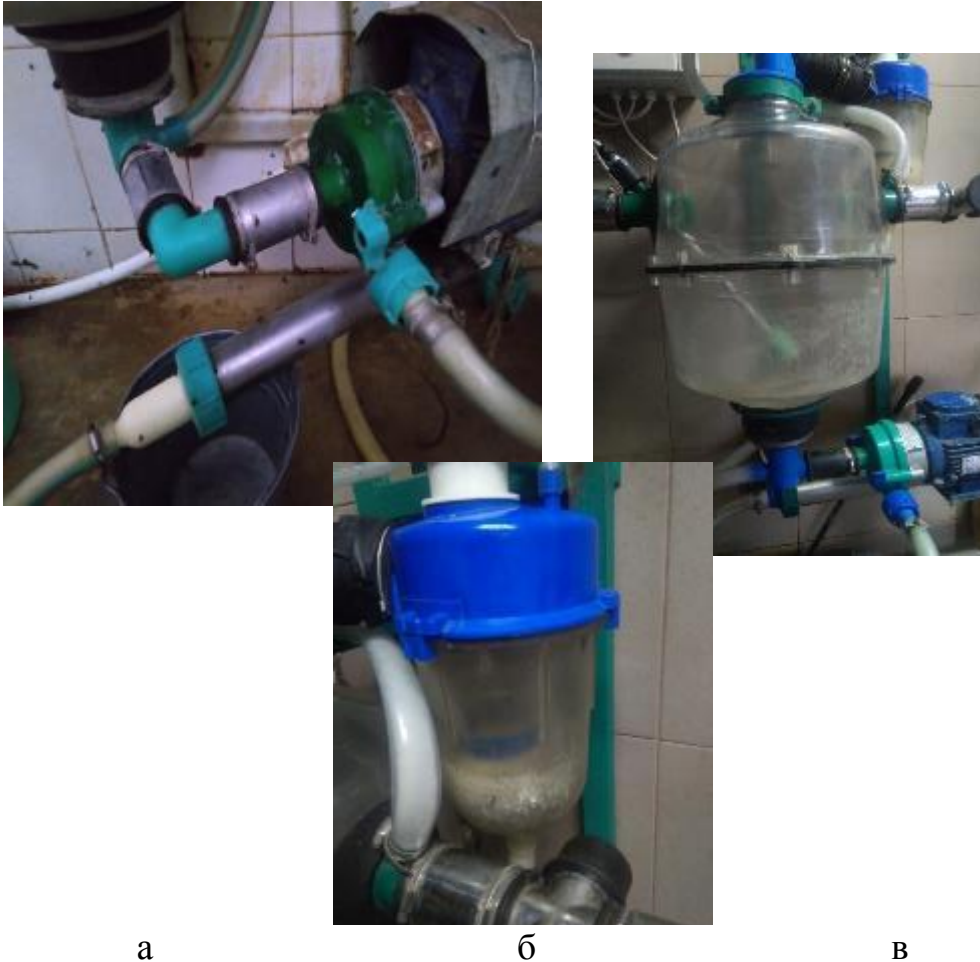
3. Погані запасні частини це проблема не тільки аграрної сфери. Складові частини доїльної установки в більшості виконані з прозорого тонкого пластику який часто тріскається, ламається та потребує заміни. Саме для цього господарство повинно постійно тримати запасні частини. На рисунку 3.12 зображено тріснутий стакан дозатора.



Рисунок 3.12 – Тріснутий стакан дозатора

На перший погляд здається що несправність не значна, але така тріщина призводить до втрат вакууму та не коректній роботі дозатора. На фермі таких частин дуже багато і проконтролювати та виявити всі з тріщинками та

розгерметизацією потрібно час, бажання або прохання від доярки. Якщо завчасно не виявити дані несправності знижується рівень вакууму слюсар штучно підвищує його за рахунок регулятора, і виходить так що насос працює в пусту. На рисунку 3.13 зображено інші частини тріщини яких призводять до не бажаних наслідків.



а б в
Рисунок 3.13 – Втрати вакууму від пошкоджень:

- а – корпусу молочного насоса та штуцерів з гайками фільтру грубої очистки;
- б – молокоприймача; в – санітарної камери

4. На рисунку 3.14 зображено оболочки та амортизатори молочних кранів, движки молочних кранів та дійкова гума які не були замінені у встановлені строки обслуговування. Оболочка та амортизатор молочного крану призначений для забезпечення герметизації молочного крана при підключенні та відключенні доїльного апарата. Ці елементи стають частими причинами втрати

вакууму на лініях та самовільного відкриття молочного крана за рахунок втрати коефіцієнту тертя обумовленим виробітком на поверхнях тертя. Движки молочного крана зображені на рисунку не були виявлені та замінені вчасно що стало причиною розгерметизації при підключенні доїльного апарату. Дійкова гума зображена на рисунку вже перевиповнила свій строк служби і не була замінена вчасно. Рівень її деформації свідчить про те що окрім того що гума не виконувала свої функції зі стискання соску так вона могла ще травмувати вим'я групи тварин.



Рисунок 3.14 – Оболочки та амортизатори, движки та дійкова гума

3.4 Несправності та помилки в експлуатації системи промивання та дезінфекцій молочно-доїльного обладнання

Несправності системи промивання мають постійний характер за рахунок того що персонал ферми не завжди може усувати несправності самостійно. В основному причинами несправності системи промивання стає: некомпетентність обслуговуючого персоналу, неправильний монтаж та погана якість комплектуючих.

1. Самою розповсюдженою несправністю системи промивання є відказ соленоїдних клапанів. Соленоїдний клапан (рис 3.15) призначений для автоматичного подавання гарячої або холодної води до бака промивки. На термін служби клапана напряму впливає якість води та стан труб водопостачання. Зазвичай клапан заклинює в постійно відкритому стані і якщо перед клапаном не встановлений кран то відбувається перевитрата води. Для заміни соленоїдного клапана знадобиться спец інструмент та сам клапан і якщо інструмент ще можна знайти то такі клапани тільки під замовлення. Окрім клапана з ладу виходить котушка яка за допомогою електричного сигналу від автомату промивання приводить в дію механізм відкриття клапана.



Рисунок 3.15 – Соленоїдний клапан з котушкою

2. Вихід з ладу автомату промивки головна проблема на фермах. Відказ може статися з різних причин основні з них: корозія, збій, брак процесорної або силової плати. На рисунку 3.16 зображені автомати промивання які вийшли з ладу по причині корозії процесорної плати та силової.

Автомат промивання зображений на рисунку 3.16, а працював не коректно, не запускав відповідні програми промивання, видавав помилку, не переключався на наступні операції. Даний автомат має ряд переваг над іншими виробниками такі як: автоматичне дозування миючих засобів, підігрівання за рахунок наявності трьох тенів води на фазу промивання з миючим засобом, компактність та легкість монтажу. Але дані плюси перекриваються значними недоліками такі як: висока вартість даного автомату, дороге обслуговування (ремонт), важкість регулювання.



а



б

Рисунок 3.16 – Несправні автомати промивання: а – автомат промивання С200 «DeLaval»; б – автомат промивання «EMW Panazoo»

Автомат який зображений на рисунку 3.16 б) перестав працювати по причині виходу з ладу силової плати тобто подача напруги на даний автомат не можлива.

Проводити заміну плат автоматів повинна проводити компетентна людина із сервісної служби яка володіє електричними схемами до них. Зазвичай ремонт місцевих фахівців закінчується коротким замиканням або непрацездатності окремих елементів тенів, пресостатів, клапанів тощо.

3. Втрата або зміна регулювань від напрацювання доїльної установки розповсюджена несправність. Виконувати регулювання в даному випадку може проводити тільки фахівець з обслуговування обладнання маючи при цьому відповідні інструкції.

4. Апарат промивання в процесі експлуатації зазнає пошкоджень різного характеру, від банальних пересихань гумових з'єднань до руйнуванню пластмасових елементів апарату промивання. На рисунку 3.17 зображено апарат промивання доїльного зала типу «Паралель» фірми «WestFalia».



Рисунок 3.17 – Апарат промивання доїльного залу «Паралель»

Порти промивання з плином часу зазнали деформації та корозії, доїльні апарати перестають триматися в порті, починає протікати вода через доїльні стакани, погіршується якість промивання доїльних апаратів.

3.5 Оцінка фактичного рівня надійності вузлів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання

Провівши аналіз роботи вакуумної системи з позиції надійності, були встановлені основні показники надійності: ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$, щільність відмов $f(t)$ та напрацювання на відмову t_0 [17].

Дані показники є випадковими величинами, що пояснюється як розсіюванням характеристик при виготовленні нових вузлів і агрегатів, так і різноманіттям умов експлуатації. В результаті для їх обробки були вибрані методи математичної статистики і теорії ймовірностей. Скориставшись методом найменших квадратів, який дає більш повні характеристики надійності спостережуваних об'єктів для подальших розрахунків, за отриманими даними в результаті спостережень за роботою 7 доільних установок, використовувались складені статистичні ряди у вигляді напрацювань до відмови вакуумної системи як в цілому, так і в окремих її вузлах.

За отриманими даними були побудовані графіки показників надійності для всіх елементів вакуумної системи (рисунки 3.18-3.23).

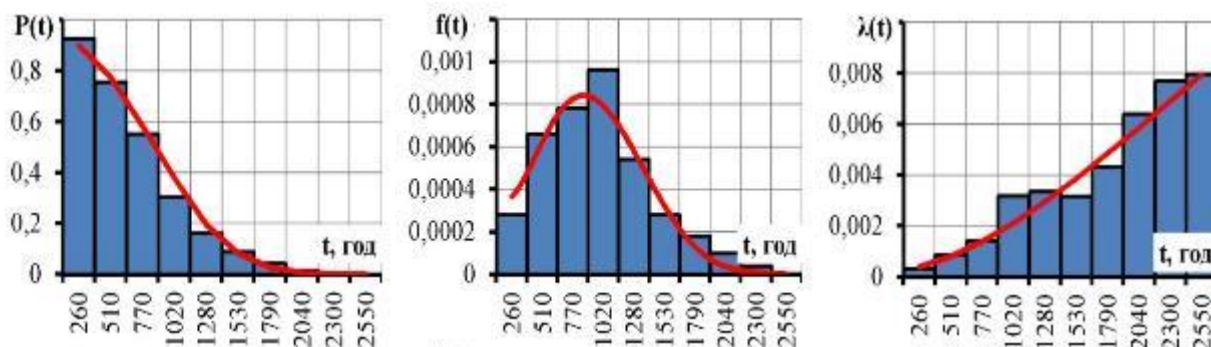


Рисунок 3.18 – Показники надійності вакуумного насоса

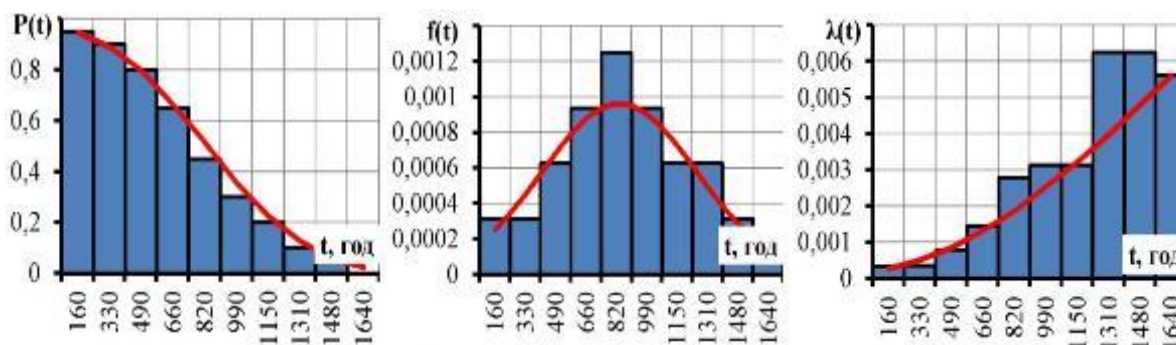


Рисунок 3.19 – Показники надійності вакуум-регулятора

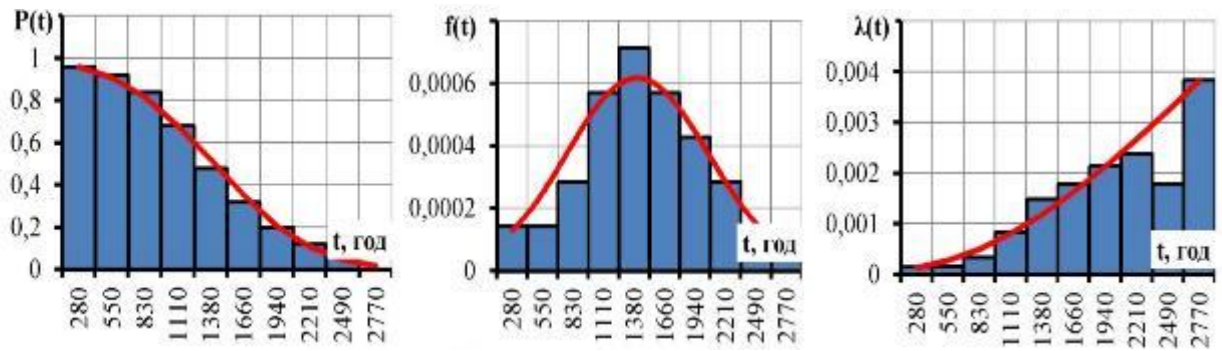


Рисунок 3.20 – Показники надійності вакуум-балона

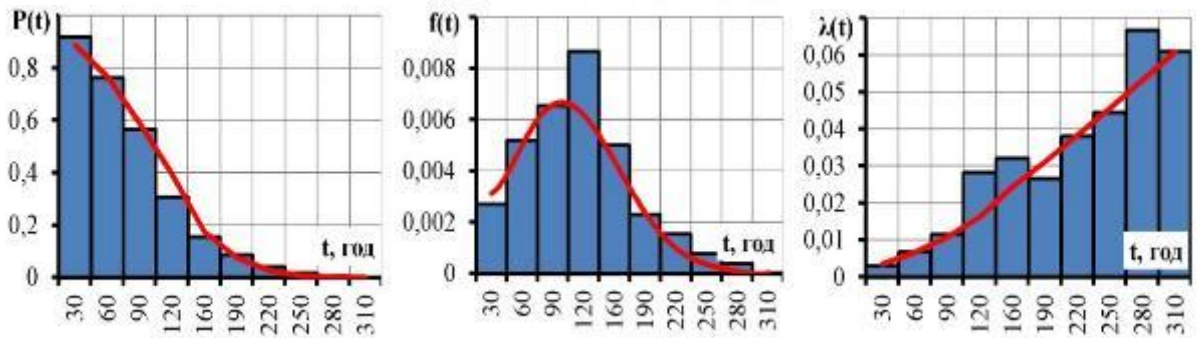


Рисунок 3.21 – Показники надійності пульсатора

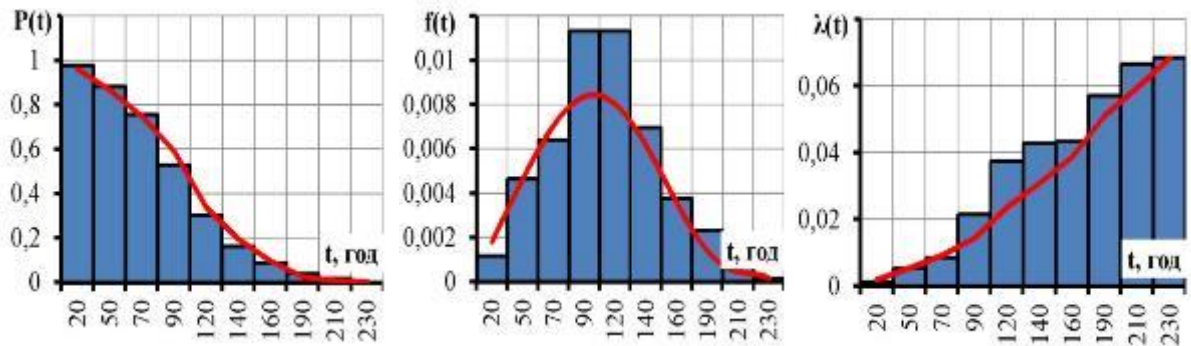


Рисунок 3.22 – Показники надійності дійкової гуми

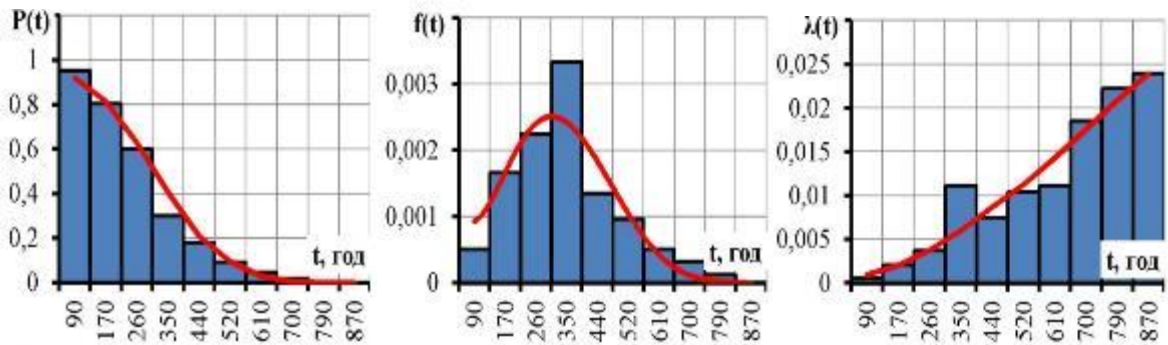


Рисунок 3.23 – Показники надійності колектора

Проведені розрахунки коефіцієнта кореляції та візуальний аналіз графіків на рисунках 3.18-3.23 показують, що найбільш достовірними моделями, що описують розподіл щільності на відмову для елементів вакуумної системи є закон нормального розподілу (таблиця 3.1) [19].

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти кореляції та регресії показників надійності вакуумної системи молочно-доїльного обладнання

Найменування вузла	Коефіцієнт лінійної регресії А	Коефіцієнт лінійної регресії В	Коефіцієнт кореляції г	Середній час наробітку до відмови а	Середнє-квадратичне відхилення σ
Вакуумний насос	1,067	0,058	0,976	871	475
Вакуум-регулятор	0,917	0,067	0,968	837	413
Вакуум-балон	0,902	0,086	0,968	1413	644
Пульсатор	0,948	0,047	0,976	103	60
Дійкова гума	0,919	0,093	0,967	101	46
Колектор	0,928	0,092	0,974	312	158

Проведені дослідження підтвердили припущення про вибір теоретичних законів розподілу [65]. Якщо проаналізувати рівень надійності окремо кожного елемента вакуумної системи, то з графіків, наведених на рисунках 3.18-3.23, видно, що у вакуумного насоса в межах 700-1000 годин виникає найбільша кількість відмов, у той час як у вакуум-регулятора – 600-900 годин, вакуумного балона – 1100-1500 годин, пульсатора – 120-160 годин, дійкової гуми – 90-120 годин, колектора – 260-350 годин. Рівень безвідмовності вузлів вакуумної системи зменшується зі збільшенням напрацювання.

Результати розподілу відмов вакуумної системи за її вузлами дозволили виявити найбільш типові відмови, що входять в дану систему (таблиця 3.2).

Для розрахунку ймовірності безвідмовної роботи вакуумної системи в цілому при змішаному з'єднанні вузлів використовуємо отримані закони розподілу та формулу множення ймовірностей незалежних подій (3.1), що дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи елементів (рисунок 3.24) [27].

Таблиця 3.2 – Типові відмови вузлів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання

Найменування відмови	Кількість відмов	
	шт.	%
I. Вакуумний насос	193	100
а) знос лопаток насоса;	105	54
б) шорсткість робочої поверхні насоса;	32	17
в) вихід з ладу підшипників насоса;	25	13
г) тріщина манжети насоса або прокладки;	14	7
д) тріщини шківів;	17	9
II. Вакуум-регулятор	21	100
а) маса вантажу занижена (завищена)	7	33
б) розтягнення пружини вакуум-регулятора	14	67
III. Вакуум-балон	25	100
а) герметичність у з'єднаннях;	17	68
б) тріщина корпусу	8	32
IV. Пульсатор	174	100
а) засміченість дросельного клапана;	58	33
б) сила натягу мембрани;	116	67
V. Колектор	174	100
а) несправний клапан;	66	38
б) герметичність у з'єднаннях;	89	51
в) тріщина корпусу;	19	11
VI. Дійкова гума	174	100
а) сила натягу дійкової гуми;	124	71
а) герметичність у з'єднаннях з доїльним стаканом;	34	20
б) лопнула дійкова гума;	16	9

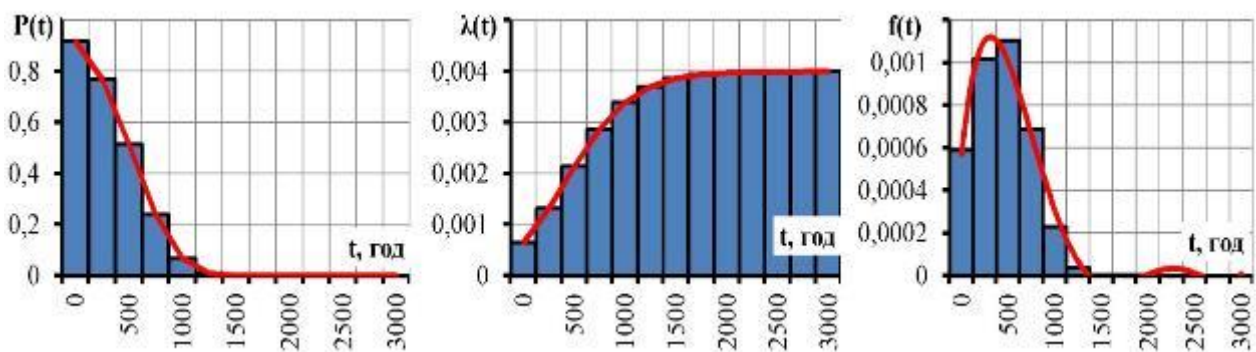


Рисунок 3.24 – Показники надійності вакуумної системи молочно-доїльного обладнання

Згідно отриманих графіків показників надійності (рисунок 3.24) робимо висновок, що ймовірність безвідмовної роботи вакуумної системи молочно-доїльного обладнання зменшується зі збільшенням напрацювання в інтервалі 0-1500 годин, щільність відмов вакуумної системи найбільш велика в інтервалі 500-750 годин, інтенсивність появи відмов у вакуумній системі збільшується пропорційно збільшенню напрацювання. Середнє напрацювання на відмову вакуумної системи становить 443 години.

Отримані дані про надійність вакуумної системи підтверджують припущення про те, що в цілому для вакуумної системи період безвідмовної експлуатації лежить в межах напрацювання до 600 годин.

3.6 Висновки з розділу

1. У ході проведення технічного обстеження молочно-доїльного обладнання було виявлено що основні несправності вакуумної системи пов'язані з виходом з ладу вакуумметрів, виходу з ладу підшипників валу вакуумного насоса (внаслідок масляного голодування), пошкодження карбонових лопаток вакуумного насоса (внаслідок використання масла яке не відповідає рекомендаціям виробника), виходом з ладу зворотного клапана вакуумного насоса (що несе за собою пошкодження лопаток насоса) та забрудненістю фільтрів та установки.

2. Основні несправності молочної системи пов'язані з виходом з ладу молочних насосів (внаслідок неправильного обслуговування), забруднення поверхонь труб, дозаторів, молокоприймача, засмічення дозаторів (що призводить до некоректної їх роботи, зависання, поганої відкачки), порушенням уклону молочних ліній (молоко збирається в ямах контр-уклону та перекриває вакуум до апарата), ушкодженням різного характеру пластикових та гумових частин.

3. Основні несправності системи промивання пов'язані з виходом з ладу електронної частини автоматів промивання. Загально розповсюджені проблеми з

промиванням за рахунок не правильного монтажу та регулювань. Подача води на деяких фермах не відповідає вимогам. Ферми потребують насосні станції які дають змогу пришвидшити процес набору води. Виявлені нехтування правилами застосування та концентрації миючих засобів.

4. За результатами досліджень експлуатації вакуумної системи доїльної установки типу УДМ у виробничих умовах з позиції надійності встановлені основні показники надійності її вузлів: ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$, щільність відмов $f(t)$ та напрацювання на відмову T_0 . У вакуумного насоса в межах 700-1000 годин виникає найбільша кількість відмов, у той час як у пульсатора – 120-160 годин, дійкової гуми – 90-120 годин.

4 ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ В РОБОТІ СИСТЕМ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Основи системи планово-попереджувальних робіт з технічного обслуговування та ремонту

Для забезпечення довговічності та надійності в експлуатації доїльної установки була розроблена система планово-попереджувальних робіт. Дана система являє собою положення та норми, в яких прописана організація сервісного технічного обслуговування та ремонту обладнання молочних ферм, Система направлена на забезпечення показників надійності які обумовлені нормативною документацією.

Пунктами системи планово-попереджувальних робіт з діагностування, ТО та ремонту доїльного обладнання є:

- щозмінне технічне обслуговування (проводиться перед кожною дойкою);
- щомісячне технічне обслуговування, перше та друге;
- технічний огляд та обслуговування на час зберігання обладнання;
- діагностика та технічний огляд;
- ремонт.

Вид технічного обслуговування та періодичність його проведення доїльного обладнання, обробки та охолодження свіжого молока описані в таблиці 4.1, періодичність проведення обслуговування та його зміст приведені в таблиці 4.2 [34].

При відновленні працездатності доїльного обладнання під час ремонту виконують операції з таких як: діагностичні, розбірні, мийні, ковальні, слюсарні, верстатні.

Таблиця 4.1 – Вид технічного обслуговування та періодичність його проведення доїльного обладнання, обробки та охолодження свіжого молока

Тип обладнання	Періодичність та тип технічного обслуговування			
	ЩТО	ТО 1	ТО 2	Під час зберігання
Доїльна установка типу «молокопровід»	+	1 місяць	12 місяців	-
Доїльна установка типу АДМ-8	+	1 місяць	6 місяців	+
Установка для охолодження молока	+	1 місяць	-	+
Обладнання призначене для первинної обробки молока	+	1 місяць	-	+

Таблиця 4.2 – Періодичність проведення обслуговування та його зміст

Операції які проводяться під час технічного обслуговування	Операції з технічного обслуговування					
	УДА-16 УДА-12Е УДА-16Е УДА-20Е УДА-24Е «Ялинка» УДУ-8 «Гандем»	УДЕ-8А «Ялинка», УДГ-8 «Гандем»	УДЕ-8 «Ялинка», УДГ-6 «Гандем», УДА-8Т «Гандем», УДП-24 «Паралель»	АДМ-8, АДС, АДС-А, УМД	ДАС-2Б, УДС-В, ПЕКЛЮ-100 А	УДС-ЗА, ПДУ-8
Щозмінне технічне обслуговування						
– візуальний огляд технологічних показників	+	+	+	+	+	+
– очистка робочого місця та обладнання від бруду, пилу, вапна та інших забрудників	+	+	+	+	+	+
– провести огляд електричної частини (кабелів)	+	+	+	+	+	+
– провести перевірку кріплення устаткування на посадочних місцях	+	+	+	+	+	+
– зробити перевірку вакуумної установки, за потребою долити мастило	+	+	+	+	+	+
– заміряти рівень вакууму, усунути втрати вакууму (якщо такі маютьяся)	+	+	+	+	+	+
– переконатися в роботоздатності автомата промивання за необхідності провести регулювання	+	+	+	+	+	+

– Провести перевірку працездатності молочного насоса, блоку управління насосом, датчика рівня молока, молокоприймача	+	+	+	+	–	–
– Оглянути порти промивання, очистити головки промивки від потрапившого бруду (якщо маютьяся)	+	+	+	–	–	+
– продивитись дійкову гуму, переконатися у відсутності пошкоджень та розривів, перевірити вакуумні патрубки доїльного стакана	+	+	+	+	+	+
– переконатися в роботі пульсатора, та наявності пульсацій дійкової гуми	+	+	+	+	+	+
– провести огляд пульсатора	+	–	–	–	–	–
– переконатися в чистоті клапанів та електродів реєстрації потоку	+	–	–	–	–	–
– переконатися в працездатності пристрою управління доїнням	+	–	+	–	–	–
– визначити частоту пульсацій пульсатора, при необхідності провести регулювання	+	+	+	+	+	+
– переконатися в працездатності пневматичного приводу дверей та хвіртки	+	+	+	–	–	–
– провести огляд роботи діафрагмового молочного насоса та його приводу, перевірити рівень води бачку для охолодження, переконатися у відсутності протікання в з'єднаннях трубопроводу, перевірити роботу розприскувачів та насоса для змішування	–	–	–	–	–	+
– долити рівень масла в картер двигуна, долити в бензобак паливо, переконатися в працездатності агрегату	–	–	–	–	–	+
– провести розкладально-збиральні роботи з очисткою лічильників молока	+	+	+	+	–	+
Перше технічне обслуговування						
– провести регулювання систем пневматичного приводу його важелів, тяг для управління дверей та верстатів, провести мащення шарнірів	+	+	+	–	–	–
– демонтувати та промити глушник не проводячи його розбирання, зробити очистку отворів	+	+	+	+	+	+
– проконтролювати та відрегулювати (за необхідністю) рівень вакууму системи провести очистку молокопроводу від кам'яних відкладень	+	+	+	+	–	+

– прочистити масляні бачки та колби замінити мастило зробити регулювання подачі мастила, зробити ревізію натягу ременів за необхідністю відрегулювати натяг ременів, провести перевірку рівня мастила для підшипників, виконати регулювання сполучної муфти вакуумного насоса, переконалися в правильній роботі зворотного клапану вакуумного насоса	+	+	+	-	-	-
– провести чистку деталей та вузлів вакуумпровода, замінити мастило вакуум-регуляторів, виконати перевірку та при необхідності замінити фільтр вакуум-регулятора	+	+	+	+	+	+
– провести розбирально-складальні роботи з очисткою та заміною деталей які вийшли з ладу або мають критичний стан:						
а) молокоприймач	+	+	+	+	-	-
б) молочний насос	+	+	+	+	-	+
в) установка охолодження молока (танк)	+	+	+	+	-	-
г) лічильники молока (УПУМ,РУМ)	-	-	-	+	-	-
д) провести заміну фільтруючого полотна	+	+	+	-	-	-
– провести чистку розприскувачів	+	+	+	+	-	-
– зробити огляд, діагностику та технічне обслуговування доїльних апаратів:						
а) підготувати, провести дозування миючих засобів	+	+	+	+	+	+
б) виконати дезінфекцію та промивання апаратів	+	+	+	+	+	+
в) провести розбір доїльних апаратів на частини	+	+	+	+	+	+
г) кожен складальну частину апарату очистити та провести дезінфекцію	+	+	+	+	+	+
д) провести знежирення дійкової гуми, зробити розподіл дійкової гуми по групам жорсткості, вкоротити по довжині	+	+	+	+	+	+
е) провести збирання доїльних апаратів	+	+	+	+	+	+
ж) провести обкатку пульсаторів, заміряти частоту пульсацій, виконати регулювання	+	+	+	+	+	+
з) провести повторну дезінфекцію доїльних апаратів після збирання та просушити	+	+	+	+	+	+
– зробити оцінку бактеріального стану поверхонь доїльних апаратів та інших деталей які знаходяться в контакті з молоком	+	+	+	+	+	+
Друге технічне обслуговування						
- виконати промивання вакуумної системи	+	+	+	+	-	+

– переконатися в працездатності та відсутності похибки вакуумметрів	+	+	+	+	+	+
– розібрати молочну магістраль, виконати очистку, складальні частини, молочні крани, зібрати молочну магістраль	+	+	+	+	–	+
– визначити поточну продуктивність вакуумного насосу	+	+	+	+	+	+
– зробити огляд лічильників молока	–	–	–	+	–	–
– вакуумні насоси водокільцевого типу розібрати та прочистити	+	+	+	+	+	+
– сітки блоків та фільтрів блоків клапанів прочистити	+	–	+	–	–	–
– в пневмокамерах зробити огляд та при необхідності замінити мембрани що вийшли з ладу	+	+	+	+	+	–
– зробити ревізію молочного насоса, графітового кільця, крильчатки та при необхідності замінити	–	–	–	–	–	+
– провести відновлення фарбового покриття	+	+	+	+	+	+
– провести розбирання та очистку складових пневмоциліндрів, затискачів та маніпуляторів провести заміну манжет	+	–	+	–	–	–
– зробити аналіз циклограми промивання	+	+	+	+	–	–
– по завершенню технічного обслуговування:						
а) показання замірів продуктивності вакуумного насоса	+	+	+	+	+	+
б) заміряти який запас продуктивності у вакуумного насоса	+	+	+	+	+	+
в) визначити яка чутливість у вакуум-регулятора	+	+	+	–	+	–
г) виміряти втрату на вакуум-регуляторі	+	+	+	+	+	+
д) перевірити стабільність та флуктуації вакууму	–	+	+	+	+	+
е) визначити зниження вакууму в залежності від довжини вакуумпровода	+	+	+	+	+	+
ж) втрати вакууму на вакуумпроводі	+	+	+	+	+	+
з) втрати вакууму на молочних кранах	+	+	+	+	+	+
і) перевірити роботу системи пульсацій	+	+	+	+	+	+
к) заміряти витік до молокопровода за допомогою ротаметра	+	+	+	+	–	–
л) визначити кількість повітря яке підсмоктується до доїльних стаканів	+	+	+	+	+	+
Технічний огляд та обслуговування на час зберігання обладнання						

а) у разі використання доїльної установки по сезонно потрібно проводити технічне обслуговування обладнання на зберіганні						
– провести операції описані в пунктах першого технічного обслуговування	+	+	+	+	+	+
– провести розбір, очистку, заміну (пошкоджених деталей) та зібрати:						
молокоприймача	+	+	+	+	–	+
молочного насоса	+	+	+	+	–	+
устаткування для охолодження молока	+	+	+	+	–	–
лічильники надою молока (УПУМ, РУМ)	–	–	–	+	–	–
водоперекачуючий насос	–	–	–	–	–	+
насос-перемішувач	–	–	–	–	–	+
Підсилювач пульсацій насоса	–	–	–	–	–	+
фільтр	+	+	+	+	–	+
– провести огляд вакуумної установки, переконатися у відсутності несправностей та законсервувати	+	+	+	+	+	+
– демонтувати шланги, гумові з'єднання, ремені та законсервувати	+	+	+	+	+	+
– провести консервування внутрішньої поверхні вакуумного насоса в обов'язково закрити кришками отвори насоса	+	+	+	+	+	+
– законсервувати спеціальним мастилом всі зовнішні поверхності	+	+	+	+	+	+
– доправити установку та обладнання до місця зберігання	–	–	–	–	–	+
б) під час зберігання						
– провести огляд, комплектацію, надійність, герметизацію та відсутність корозії	+	+	+	+	+	+
– у випадку виявлення дефектів їх необхідно усунути	+	+	+	+	+	+
в) у випадку при знятті зі зберігання та розконсервації						
– провести очистку обладнання установки, комплектні частини від бруду та пилу, які з'являються під час зберігання на складі, зняти шар консерваційного мастила	+	+	+	+	+	+
– прибрати пристрої для герметизації	+	+	+	+	+	+
– демонтовані вузли такі як вакуумметри доїльні апарати, вакуум-регулятори встановити відповідно документації	+	+	+	+	+	+
– провести заміну мастила в масляних колбах вакуумного насоса	+	+	+	+	+	+

– виконати друге технічне обслуговування, провести перевірку роботи зібраного обладнання та установки.	+	+	+	+	+	+
--	---	---	---	---	---	---

По приході слюсаря на робоче місце, слюсар зобов'язаний провести огляд обладнання. Щозмінна перевірка стану доїльної установки це запорука підтримання обладнання в справному стані та успішне проведення дойки. До переліку операцій щозмінного огляду відносять: миття, очищення, пробний запуск установки, переддоїльне промивання установки, перевірка працездатності молочного насоса від датчика рівня, перевірка наявності мастила в масляні колбі вакуумного насоса, перевірка цілісності складових частин доїльного апарата, перевірка дозаторів молока. Від якості проведення щоденного огляду залежить безвідказність установки пі час дойки.

Технічне обслуговування яке проводиться кожен місяць або кожні три місяці направлене на виявлення та усування пошкоджень та недоліків. Робота всього устаткування залежить від своєчасної заміни частин які вимагають підвищеного контролю, адже якість запасних частин на превеликий жаль на сьогодні є незадовільною.

Під час зберігання устаткування, воно потребує спец підготовки до зберігання та певних умов всередині складу, для уникнення пересихань або втрати пружності через час. Ряд важливих операцій під час підготовки обладнання до зберігання: промивання, очистка, фарбування, нанесення розчинів для консервації.

4.2 Матеріально-технічна база з технічного обслуговуванню доїльних установок

Для виконання слюсарем поставлених задач з щоденно огляду та періодичних технічних обслуговувань, він має бути забезпеченим базовою комплектацією інструменту такого як: ключі рожково-накидні, торцеві головки від 7 до 17, зйомники, викрутки, трубні ключі, канцелярський ніж, ножиці, ножиці для шлангів. Також має бути забезпечений приладами для діагностики та

визначення кількісних показників стану елементів доїльної установки. До них відносяться: манометри, вакуумметри, термометри. Також у випадку виходу з ладу частин корівника які не мають відношення до доїльної установки, але мають безпосередній вплив на її роботу, а саме головний з них це кронштейни які тримають вакуумну та молочну лінію, слюсар має бути забезпечений певною кількістю металу, мати в розпорядженні болгарку, зварювальний апарат, драбину для роботи на висоті (у випадку пошкодження перехідної галереї).



Рисунок 4.1 – Розміщення елементів та обладнання пункту з технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання: 1 – слюсарний верстак; 2 – стелаж для зберігання запасних агрегатів та інструментів; 3 – шафа для зберігання інструменту та додаткового устаткування; 4 – металевий робочий стіл для виконання обслуговування; 5 – лещата для слюсарних робіт; 6 – свердлильна установка; 7 – верстат токарний для обробітку металу; 8 – точильно-шліфувальний станок для підгонки запчастин; 9 – ковадло; 10 – драбина або сходи для

роботи на висоті; 11 – стіл для паперової або електронної роботи; 12 – робочий комп'ютер для зберігання даних 13 – аптечка; 14 – шафа з піском; 15 – вогнегасник

Слюсар має мати спец кімнату доступ до якої повинен мати лише він, де в нього буде можливість обробітку та підготовці елементів, частин корівника та доїльної установки. Дана кімната називається пункт технічного обслуговування. Він має бути забезпечений світлом та електроенергією для роботи обладнання яке працює від напруги 380 В.

Слюсар повинен виконувати операції з технічного обслуговування доїльної установки за встановленими правилами, але однакових ферм не буває тому під час виконання операцій з огляду, обслуговування та ремонту йому знадобиться додаткове обладнання та технічна фантазія яку можна втілити за допомогою допоміжних частин. На рисунку 4.1 зображено загальний вид пункту технічного обслуговування. Він має бути просторим для розміщення певного ряду обладнання, та бути забезпечений світлом, мікрокліматом, шафою для спец одягу в якому виконуються операції з ремонту обладнання за вимогами охорони праці, щоб при роботі з обладнанням таким як болгарка або зварювальний апарат уникнути травмування слюсаря.

4.3 Технічне обслуговування доїльних установок, види та принцип робіт

4.3.1 Щоденний огляд, діагностування та обслуговування доїльної установки

Очищення та промивання поверхонь доїльної установки виконують за допомогою щіток, йоршиків, хустинок, з використанням бензину або інших розчинників. Промивання молокопроводу відбувається за допомогою миючих засобів (лужних, кислотних), мочалок та щіток [37].

У випадку виявлення пошкодженої мережі електрики, виконується заміна проводки.

Надійність закріплення частин установки перевіряють наглядно при пускових процедурах. У випадку слабого закріплення, підтягнути кріпиджі.. При перевірці вакуумної установки треба повернути шків насоса на 2 оберта та переконатися в легкості обертання та відсутності зайвих шумів, звуків. Візуально перевірити наявність та рівень масла в масляних колбах насоса. Подачу мастила до насосу регулюють за допомогою гвинтів на крапельниці масляного бачка. Частота надходження краплин масла повинна бути 12 крапель у хвилину. Та у випадку насоса з більшою продуктивністю 24 краплини. При запуску мотора та під час його роботи потрібно перевірити відсутність сторонніх звуків, перевірити стук в підшипниках можна за допомогою переобладнаного медичного стетоскопа. Під час роботи насос повинен працювати тихо без трясіння, стуків та дзвону. Простим показником нормальної роботи вакуумного насоса є можливість вільного спілкування під час роботи установки.

Для водокільцевої вакуумної установки потрібно контролювати рівень води в баку. У випадку відсутності вакууму необхідно зробити очистку каналів подачі води, зробити огляд вакуумного трубопроводу, виявити можливі втрати вакууму на лініях та перевірити електромережу. У випадку підвищення температури водокільцевого насоса вище 50 градусів його продуктивність падає до 20%. Щоб перевірити температуру корпусу насоса його потрібно запустити та в процесі роботи заміряти температуру спеціальним термометром.

Основні причини виходу з ладу та перегрівання підшипників є перегрівання внаслідок сильної затяжки підшипникового вузла або недостатність змащування. У даному випадку потрібно відкорегувати затяжку підшипникового вузла та долити мастило. У випадку сильного протікання води через дренажний отвір вакуумного насоса необхідно провести його розбирання, чистку втулки або її заміну. Протікання мастила через підшипниковий вузол є граничним станом манжети, вузол потрібно розібрати та замінити манжету. Внаслідок зносу

підшипників починається сильна вібрація, стук та шум в роботі вакуумного насосу. Вузол потрібно розібрати та замінити підшипники.

Рівень вакууму контролюють за допомогою вакуумметрів які встановлені на доїльній установці. Рівень вакууму має складати від 48 до 52 кПа. Регулювання вакууму відбувається за допомогою регулювального гвинта або як на старих зразках вакуум-регуляторів за допомогою шайб.

По закінченню процесу дойки та промивання необхідно перевірити чистоту дозаторів та молокоприймача. У разі виявлення залишків молока та інших домішок молокоприймач необхідно розібрати на почистити. Робота молочного насоса має відбуватися в двох режимах це: ручний від блоку управління та автоматичний від сенсора рівня. При технічно справному молочному насосі та відсутності підсмоктування повітря продуктивність насоса визначають шляхом заливання двадцяти літрів води в молокоприймач. Відкачати воду насос має не довше 20 секунд.. У випадку недостатньої якості промивання доїльних апаратів необхідно прочистити головки промивання та усунути підсмоктування повітря. Візуально необхідно проконтролювати цілісність дійкової гуми та цілісність вакуумних патрубків.

При роботі доїльного апарата перевіряють наявність пульсацій в доїльних стаканах. Необхідно вставити пальці рук у дійкову гуму доторкнутися до стінки гуми. У випадку відсутності пульсацій в доїльних стаканах необхідно одразу усунути несправність. В основному причинами відсутності пульсацій є: розрив пульсаційної шланги, розрив дійкової гуми або наявність води в пульсаційній шланзі від пульсатора. Пульсатор перевіряють у процесі роботи. Частоту пульсацій можна визначити за допомогою годинника. Нормальна частота пульсацій є 60 ударів за хвилину тобто 1 удар в секунду.

4.3.2 Перше технічне обслуговування, вид та послідовність операцій

Перевірку натягу привідних ременів вакуумного насоса перевіряють за

допомогою лінійки. Встановіть вертикально лінійку перед ременями, натисніть на ремені із зусиллям 40 Н (4 кг) прогин не повинен перевищувати 10-12 мм [44]. Зворотний клапан вакуумного насоса необхідно перевірити після кожного відключення вакуумної установки. У випадку коли після вимкнення вакуумної установки насос починає обертатися в іншу сторону необхідно негайно замінити зворотний клапан бо це призводить травмування лопаток вакуумного насоса.

Систему вихлопу вакуумної установки необхідно промити. Прочистити штуцери для зливання відпрацьованого масла. У випадку засміченості системи вихлопу це створює додатковий опір під час роботи вакуумної установки що впливає на навантаження насоса та двигуна.

Технічне обслуговування сучасних вакуумних регуляторів виробництва «Гомель» або «WestFalia» полягає в знятті вакуумного регулятора з посадочного місця, очистка поверхні регулюючого конуса, промивання або заміна фільтрів вакуумного регулятора. У випадку коли вакуум-регулятор не виконує свої функції його необхідно розібрати, перевірити цільність корпусу та мембран, замінити мембрани, а у випадку тріщини корпусу вакуум-регулятора необхідно його замінити. Величина вакууму в молоко-вакуумній системі має бути відповідно до нормативної документації. Рівень вакууму на доїльних установках типу «молокопровід» рівень вакууму повинен бути в межах від 48 кПа до 52 кПа, на доїльних залах рівень вакууму має знаходитись на рівні 43 кПа. Регулювання рівня вакууму проводити за методикою попереднього пункту. Для визначення запасу продуктивності вакуумного насоса необхідно визначити величину витрати повітря за допомогою витратоміра. Молокоприймач та його елементи, молочний насос та устаткування для первинної обробки та охолодження молока промити та замінити частини які знаходяться у граничному стані. Перевірку продуктивності молочного насоса проводять за тим же принципом що при щоденному огляді.

Обслуговування доїльних апаратів, їх елементів та пульсаторів проводять за наступною методикою:

- готують миючі засоби з концентрацією вказаною на описі миючого засобу;

- проводять дезінфекцію доїльних апаратів з подальшим їх природним просушуванням;
- потрібно розібрати доїльні апарати не пошкодивши при цьому гумові частини. Після проведення обслуговування доїльних апаратів виконують їх комплектування та збір, у випадку наявності пошкоджених деталей їх необхідно замінити.

4.3.3 Друге технічне обслуговування доїльної установки

Проводять операції описані в щозмінному технічному обслуговуванні та першому обслуговуванні. Промивають вакуумпровід за допомогою миючих засобів шляхом під'єднання до кінця вакуумної магістралі відра з миючим розчином. Миючий засіб не повинен потрапити до вакуумного насоса. Для придання турбулентного руху води по вакуумпроводу необхідно періодично виймати шланг з розчину створюючи цим ефект інжекції. Після промивання розчин злити з ресивера та просушити лінію протягом 20 хв тобто дати попрацювати установці. Для промивання молокопроводу його необхідно розібрати та вимити в гарячій воді з використанням миючого розчину в концентрації описаній на миючому засобі. Після збирання молокопроводу провести після-доїльне промивання системи щоб змити залишки миючого засобу. Перевіряють продуктивність вакуумного насоса за допомогою витратоміра. У випадку зниження продуктивності насоса на 20% його необхідно відправити на ремонт або замінити.

4.4 Висновки з розділу

1. Розроблено систему планово-попереджувальних робіт з технічного обслуговування та ремонту молочно-доїльного обладнання, що включає етапи щозмінне технічне обслуговування; щомісячне технічне обслуговування, перше та

друге; технічний огляд та обслуговування на час зберігання обладнання; діагностика та технічний огляд; ремонт.

2. Розроблено проект пункту технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання і визначено матеріально-технічну базу по технічному обслуговуванню доїльних установок.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження шкідливих і небезпечних факторів при роботі доїльної установки

Робота оператора на фермі ВРХ супроводжується рядом небезпек які він має враховувати для запобігання шкоди здоров'ю та безпечного виконання своїх обов'язків. Небезпеки при роботі персоналу ферми:

1. Інфекція від хворої тварини;
2. Контакт з тваринами які знаходяться в нестабільному психологічному стані;
3. Піднімання та переміщення вантажів вище граничних норм;
4. Некоректне використання інструментів та інвентарю;
5. Високі показники шуму при роботі обладнання або при процесі роздавання кормів.

Вимоги до кваліфікації оператора (слюсаря) доїльного обладнання: професійно-технічна освіта; підвищення рівня кваліфікації; стаж та досвід роботи за професією кожного з попередніх розрядів – не менше одного року.

Шкідливі, небезпечні чинники при роботі оператора доїльної установки:

- роздратування корови під час перед-доїльних та після-доїльних операцій;
- нерівна та слизька підлога станків для доїння або утримання тварин;
- не дотримання встановлених правил електробезпеки при експлуатації електричної частини доїльної установки;
- дефекти, пошкодження та знос гумових елементів доїльних апаратів;
- наявність збудників хвороб у приміщеннях для доїння.

Дії працівників які можуть призвести до ушкодження здоров'я:

- биття, дратування корів з використанням підручних інструментів;
- не використовують спец обладнання під час доїння корів з

нестабільним психологічним станом;

- після процесу доїння в доїльних залах не проводяться санітарні роботи;

- відсутність дезінфекції доїльної зали;

- нехтують правилами експлуатації доїльної установки;

Ситуації які несуть шкоду здоров'я персоналу:

- перебування персоналу біля роздратованої тварини;

- пошкодження ізоляції електрообладнання ферми та доїльної установки;

- падіння працівника на слизькій підлозі;

- через мірне вдихання парів аміаку.

З доїльною установкою окрім оператора також взаємодіє сервісна служба або інші структури які відповідають за стан агрегатів на території ферми.

До небезпек механічного типу відноситься:

- травми внаслідок торкання до вузлів які рухаються;

- травми внаслідок зачіпання гострих кутів та інших геометричних особливостей ферми та її обладнання;

- підсмоктування сторонніх речей у вакуумну систему;

- під час монтажу та обслуговування обладнання можлива втрата стійкості;

- падіння в результаті витікання масла з вакуумного насоса.

Термічна небезпека при роботі на фермах ВРХ:

- висока температура води під час промивання (90 градусів), робота вакуумного насоса можуть спричинити опіки;

- опіки які виникли внаслідок зварювальних робіт.

Високий рівень шуму від вакуумної установки, кормороздавальної установки та установки для прибирання гною викликають наступні наслідки:

- пошкодження слуху на тривалий термін або його втрата;

- дзвін у вухах, головний біль;

- стрес та стомлювання;
- порушення уваги та роздратованість.

Небезпеки які відносяться до електрообладнання:

- прямий та непрямий контакт з деталями які перебувають під напругою;
- небезпека статичної напруги;
- нехтування правилами при взаємодії з електрообладнанням.

Небезпеки пов'язані з неправильним монтажем та обслуговуванням вакуумної установки:

- проведення робіт з обслуговування під час роботи установки;
- вивід в приміщення або відсутність вихлопу вакуумної установки;
- не встановлення або відсутність передбачених конструкцією огорож для шківів насоса та електродвигуна.

5.2 Правила охорони праці при роботі з доїльною установкою

Загальні вимоги щодо охорони праці на фермах великої рогатої худоби:

- під час роботи з доїльною установкою персонал зобов'язаний виконувати правила та загальні вимоги базової інструкції;
- до роботи з обладнанням доїльної установки допускаються особи старші вісімнадцяти років;
- персонал яких працює з електрообладнанням повинен знати правила з електробезпеки та володіти вміннями надавати першу допомогу постраждалим від дії електричного струму;
- під час процесу машинного доїння персонал зобов'язаний використовувати засоби для індивідуального захисту такі як: бавовняний халат та головний убір, антишумові навушники, спеціальне взуття з натуральної шкіри які витримують сильні удари та наступання на цвяхи, гумовий фартух, трикотажні або резинові рукавиці.

- перед початком роботи з переносним, стаціонарним електричним обладнанням необхідно переконатися у: відсутності пошкоджень ізоляції кабелів та надійне кріплення їх до машини, відсутності замкнутих кабелів з металевими поверхностями та предметами, відповідній надійності заземлення корпусів трансформаторів;

- тримати робоче місце в чистоті та порядку де встановлена вакуумна установка;

- перевіряти та стежити за надійністю встановлення захисної огорожі (кожуха) над ремінною передачею вакуумної установки;

- під час роботи вакуумної установки забороняється очищення, заміна фільтра, зворотного клапана, надягання ременів та усування несправності агрегатів;

- підтримувати сходи доїльних майданчиків або стійлових місць сухими та чистими;

- на доїльних залах де використовуються електронні пульсатори забороняється відкривати кришку пульсатора яка знаходиться під напругою;

Правила охорони праці у випадку аварійної ситуації:

- у випадку аварійної ситуації при роботі з електрообладнанням доїльної установки персонал зобов'язаний виконувати вимоги з безпеки типової інструкції електрообладнання.

- у випадку якщо стаціонарна машина б'ється струмом або виявлені інші ознаки дії електричного струму, необхідно сповістити електрика або людину відповідальну за монтаж та обслуговування обладнання та покинути зону ураження.

Охорона праці перед початком зміни:

- провести огляд спец одягу, виявлені пошкодження або недоліки усунути;

- вдягніть спец одяг, застібніть та підтягніть його так щоб не було зисаючих кінців, волосся приберіть під головний убір;

- огляньте робоче місце, підлогу, сходи, проходи та решітки підлоги. У випадку виявлення сторонніх предметів, мокрої підлоги або пошкоджень які заважатимуть в процесі роботи потрібно прибрати;

- Перевірте працездатність аварійної сигналізації, наявність вогнегасників, піску або інших засобів пожежо гасіння.

Охорона праці по закінченню роботи:

- по закінченню роботи з обладнанням доїльної установки, необхідно вжити заходів прописаних у відповідному розділі інструкції з експлуатації молочно-доїльної обладнання;

- персонал зобов'язаний по закінченню роботи прибрати місце праці, відімкнути обладнання від живлення, закрити доступ до обладнання постороннім та здати на склад інвентар для роботи;

- зробити доповідь для керівника щодо виявлених в процесі роботи порушень, а також заходів які були вжиті для усунення;

- спец одяг приведіть до порядку та покладіть у спеціально відведену шафу на зберігання;

- при передаванні зміни попередник зобов'язаний повідомити про стан тварин які можуть в подальшому становити загрозу.

5.3 Охорона праці до монтажу, пуску, регулюванню та обкатуванню доїльної установки

1. До монтажу, пуску, регулюванню та обкатки доїльної установки допускаються робочі які пройшли навчання, екзаменаційні заходи з перевірки знань і інструктаж з правил безпеки та охорони праці для монтажників, електрозварювальників, електриків доїльних установок які були розроблені згідно вимог та положень про порядок організації навчання та перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) та освоєні документи з експлуатації.

2. Здійснювати біологічний захист тварин, обладнання та персоналу

згідно з «Санітарними та ветеринарними правилами для молочних ферм». Відповідно до «Правил пристрою електроустановок» монтувати електрообладнання мають право особи, які мають групу допуску електробезпеки не нижче 3 та кваліфікацією не нижче 3-го розряду. Монтаж електрообладнання проводити при відсутній напрузі. Відключити рубильник або автомат розподільчого щита, розмістити табличку «Не вмикати! Працюють люди». Вжити додаткових заходів, для запобігання випадкової подачі напруги до місця монтажу.

3. Під час монтажних робіт використовувати електроінструмент з подвійним шаром ізоляції та для робіт на висоті вище 1 метра використовувати спеціальні пересувні майданчики з огороженнями.

4. Не допускається запуск та робота установки без заземлення. Заземлення має бути на: електродвигунах, електропроводонагрівачах (тени), каркаси верстатів, силових шаф та щитків, корпуси пускових апаратів та металеві оболонки кабелів.

5. Під час буріння стін, нарізанні труб та їх обробці використовувати захисні окуляри.

6. Проводити зварювальні роботи та курити заборонено біля фреонових холодильних установок.

7. Запуск та випробування вузлів та агрегатів установки проводити тільки при встановлених захисних огорожах (кожухи шківів, огорожа шаф яка закриває доступ до струмопровідних частин електрообладнання), які передбачають роботу, безпечну для здоров'я та життя персоналу.

8. Приміщення установки має бути обладнане засобами пожежної безпеки та знаходитись у справному та готовому стані.

9. Персонал який обслуговує обладнання має бути навчений поводженню із засобами пожежогасіння.

10. Забороняється складати та зберігати легкозаймисті, вибухо-небезпечні речовини в приміщеннях призначених для монтажу та експлуатації установки.

5.4 Карта безпеки праці вакуумної установки

При запуску вакуумної установки (рисунок 5.1) оператор має провести ряд операцій з щоденного ТО. Ці операції повинні проводитися з дотриманням вимог охорони праці. Згідно цих вимог була складена карта безпеки при роботі з вакуумною установкою, яка приведена в таблиці 5.1.

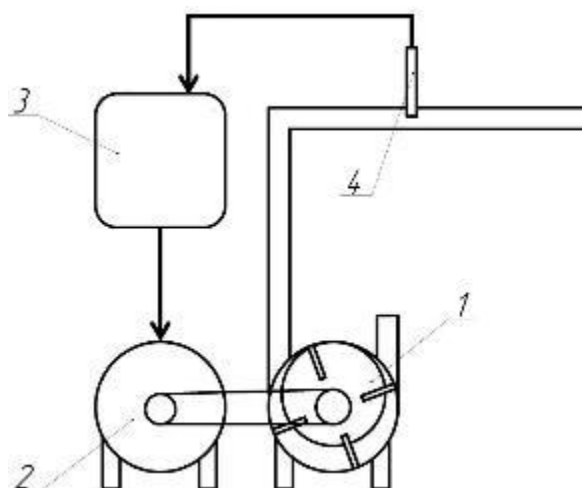


Рисунок 5.1 – Схема вакуумної установки:

1 – вакуумний насос (ротаційно-лопатевий); 2 – електродвигун; 3 – силовий щит (380В) та блок керування; 4 - вакуумметр

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці вакуумної установки

№	Назва вузла	Технічні вимоги праці	Методи та засоби контролю	Періодичність
1	Вакуумний насос (ротаційно-лопатевий)	Під час ремонту, сервісному обслуговуванні та заміні складових установки, джерела електричного струму мають бути відключені. На щиті живлення повісити табличку «Не вмикати – Працюють люди»	Огляд. Перевірка тестером. Випробування.	I
2	Електродвигун	Чистота, відсутність залишків масла, пилу, бруду та інших механічних домішок. Надійне болтове кріплення. Шківни двигуна та насоса повинні бути відцентровані. Електродвигун має бути заземлений.	Огляд. Очищення.	II

3	Силовий щит (380В) та блок керування	Кнопка «Запуск» має бути невтраченого зеленого кольору, «Аварійна зупинка» - ярко червоного кольору та виступати за межі панелі. Щит має бути обладнаний світловою індикацією стану щита та трифазним реле контролю фаз. Також повинна бути передбачена звукова сигналізація.	Огляд. Випробування.	II
4	Вакуумметр	Відсутність пилу, бруду, вапна та сторонніх засобів дезінфекції приміщення. Герметичне з'єднання.	Огляд. Очищення.	II
5	Кабель електроживлення	Наявність волого-теплостійкої ізоляції, гофри. Кабелі повинні бути сховані в стінах або в спеціальних кожухах електропроводки. Ізоляція має бути з опором не менше 0,5 Мом	Зовнішній контроль.	II
6	Вимоги правил охорони праці з облаштування робочого місця	Рівень шуму який видає установка не повинен перевищувати 80 дБА	Зробити виміри за допомогою шумоміра типу Venetech GM1352	III
7	Вимоги правил охорони праці з облаштування робочого місця	Освітленість на робочому місці вакуумної установки повинна бути не менше 60 лк	Зробити виміри люксометром типу UNI-T UT383	III

де I – щозмінна перевірка; II – щомісячна перевірка; III – сезонна перевірка (річна).

5.5 Порядок дій працівників у разі настання надзвичайної ситуації

1. У випадку появи напруги на зовнішніх поверхнях з металу, а це машини та обладнання, огорожа стійл та секцій, негайно припинити роботу, покинути зону дії струму та повідомити електрика або відповідальну особу.

2. У разі раптового відключення електроенергії необхідно повідомити електрика або відповідальну особу та вжити заходів направлених виключити раптове увімкнення електричного обладнання, вимкнути рубильники та відключити обладнання від мережі.

3. Самостійно усувати несправності електропроводки та електроустаткування заборонено. Повідомити електрика або відповідальну особу.

4. У випадку виявлення ознак пожежі або загоряння необхідно: одразу повідомити пожежну охорону за телефоном 101; організувати евакуацію людей, тварин, гасіння пожежі та збереження матеріального забезпечення.

5. Рідини що являються легкозаймистими, гасять вогнегасниками направляючи струмінь вогнегасника під основу полум'я, або закривають поверхню мокрим брезентом, піском та землею.

6. Кормовий пил вибухонебезпечний його необхідно рясно полити водою

7. Тверді горючі речовини такі як: вугілля, тирса, солома, сіно гасять водою, закидають землею або піском та покривають вологим брезентом.

8. Під час усування пожежі електрообладнання його необхідно знеструмити та гасити лише вуглекислотним вогнегасником або піском.

9. Водопровідні труби що замерзлі відігрівати відкритим вогнем заборонено. Відігрівати їх можна лише за допомогою гарячої води, піском або парою.

10. У випадку перегону бика з нестабільним станом треба заспокоїти його сильним натисканням на носове кільце. Після його вгамування тиск припинити.

11. Неспокійних биків необхідно переганяти зі стійла вдвох страхуючись палицею-водилом.

12. Під час поганих погодних умов таких як гроза, буревій тощо, необхідно перегнати худобу у літній табір, корівник або місце з найменшою вірогідністю ураження блискавкою.

13. У разі нещасного випадку який пов'язаний з отриманням травми внаслідок нападу тварини, ураження електричним струмом або падіння, необхідно надати першу допомогу стосовно характеру пошкоджень які отримав потерпілий. Допомогу потрібно надавати в такій послідовності:

- виключити вплив на людину і її організм факторів що загрожують здоров'ю (звільніть від електричного струму, погасить пожежу на одязі, знеструмте машини та обладнання;
- провести оцінку стану потерпілого, визначити тяжкість та характер отриманих травм;
- вжити заходів порятунку в порядку терміновості: відновити провідність дихальних шляхів, масаж серця, зробити штучне дихання, зупинити кровотечу, накладити пов'язку шину тощо;
- до прибуття медичних працівників підтримуйте основні життєві функції постраждалого;
- Викличте карету швидкої по телефону 103 або транспортуйте постраждалого до найближчого лікувального закладу;
- повідомте про ситуацію керівника або особу яка його заміняє.

14. У випадку перелому палиці-води́ла від скаженого бика, його необхідно заспокоїти струменем води, піною вогнегасника або накинути йому на голову підручні предмети. У разі продовження нападів сховайтесь у безпечній зоні.

15. У випадку випадкової зустрічі з биком, за відсутності засобів самозахисту сховайтесь в недоступному місці для бика та чекайте на допомогу.

16. При витягуванні тварини яка провалилася у вигрібну яму, будьте обережні та уважні в даному випадку тварина вкрай неспокійна, користуйтеся підмогою та спец технікою.

5.6 Висновки з розділу

На основі нормативної документації та згідно вимог правил безпеки та охорони праці, ми склали список небезпечних і шкідливих для здоров'я та життя факторів при експлуатації доїльного обладнання, техніку безпеки при монтажу, пуску та обкатці доїльної установки. З метою збереження здоров'я, правильного

виконання щоденних обов'язків та обслуговування для вакуумної установки була складена карта безпеки праці.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

6.1 Розрахунок технологічних показників виконання процесу машинного доїння

Для вирішення завдання оптимізації періодичності технічного обслуговування передбачається зміна не тільки параметрів, а й структури самої системи технічного обслуговування, в тому числі за фактичним технічним станом вакуумної системи, що може бути пов'язано з необхідністю його безперервного або періодичного контролю (діагностування).

За основу розрахунків технологічних, а в подальшому показників економіки, під час проведення технологічного процесу доїння за допомогою машинного обладнання прийнято, що методика яка розроблена для прогнозування залишкового ресурсу та поточного стану молочно-доїльного обладнання, застосовується для виконання сервісного технічного обслуговування установки для доїння корів типу молокопровід (УДМ) на молочно-товарному господарстві з кількістю поголів'я 100 дійних корів.

Вихідними даними для визначення функціональної залежності між продуктивністю та часткою хворих корів у стаді на мастит від часу експлуатації молочно-доїльного обладнання є результати досліджень взаємодії виконавчих механізмів на молочну залозу корови. Виходячи з емпіричних досліджень виявлено залежність продуктивності від часу експлуатації доїльного обладнання (рис. 6.1, а)

$$H = -0,0031t^2 + 0,287t + 4425,2, \quad (6.1)$$

де t – експлуатаційний час доїльної установки.

В основному показник який дає змогу виявити захворювання тварини на мастит являється підвищена кількість соматичних клітин в молоці. Молоко (збірне) приймають по ґатунку, головними показниками в даній перевірці є:

кислотність, ступінь чистоти, загальне бактеріальне обсіменіння, температура, масова частка сухої речовини та кількість присутніх у зразку соматичних клітин. За ДСТУ 3662-97 (Молоко коров'яче цільне. Вимоги до закупівлі) за фізичними, хімічними, санітарними, гігієнічними та мікробіологічними ознаками якості молоко ділять за трьома гатунками: вищий, перший та другий які вказані у вимогах, що описані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Фізико-хімічні показники молока за гатунками

Ознака якості, одиниці вимірювання	Гатункові норми		
	Вищий	Перший	Другий
Кислотність, °Т	16-17	<19	<20
Чистота за еталоном, група	I	I	II
Загальне бактеріальна обсімененість, тис./мл	<300	<500	<3000
Температура, °С	<8	<10	<10
Частка маси сухої речовини, %	>11,8	>11,5	>10,6
Кількість соматичних клітин SCC, тис./мл	<400	<600	<800

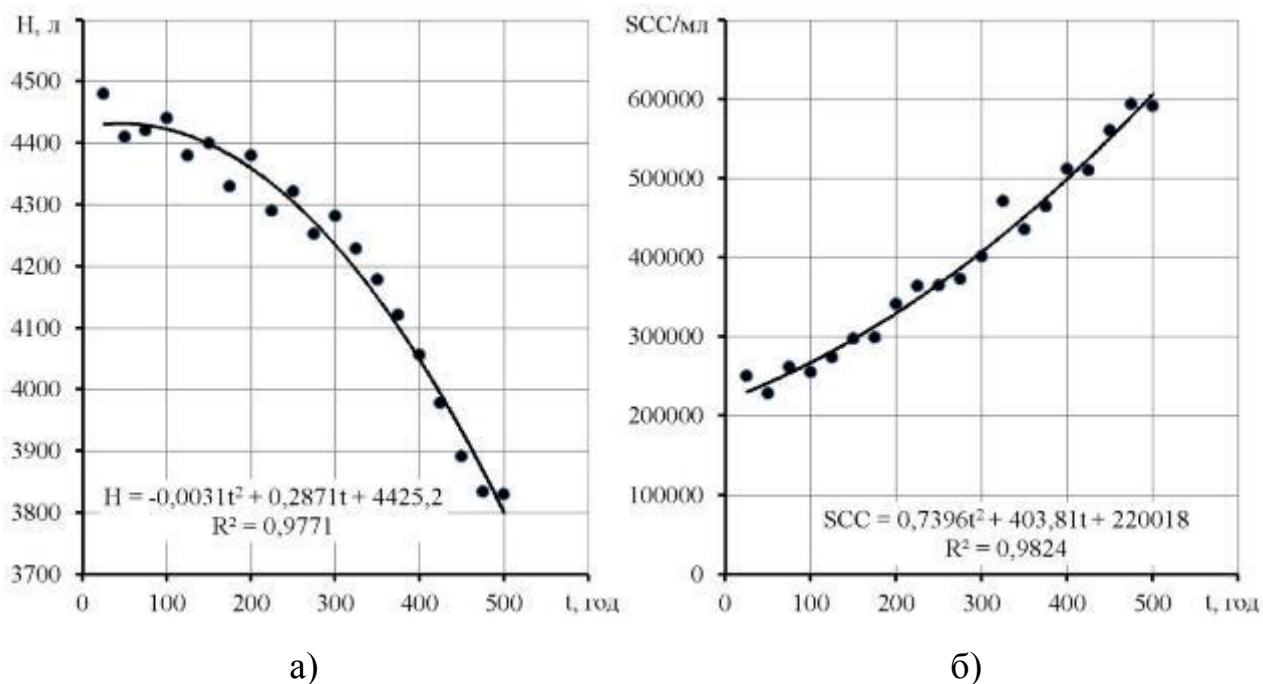


Рисунок 6.1 – Залежність продуктивності корови (а) та величини соматичних клітин в зібраному молоці (б) від часу експлуатації молочно-доїльного обладнання

На підставі експериментальних досліджень [Ошибка! Закладка не определена., Ошибка! Закладка не определена., 44, 45] виявлено що вміст соматичних клітин в збірному молоці залежить від періоду (часу) експлуатації доїльної установки (рисунок Ошибка! Источник ссылки не найден., б)

$$SCC = 0,7396t^2 + 403,81t + 220018 \quad (6.2)$$

Згідно таблиці 6.1 та рисунку 6.1, б видно, під час експлуатації доїльного обладнання до 175 год. молоко проходить перевірку на вищий ґатунок, від 175 до 375 год. – до першого, а від 375 до 500 год. – до другого.

Загальний об'єм молока на протязі року, який добувається на молочній фермі розраховується за формулою

$$P_p = N \cdot H(t), \quad (6.3)$$

де N – поголів'я;

$H(t)$ – надій однієї корови на протязі року, кількість якого залежить від часу експлуатації молочно-доїльного обладнання, л.

Щоб розрахувати річну тривалість роботи вакуумної установки та системи доїльного обладнання використаємо наступну залежність

$$t_d = \frac{H \cdot N}{60 \cdot V(t) \cdot N_{дА}}, \quad (6.4)$$

де $V(t)$ – швидкість віддачі молока коровою, має залежність від періоду (часу) експлуатації доїльного обладнання Ошибка! Источник ссылки не найден., л/хв;

$N_{дА}$ – кількість апаратів доїння.

Тривалість проведення ремонту та технічного обслуговування обладнання розраховується за формулою

$$t_r = \frac{t_d \cdot t_0}{t}, \quad (6.5)$$

де t_0 – період технічного обслуговування та ремонту, год.

Затрати електроенергії на використання доїльної установки визначають за формулою

$$E = W \cdot t_d, \quad (6.6)$$

де W – потужність доїльної установки, кВт.

6.2 Обґрунтування техніко-економічних показників для методики прогнозування залишкового ресурсу доїльної установки

Проведення розрахунків було виконано згідно методу економічної оцінки техніки під час етапу випробування, яка є стандартом для галузі України ДСТУ 4397:-2005 [62]. Економічний ефект на протязі року E_p завдяки впровадженню спроектованої методики прогнозування залишкового ресурсу вакуумної установки та системи доїльної установки та комплекту технічних засобів для діагностики знаходять за даною формулою

$$E_p = \Pi_b - \Pi_n + E_{я}, \quad (6.6)$$

де Π_b , Π_n – загальні витрати на експлуатацію без застосування розробленої методики та комплекту технічних засобів (тестеру) і у випадку його використання;

$E_{я}$ – економічний ефект який був виявлений на протязі року, отриманий завдяки зміні кількості і якості молока яке отримали на фермі, грн.

Економічний ефект на протязі року, отриманий завдяки зміні кількості і якості отриманого молока

$$E_{я} = C_{ян} - C_{яб}, \quad (6.6)$$

де $C_{яб}$, $C_{ян}$ – загальна вартість молока, яка отримана у разі використання методики прогнозування із комплектом технічних засобів для діагностики, та у разі коли дані методи та засоби не використовуються

Розрахунок загальної вартості молока проводять за наступною формулою

$$C_{я} = \Pi_p \cdot \Pi_b \cdot k(t), \quad (6.7)$$

де Π_p – надій молока ферми на протязі року, л;

Π_b – ціна за літр молока, грн./л;

$k(t)$ – коефіцієнт за яким підвищується вартість молока, яка має залежність

від напрацювання доїльної установки

$$k = \begin{cases} 1,25, & t < 175, \\ 1,10, & 175 < t < 375, \\ 1,00, & t > 375. \end{cases} \quad (6.8)$$

Розрахунок загальних експлуатаційних витрат проводять за формулою

$$\Pi_E = Z_D + Z_T + \Gamma + P + A + B, \quad (6.9)$$

де Z_D – затрати на заробітну платню доярки, грн.

$$Z_D = L_D \cdot t_D \cdot r_D \cdot k_H \cdot n; \quad (6.10)$$

L_D – кількість доярок які працюють на доїльній установці;

r_D – ставка доярки, грн./люд. год;

k_H – коефіцієнт який впливає на доплату;

n – коефіцієнт грошового нарахування;

Z_T – затрати на заробітну платню, грн.

$$Z_T = L_T \cdot t_T \cdot r_T \cdot k_H \cdot n; \quad (6.11)$$

L_T – кількість слюсарів;

r_T – ставка слюсаря грн./люд. год;

Γ –затрати на використання електроенергії, грн.

$$\Gamma = C_E \cdot E; \quad (6.12)$$

C_E – ціна за 1 кВт·год електрики, грн.;

P – затрати на виконання робіт з технічного обслуговування, грн.

$$P = B \cdot (r_{TO} + r_K) \cdot t_D / t; \quad (6.13)$$

B – вартість складових елементів доїльної установки, грн.;

r_{TO} – коефіцієнт який враховує затрати на проведення поточних ремонтів та ТО;

r_K – коефіцієнт який враховує затрати на капітальний ремонт;

A – затрати на амортизацію витрат, грн.

$$A = B/T; \quad (6.14)$$

T – строк служби молочно-доїльного обладнання, рік.;

B –затрати на використання комплекту устаткування, грн.

З отриманими залежностями та наданими вище формулами, виконаємо гістограму яка описує залежність показника питомого економічного ефекту (на 1 л здобутого молока) застосування зробленої методики для прогнозування залишкового ресурсу вакуумної установки та системи, доїльної установки і комплекту технічних засобів для діагностики та технічного огляду від періодичності проведення робіт з технічного обслуговування (табл. 6.2).

З табл 6.2 видно [32], що при коли періодичність проведення робіт з діагностики та технічного обслуговування дорівнюють 100 год. затрати на експлуатацію переважають з додаткового економічного ефекту, який отримали завдяки зміні об'єму та якості здобутого молока.

За даними розрахунків видно, що методика яка запропонована для прогнозування залишкового ресурсу вакуумної установки та системи, має значні затрати на експлуатацію, однаке підвищує коштовність здобутого молока на 25 % завдяки попередженню зниження якості та страхує від втрати продуктивності тварин на 16 %, одночасно підвищується строк служби доїльного обладнання від 5 до 7 років.

Розрахункові результати очікуваного питомого економічного ефекту застосування розробленої методики прогнозування ресурсу доїльної установки та устаткування для діагностики її здійснення в залежності від періодичності технічного обслуговування встановлено, що вищий питомий економічний ефект виявляється при проведенні технічного обслуговування з періодичністю 175 год. і становить 0,73 грн. на 1 л здобутого молока.

Таблиця 6.2 – Результати техніко-економічного розрахунку

Найменування показника	Формула для розрахунку	Значення										
		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	250
Періодичність ТО, год	$T_{ТО}$	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	250
Річний надій, л	H	4430	4432	4429	4423	4413	4399	4381	4359	4333	4303	4303
Загальний об'єм молока, кг	$Q=N \cdot H$	443044	443180	442929	442291	441265	439851	438050	435862	433286	430322	430322
Коефіцієнт гаунку молока	K	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,1	1,1	1,1	1,1
Прибуток від реалізації молока, грн.	$E_{я}=Q \cdot C_{я} \cdot k$	2193067	2193743	2192501	2189340	2184261	2177264	2168349	2013682	2001781	1988089	1988089
Швидкість молоковіддачі, кг/хв	V	1,52	1,451	1,4265	1,402	1,3775	1,353	1,3285	1,304	1,2795	1,255	1,255
Час одного доїння, год	$t_0=Q/(60 \cdot D \cdot m \cdot V \cdot N_{ДЛ})$	1,33	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56	1,56
Тривалість роботи доїльної установки, год	$t_{Д}=t_0 \cdot D \cdot m$	810	848	863	876	890	903	916	928	941	952	952
Витрати на оплату праці дояра, грн.	$Z_{Д}=L_{Д} \cdot t_{Д} \cdot k_{Д} \cdot n$	22441	23515	23906	24288	24663	25029	25387	25734	26072	26399	26399
Тривалість технічного обслуговування, год	$t_{Т}=N_{ТО} \cdot 3$	97	51	35	26	21	18	16	14	13	11	11
Витрати на оплату праці техника, грн.	$Z_{Т}=L_{Т} \cdot t_{Т} \cdot k_{Т} \cdot n$	1346	705	478	364	296	250	218	193	174	158	158
Витрати електроенергії, кВт·год	$E=W \cdot t_{Д}$	1857	1946	1979	2011	2042	2072	2102	2131	2159	2186	2186
Витрати на електроенергію, грн.	$\Gamma=C_{Е} \cdot E$	2229	2336	2375	2413	2450	2486	2522	2557	2590	2623	2623
Балансована вартість доїльної установки, грн.	B	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540
Кількість ТО за 1 рік	$N_{ТО}=t_{Д}/T_{ТО}$	32,39	16,97	11,50	8,76	7,12	6,02	5,23	4,64	4,18	3,81	3,81
Витрати на ТО, грн.	$P=B \cdot (t_{ТО}+t_{Т}) \cdot N_{ТО}$	1831831	959766	650465	495658	402643	340517	296038	262581	236469	215493	215493
Термін служби доїльної установки, рік	T	6,89	6,79	6,68	6,58	6,47	6,37	6,26	6,16	6,05	5,95	5,95
Витрати на амортизацію, грн.	$A=B/T$	27345	27769	28207	28658	29124	29605	30103	30617	31149	31701	31701
Витрати на вартість комплексу приладового устаткування, грн.	B	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Сукупні експлуатаційні витрати, грн.	$\Pi=Z_{Д}+Z_{Т}+\Gamma+P+A+B$	1892193	1021092	712430	558382	466176	404889	361266	328682	303455	283374	283374
Річний економічний ефект, грн.	$E_{р}=\Pi_{Б}-\Pi_{Т}+E_{яТ}-E_{яБ}$	-1180017	-308240	-820	150068	237195	291485	326192	204109	217435	223825	223825
Питомий річний економічний ефект, грн./л	$E_{р}/Q$	-2,66	-0,70	0,00	0,34	0,54	0,66	0,74	0,47	0,50	0,52	0,52

Таблиця 6.3 – Результати техніко-економічного розрахунку (продовження таблиці)

Найменування показника	Формула для розрахунку	Значення									
		275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
Періодичність ТО, год	$T_{ТО}$	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
Річний надій, л	H	4270	4232	4191	4146	4097	4044	3987	3927	3862	3794
Загальний об'єм молока, кг	$Q=N \cdot H$	426971	423233	419107	414593	409692	404404	398728	392664	386213	379375
Коефіцієнт гаунку молока	K	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1	1
Прибуток від реалізації молока, грн.	$E_{Я}=Q \cdot Ц_{Б} \cdot k$	1972608	1955336	1936274	1915421	1892779	1779377	1754403	1727723	1699339	1669250
Швидкість молоковіддачі, кг/хв.	V	1,2305	1,206	1,1815	1,157	1,1325	1,108	1,0835	1,059	1,0345	1,01
Час одного доїння, год	$t_{0}=Q/(60 \cdot D \cdot m \cdot V \cdot N_{ДА})$	1,58	1,60	1,62	1,63	1,65	1,66	1,68	1,69	1,70	1,71
Тривалість роботи доїльної установки, год	$t_{Д}=t_{0} \cdot D \cdot m$	964	975	985	995	1005	1014	1022	1030	1037	1043
Витрати на оплату праці дояра, грн.	$З_{Д}=Л_{Д} \cdot t_{Д} \cdot r_{Д} \cdot k_{Д} \cdot n$	26715	27019	27311	27589	27852	28101	28333	28547	28743	28919
Тривалість технічного обслуговування, год	$t_{Т}=N_{ТО} \cdot 3$	11	10	9	9	8	8	7	7	7	6
Витрати на оплату праці техника, грн.	$З_{Т}=Л_{Т} \cdot t_{Т} \cdot r_{Т} \cdot k_{Т} \cdot n$	146	135	126	118	111	105	100	95	91	87
Робочий тиск вакуумної системи, Па	P	50610	50611	50612	50613	50614	50615	50616	50617	50618	50619
Витрати електроенергії, кВт·год	$E=W \cdot t_{Д}$	2212	2237	2262	2285	2307	2327	2347	2364	2381	2395
Витрати на електроенергію, грн.	$\Gamma=Ц_{Е} \cdot E$	2654	2685	2714	2742	2768	2793	2816	2837	2857	2875
Балансована вартість доїльної установки, грн.	B	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540	188540
Кількість ТО за 1 рік	$N_{ТО}=t_{Д}/T_{ТО}$	3,50	3,25	3,03	2,84	2,68	2,53	2,41	2,29	2,18	2,09
Витрати на ТО, грн.	$P=B \cdot (r_{ТО}+r_{К}) \cdot N_{ТО}$	198247	183795	171487	160858	151569	143363	136045	129460	123488	118032
Термін служби доїльної установки, рік	T	5,84	5,74	5,63	5,53	5,42	5,32	5,21	5,11	5,00	4,90
Витрати на амортизацію, грн.	$A=B/T$	32272	32864	33478	34116	34778	35467	36183	36929	37706	38517
Витрати на вартість комплексу приладового устаткування, грн.	B	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	0
Сукупні експлуатаційні витрати, грн.	$\Pi=З_{Д}+З_{Т}+\Gamma+P+A+B$	267034	253498	242115	232422	224079	216829	210476	204869	199885	188429
Річний економічний ефект, грн.	$E_{Р}=\Pi_{Б}-\Pi_{Г}+E_{ЯГ}-E_{ЯБ}$	224683	220947	213268	202108	187809	81658	63036	41964	18563	-71
Питомий річний економічний ефект, грн/л	$E_{Р}/Q$	0,53	0,52	0,51	0,49	0,46	0,20	0,16	0,11	0,05	0

6.3 Висновки з розділу

1. Результатами розрахунку економічної ефективності застосування методики для прогнозування залишкового ресурсу вакуумної установки та системи виявили, що установка потребує великих експлуатаційних затрат, однак підвищує вартість здобутого молока на 25 % за рахунок запобігання погіршення його якості і попереджує зменшення продуктивності тварин до 16 %, одночасно за цих умов підвищується строк служби доїльного обладнання від 5 до 7 років.

2. Економічний ефект на протязі року завдяки впровадженню спроектованої методики за оптимальної періодичності проведення ремонту та технічного обслуговування 175 год. складає 0,73 грн. на 1 л здобутого молока.

ВИСНОВКИ

1. Технічний стан молочно-доїльного обладнання на території України є не задовільним за рядом причин: незадовільна підготовка кадрів; економія господарства на запасних частинах та миючих засобах; відмова від сервісного обслуговування; відсутність технічних засобів для діагностики доїльного обладнання. Наслідки які виникають в результаті відмови елементів доїльного обладнання призводять не лише до втрати коштів, а й до втрати здоров'я та продуктивності тварин. Усування несправностей та їх наслідків займають великі затрати праці.

2. Тестер доїльних установок v. 2.0 створений з урахуванням нової технічної бази електроніки. В якості контролеру використано плату Arduino Mega, побудованої на мікроконтролері ATmega 2560 і відповідний LCD дисплей. Тестер призначений для визначення технічних показників доїльного обладнання, він має змогу вимірювати рівень вакууму, частоту тактів пульсатора, співвідношення фаз пульсації з виведенням графіків фаз та температуру.

3. Розроблена методика випробувань доїльної установки дозволяє перевірити її технічний стан згідно з вимогами стандарту ISO 6690:2007, метою якої є визначення місць появи можливих помилок монтажу доїльних установок і несправностей окремих її елементів.

4. У ході проведення технічного обстеження молочно-доїльного обладнання було виявлено що основні несправності вакуумної системи пов'язані з виходом з ладу вакуумметрів, виходу з ладу підшипників валу вакуумного насоса (внаслідок масляного голодування), пошкодження карбонових лопаток вакуумного насоса (внаслідок використання масла яке не відповідає рекомендаціям виробника), виходом з ладу зворотного клапана вакуумного насоса (що несе за собою пошкодження лопаток насоса) та забрудненістю фільтрів та установки.

5. Основні несправності молочної системи пов'язані з виходом з ладу молочних насосів (внаслідок неправильного обслуговування), забруднення поверхонь труб, дозаторів, молокоприймача, засмічення дозаторів (що призводить до некоректної їх роботи, зависання, поганої відкачки), порушенням уклону молочних ліній (молоко збирається в ямах контр-уклону та перекриває вакуум до апарата), ушкодженням різного характеру пластикових та гумових частин.

6. Основні несправності системи промивання пов'язані з виходом з ладу електронної частини автоматів промивання. Загально розповсюджені проблеми з промиванням за рахунок не правильного монтажу та регулювань. Подача води на деяких фермах не відповідає вимогам. Ферми потребують насосні станції які дають змогу пришвидшити процес набору води. Виявлені нехтування правилами застосування та концентрації миючих засобів.

7. За результатами досліджень експлуатації вакуумної системи доїльної установки типу УДМ у виробничих умовах з позиції надійності встановлені основні показники надійності її вузлів: ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$, щільність відмов $f(t)$ та напрацювання на відмову T_0 . У вакуумного насоса в межах 700-1000 годин виникає найбільша кількість відмов, у той час як у пульсатора – 120-160 годин, дійкової гуми – 90-120 годин.

8. Розроблено систему планово-попереджувальних робіт з технічного обслуговування та ремонту молочно-доїльного обладнання, що включає етапи щозмінне технічне обслуговування; щомісячне технічне обслуговування, перше та друге; технічний огляд та обслуговування на час зберігання обладнання; діагностика та технічний огляд; ремонт. Розроблено проект пункту технічного обслуговування молочно-доїльного обладнання і визначено матеріально-технічну базу по технічному обслуговуванню доїльних установок.

9. На основі нормативної документації та згідно вимог правил безпеки та охорони праці, ми склали список небезпечних і шкідливих для здоров'я та життя факторів при експлуатації доїльного обладнання, техніку безпеки при монтажу, пуску та обкатці доїльної установки. З метою збереження здоров'я, правильного

виконання щоденних обов'язків та обслуговування для вакуумної установки була складена карта безпеки праці.

10. Результатами розрахунку економічної ефективності застосування методики для прогнозування залишкового ресурсу вакуумної установки та системи виявили, що установка потребує великих експлуатаційних затрат, однак підвищує вартість здобутого молока на 25 % за рахунок запобігання погіршення його якості і попереджує зменшення продуктивності тварин до 16 %, одночасно за цих умов підвищується строк служби доїльного обладнання від 5 до 7 років. Економічний ефект на протязі року завдяки впровадженню спроектованої методики за оптимальної періодичності проведення ремонту та технічного обслуговування 175 год. складає 0,73 грн. на 1 л здобутого молока.

Список використаних джерел

1. Національний проект «Відроджене скотарство» / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки]. – К.: ДІА, 2011. – 44 с.
2. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 42 p.
3. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
4. ISO 6690. Milking machine installations – Mechanical tests. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 46 p.
5. Кудлай І. М. Перспективи розвитку доїльного обладнання в Україні / І. М. Кудлай, В. І. Смоляр // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2009. – Вип. 2 – № 9.
6. Брагінець А. М. Перспективи реконструкції і автоматизації молочних ферм / А. М. Брагінець // Зб. наук. праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 11.Т.1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – С. 112-119.
7. Машины для тваринництва та птахівництва. Серія Сільськогосподарська техніка – XXI: посібник / За ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельніка. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009. – 207 с.
8. Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока: монографія: Монографія / М. М. Луценко, В. В. Іванишин, В. І. Смоляр – К. : Видавничий центр «Академія», 2006. – 192 с. – ISBN 966-580-209-7.
9. Смоляр В. І. Перспективні технологічні рішення для молочного скотарства / В. І. Смоляр // Молочное Дело. – 2006. – № 10. – С. 35-37.
10. Смоляр В. І. Моніторинг новітніх технологій виробництва молока на «Euro Tier 2006» / В. І. Смоляр, Т. А. Коломієць // Молочное Дело. – 2007. – № 3. – С. 10-13.

11. Смоляр В. І. Презентація техніки для скотарства на виставці «Euro Tier 2008» / В. І. Смоляр, М. М. Луценко // Мясное Дело. – 2009. – № 1. – С. 34-36; № 2. – С. 19-21.
12. Бригас А. В. Молокопроводная система доильной установки с замкнутым воздушным контуром / А. В. Бригас, А. І. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства – Вип. 84. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2010. – С. 63-66.
13. Безуглий М. Д. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України / Ю. І. Безуглий, М. В. Присяжнюк – К. : Аграр. наука, 2012 – 48 с.
14. Основні показники виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції у Запорізькій області [Електронний ресурс] / Відділ статистики у Запорізькій області. – Режим доступу: <http://www.zp.ukrstat.gov.ua/content/blogcategory/5/508/>.
15. Алиев Э. Б. Новый подход к техническому сервису доильных установок / Э. Б. Алиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2011. – № 45. – С. 271-277.
16. Борознин В. А. Техническое состояние доильного оборудования и организация сервисного обслуживания на молочных фермах / В. А. Борознин, В. П. Плотников // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных, первичной обработке и переработке молока: Труды. – Казань. – М., 2003. – С.71-75 с.
17. Гольденфанг А. В. Результаты производственных испытаний некоторых типов доильного оборудования / А. В. Гольденфанг, М. И. Петрова, Л. В. Колодин // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных, первичной обработке и переработке молока: Труды. – Казань. – М., 2003. – С.59-63 с.

18. Кирсанов Владимир Вячеславович. Структурно-технологическое обоснование эффективного построения функционирования доильного оборудования: дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Кирсанов Владимир Вячеславович. – М., 2001. – 470 с.

19. Цой Ю. А. Современные технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока / Ю. А. Цой, А. И. Зеленцов // X Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных, первичной обработке и переработке молока : Труды. – Москва, 2002. – С.59-65.

20. Луценко М. Концепція розвитку та шляхи відновлення молочного тваринництва в Україні / М. Луценко, І. Кудлай // Зб. наук. праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – Вип 13 (27). Книга 2. – Дослідницьке, : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – С. 315-319.

21. Москаленко С. Методика комплексної оцінки ефективної експлуатації доїльних установок / С. Москаленко, С. Ліщинский// Техніка і технологія АПК. – № 8 (11). – УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. – С. 29-31.

22. Барановский М. Улучшение качества молока при машинном доении коров / М. Барановский, А. Курак, Т. Агейчик // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 3. – С. 28-32.

23. Кухтин М. Д. Критерії ефективності одержання якісного та безпечного молока / М. Д. Кухтин // Тваринництво України. – 2007. – №7. – С. 7-8.

24. Дегтерев Г. П. Качество молока в зависимости от санитарного состояния доильного оборудования / Г.П. Дегтерев // Молочная промышленность. - 2000. –№5. – С. 23-26.

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

26. Фененко Анатолій Іванович. Техніко-технологічні аспекти удосконалення молоковакуумних систем доїльних установок: дис. доктора техн.

наук: 05.20.01 / Фененко Анатолій Іванович. – Глеваха: ІМЕСГ УААН, 1997. – 358 с.

27. Фененко, А. І. Техніко-технологічні параметри біотехнічної ланки «машина-тварина» процесу виробництва молока / А. І. Фененко // Молочное дело. – 2008. – № 3. – С. 50 – 51.

28. Китиков В. О. Методические подходы к совершенствованию оборудования для промышленного доения коров / В. О. Китиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. – Вип. 43. Том 2. – Минск: РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства", 2009. – С. 50-56.

29. Карташов Л. П. Инженерные методы обеспечения качества молока / Л. П. Карташов, А. В. Колпаков, Г. П. Василевский, Ю. А. Ушаков, А. С. Королев, А. А. Панин // Механізація та електрифікація сільського господарства – Вип. 84. – Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2010. – С. 26 - 29.

30. Дмитрів В. Т. Комплекс для діагностики і дослідження доїльного обладнання / В. Т. Дмитрів, А. І. Фененко // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження – № 8. – Львів: Львів. держ. аграр. ун-ту, 2004. – С. 388-396.

31. Фененко А. И. Режимная характеристика биотехнического звена “машина–животное” процесса выведения молока из вымени коров / А. І. Фененко, Л. П. Карташов // Механізація та електрифікація сільського господарства – Вип. 94. – Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2010. – С. 63-248.

32. Фененко А. И. Режимные характеристики доильных аппаратов для установок нового поколения./ Научное обеспечение реализации направления «Ускоренное развитие животноводства»./Сборник научных трудов том 16, часть 2. – Подольск, 2006. – С. 182-186.

33. Болтянська Н. І. Оптимізація параметрів стимулюючих дій при викон-нанні підготовчих операцій доїння / Н. І. Болтянська // Зб. наук. праць

Таврійського державного агро-технологічного університету. – Вип. 11.Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 46-50.

34. Побединский В. Методы и прибор для оценки работоспособности доильных аппаратов / В. Побединский, А. Гончар, А. Иойшер // *Stiinta Agricola*. – Вип. 2. – Кишинев: Государственный аграрный университет Молдовы, 2008. – С. 55-60.

35. Кіряцев Л. О. Удосконалення процесу машинного доїння // Л. О. Кіряцев // *Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві: зб. наук. пр. ІМТ НААН – Запоріжжя*, 2009. – Вип. 1(3,4). – С.199-208.

36. *Quality management Systems - Guidelines for performance improvements: ISO 9004:2000*. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 36 с.

37. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності : ДСТУ ISO 9004:2001. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 24 с.

38. Дмитрів В. Т. Моделювання завантаженості оператора машинного доїння / В. Т. Дмитрів // *Зб. наук. праць Таврійського державного агротехнологічного університету*. – Вип. 11. Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 55-60.

39. Бобылев Ю. В. Система автоматической стабилизации вакуумного режима / Ю. В. Бобылев // *Наука и молодежь: Новые идеи и решения*. – Волгоград, ИПК «Нива», 2008. – С. 394-397.

40. Борознин В. А. Анализ технического и функционального состояния доильных установок / В. А. Борознин, Ю. В. Бобылев // *Проблемы и тенденции устойчивого развития аграрной сферы: Сб. науч. тр.* — Волгоград, 2008. – С. 328-330.

41. Борознин В. А. Задачи сервисной службы в животноводстве / В. А. Борознин, Б. Н. Орлов, А. Г. Прокофьева, А. В. Борознин // *Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: Сб. науч. тр. Т.П.* – Ставрополь, 2003. – С. 565-569.

42. Иванов Ю. Автоматизированный пост доения / Ю. Иванов // Сельский механизатор. – 2005. – № 2. – С. 34.
43. Карташов Л. П. Использование факторного анализа при разработке доильной техники / Л. П. Карташов, П. И. Огородников, З. В. Макаровская, В. И. Чепасов // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 2. – С. 19-11.
44. Казанский Д. Модернизация доильного оборудования / Д. Казанский, В. Скоркин, Н. Антроповский // Сельский механизатор. – 2004. – № 8. – С. 32-33.
45. Кирсанов В. В. Оптимальный режим регулирования вакуума в доильном аппарате / В. В. Кирсанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 8. – С. 12-15.
46. Краснов И. Н. Новые принципы доения коров / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, В. Н. Скворцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 40-42.
47. Крашаков, И. С. Оценка доильных установок по затратам / И. С. Крашаков // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 1. – С. 27-29.
48. Назарова Е. Передвижная доильная установка / Е. Назарова // Сельский механизатор. – 2005. – № 2. – С. 32.
49. Соловьев С. А. Методы оценки технических средств для машинного доения по биологическим тестам / С. А. Соловьев, О. Л. Чернова, С. П. Суздаев // Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 1. – С. 35-36.
50. Mein G. A. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis / G. A. Mein, D. M. D. Williams, D. J. Reinemann // 2nd Annual Meeting of the National Mastitis Council, FortWorth Texas, USA. – 2003. – P. 26-29.
51. Pobedinschi V. Perfection of methods and testing means of milking systems / V. Pobedinschi, E. Badinter, A. Ioiser // Proceedings of the International Conference held in Nitra, Slovak Republic. – 2005. – № 10. – С. 185-192.

52. Rasmussen M.D. Effects of Milkline Vacuum, Pulsator Airline Vacuum, and Cluster Weight on Milk Yield, Teat Condition, and Udder Health / M.D. Rasmussen, N.P. Madsen // Journal of Dairy Science. – 2000. – № 83. – С. 77-84.

53. Шевченко І. А. Підвищення якості виконання технологічного процесу машинного доїння / І.А. Шевченко, Е. Б. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2012. – Вип. 1(9). – С. 3-9. – ISSN 2075-1591.

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

55. Алієв Е. Б. Теоретична оцінка показників надійності вакуумної системи доїльні установки / Е. Б. Алієв, Т. А. Похальчук // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки: Луганський національний аграрний університет – Луганск, 2011. – Вип. 29. – С. 57-66.

56. Алієв Е. Б. Теоретична оцінка показників надійності двотактного пульсатора доїльного апарату / Е. Б. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 1(7). – С. 106-113. – ISSN 2075-1591.

57. Карташов Л. П. Контроль при машинном доении / Л. П. Карташов. – М. : Россельхозиздат, 1977. – 48 с.

58. Алієв Е. Дослідження спрацьованості дійної гуми доїльного апарату з урахуванням теорії старіння на основі плоскої задачі // Е. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві: зб. наук. пр. ІМТ НААН – Запоріжжя, 2010. – Вип. 1(5,6). – С.233-242. – ISSN 2075-1591.

59. Алієв Е. Б. Конструкційно-технологічна схема комплексу устаткування контролю вакуумметричних параметрів доїльного

обладнання / Е. Б. Алієв, О. С. Тісліченко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Кіровоградський національний технічний університет – Кіровоград, 2011. – Вип. 41. – С. 429-432.

60. Пат. 67798 Україна, МПК (2012) А 01J7/00. Пристрій для контролю технічних параметрів доїльних установок / Е.Б. Алієв, О.С. Тісліченко; заявник і патентовласник Ін-т мех. тв-ва НААН. – № у 2011 08417; заявл. 04.07.2011; опублік. 12.03.2012, Бюл. №5, 2012 р.

61. Румшицкий Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента: справочное руководство / Л. З. Румшицкий; ред. И. М. Овчинников. – М. : Наука, 1971. – 192 с.

62. Алієв Е.Б. Дослідження метрологічних характеристик комплекту устаткування контролю вакуумметричних параметрів молочно-доїльного обладнання / Е.Б. Алієв // Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково-практична конференція. – Львів: «Львівська аграрна фундація» 2012. – С. 13-15.

63. Алієв Е. Б. Оптимізація техніко-технологічних параметрів вакуумної системи доїльної установки / Е. Б. Алієв // Зб. наук. праць Таврійського державного агро-технологічного університету. – Вип. 12.Т.1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 138-147.

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

65. Алієв Е. Б. Техніко-економічне обґрунтування застосування методики прогнозування ресурсу молочно-доїльного обладнання / Е. Б. Алієв // Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Вінниця, 2012. – Вип. 10, т. 2. – С. 36-39.

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ПІДГОТУВАННЯ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДН

Виконав: студент групи МГЛ
Буйницький Олег Ігор

Керівник: д-р техн
старш. дослідник
Алієв Ельчин Бахтия

Мета і задачі досліджень

гою роботи є підвищення ефективності та якості тестування молочно-дойльного обладнання за допомогою технічних засобів.

ект дослідження – процес технічного обслуговування молочно-дойного обладнання.

едмет дослідження – закономірності функціонування тестера і динаміки спрацьовування основних вузлів молочно-дойного обладнання.

досягнення поставленої мети необхідно рішення наступних задач: провести аналіз існуючих у світі технічних засобів діагностики молочно-дойного обладнання;

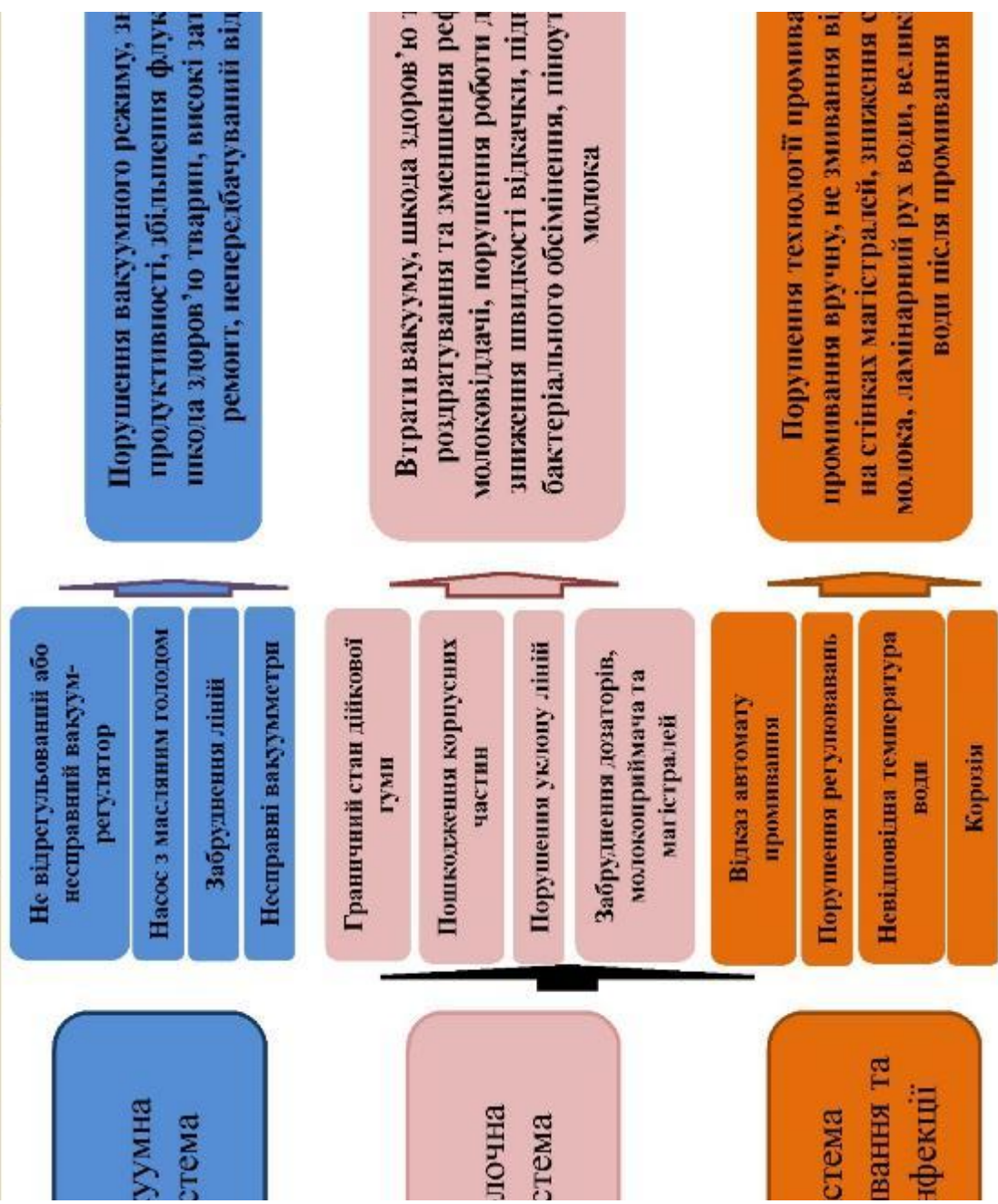
провести аналіз проаналізованих приладів покращеної конструкції молочно-дойного обладнання;

провести калібрування експериментального зразка пристрою для визначення технічного стану молочно-дойного обладнання;

розробити систему планово-попереджувального технічного обслуговування молочно-дойного обладнання приладів для діагностики молочно-дойного обладнання;

провести експериментальний зразок до виробничих випробувань на

Наслідки використання технічно несправного обладнання



Наслідки використання технічно несправного обладнання



а)



б)



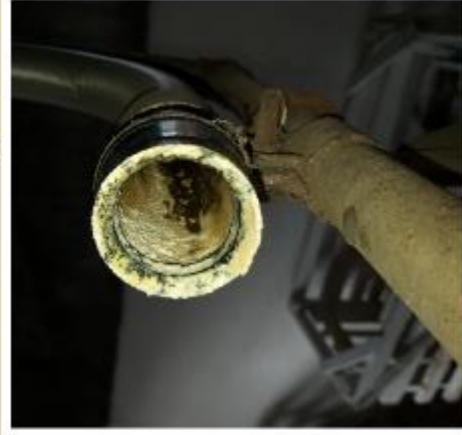
Засмічена фільтр-ресивера вакуумного насоса, яка є причиною пер...

авності системи промивання доїльних установок:

Наслідки використання технічно несправного обладнання



Зміщення
отвору
молочного
крана за
рахунок
зміщення
труб



Внутрішні стінки молочних ліній



Втрати вакууму від пошкодження:

Стан води

з сучасних технічних засобів для діагностики доїльного обла.



**Діапазон
вимірювання тиску
– 20-100 кПа**

**Похибка
вимірювань тиску
- $\pm 0,6$ кПа**

**Комплексна
діагностика
доїльної установки**

**Діа
вимі
темпера
до**

**Діа
вимі
частот
в
електро
500 до**

Test MT 52



**Визначення
продуктивності
вакуумного насосу
через показник
витрати повітря**

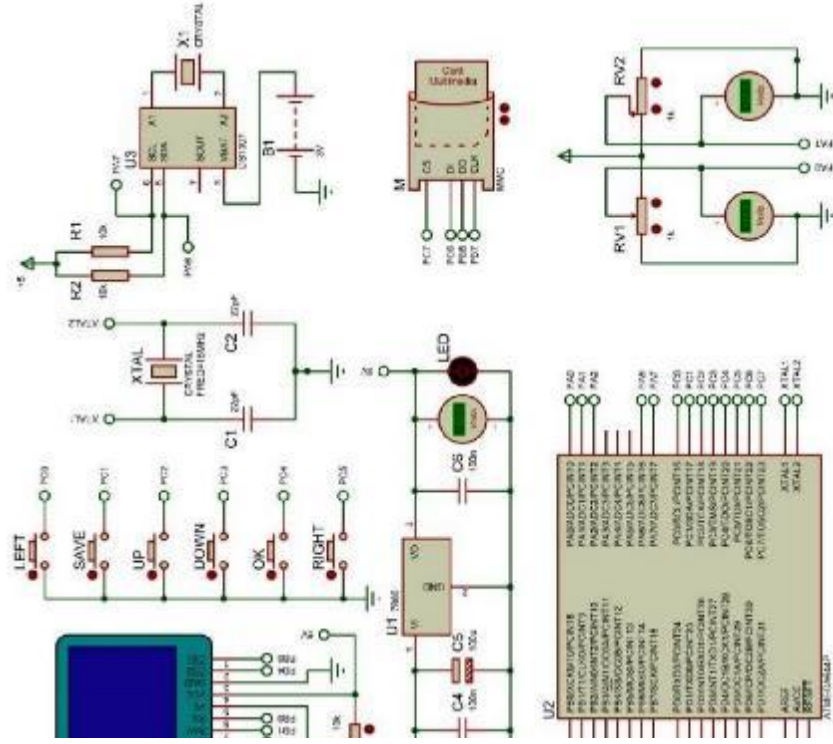
Саме прилад даного типу дає можливість визначити стан вакуумного насоса подальшим пануванням ремонту. Зменшення показнику витрати напряду свідчить про стан карбидоплаток вакуумного насоса.

Склад і функції тестера доїльних установок

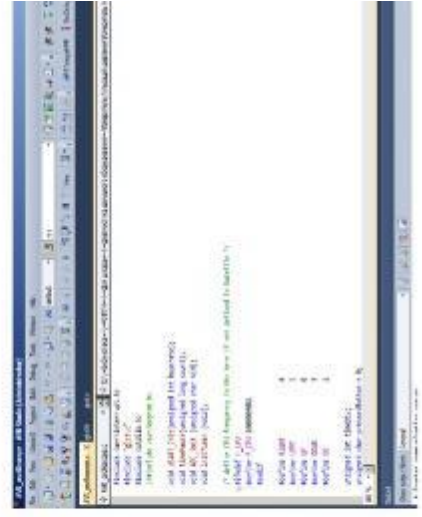
Доїльних установок v. 2.0 складається з автоматизованої системи керування, що приєднує додаткові зовнішні датчики (датчики витрат повітря, температура, вологість, тиск, температура молока) і елементів механізму доїння (на базі MPX 5100DP) і елементів механізму доїння виконана на базі апаратної платформи Arduino Uno з використанням графічного дисплея 3.2" 320x480 TFT LCD.



Склад і функції тестера доїльних установок

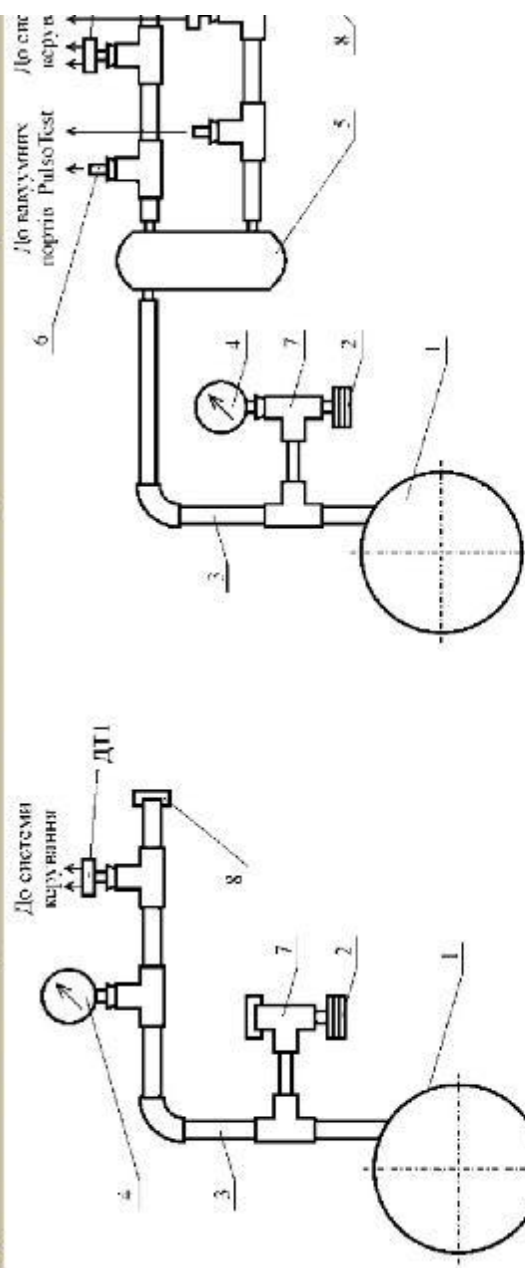


Процес розробки програми забезпечення



Щипова електрична схема Тестера
 ьних установок v. 2.0, розроблена з
 истанням програмного забезпечення

Вибірвання експериментального тестера доїльних установок



Підключення датчиків до вакуумної системи для вимірювання робочого вакууму і параметрів пульсацій (б)



Лабораторний вакуумної системи доїльного обла

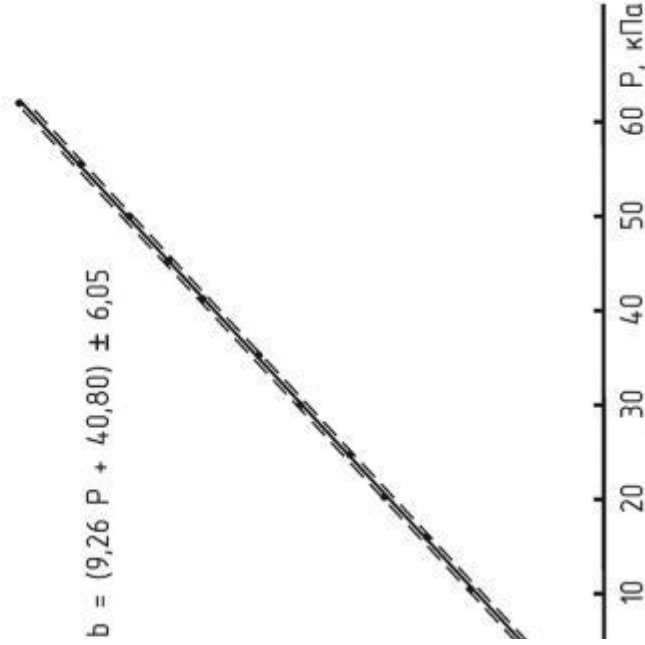
- похибка вимірюю тиску в досліджені діапазоні становит
- похибка вимірюю тривалості фаз в

Калібрування експериментального тестера доїльних установок

зі знайдених дисперсій s_0^2 , s_k^2 , коефіцієнта k та інших параметрів були квадратичне відхилення s та довірчий інтервал ΔP для вакуумметричного вимірювання значенню b :

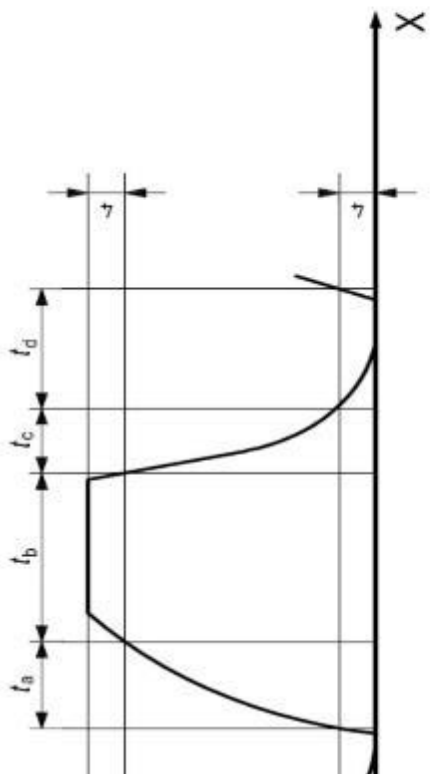
$$s(b) = 0,2647 \cdot \sqrt{1,0833 + 3,158 \cdot 10^{-6} \cdot (b - 346,0163)^2}$$

$$\Delta P = 0,25 + 0,6820 \cdot \sqrt{1,0833 + 3,158 \cdot 10^{-6} \cdot (b - 346,0163)^2}$$



Для порівняння калібр: характеристики, зображеної на F відповідною характеристикою MPX5100DP, наведеною в її документації, був здійснено перерахунок вихідної напруги тиску з відносних одиниць у (перехід від b до U). В результаті порівняння калібрувальної характеристики датчика тиску, отримане за експериментальними даними, можна порівняти з каліброю тестера у вигляді:

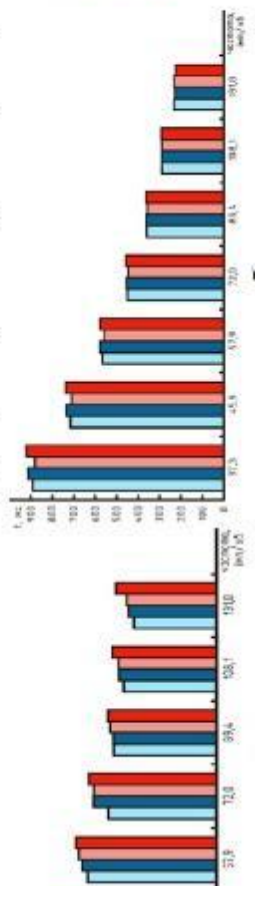
підрування експериментального тестера доільних установок



Пульсограма вакууму.
 X – час, Y – вакуум, утах
 симальний вакуум пульсац
 атмосферний тиск, ta – (збільшення вакууму A, tb
 максимального вакууму B
 фаза зниження вакууму C, t
 мінімального вакууму

й інтервал ΔT для визначення тривалостей фаз пульсацій був розрахои
 найденої дисперсії вимірювань:

$$\Delta T = t(0,99, 615) \cdot s = 2,576 \cdot \sqrt{145,339} \approx 31 \text{ (мс)}$$



Тривалість фаз A (z
 C (в) і D (г) при I
 частотах пульс

Методика оцінки фактичного рівня надійності вузлів молочно-доїльного обладнання

вірність безвідмовної роботи системи, в цілому, ми можемо представити

$$P(t) = P_{ВН}(\tau_D) \cdot P_{ВБ}(\tau_D) \cdot P_{ВР}(\tau_D) \cdot \left(1 - P_{П}(\tau_D)\right) \cdot P_{К}(\tau_D) \cdot \left(1 - P_{ДС}(\tau_D)\right)^4$$

період доїння

показав попередній аналіз надійності вакуумної системи доїльної і відмови підкоряються законам розподілу Гауса. Тоді ймовірність безремних елементів вакуумної системи визначається таким чином

$$P_{ВН}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{ВН}}{\sigma_{ВН}}\right) \quad \text{для доїльних стаканів ДС:}$$

де a – середній час наробітку до в

$$P_{ВР}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{ВР}}{\sigma_{ВР}}\right)$$

а σ – середнє-кватратичне відхи

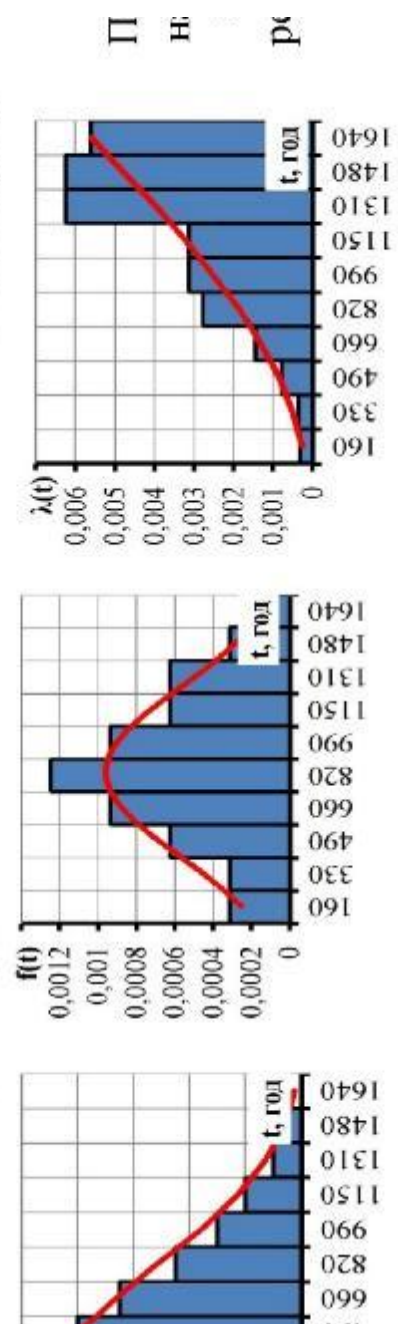
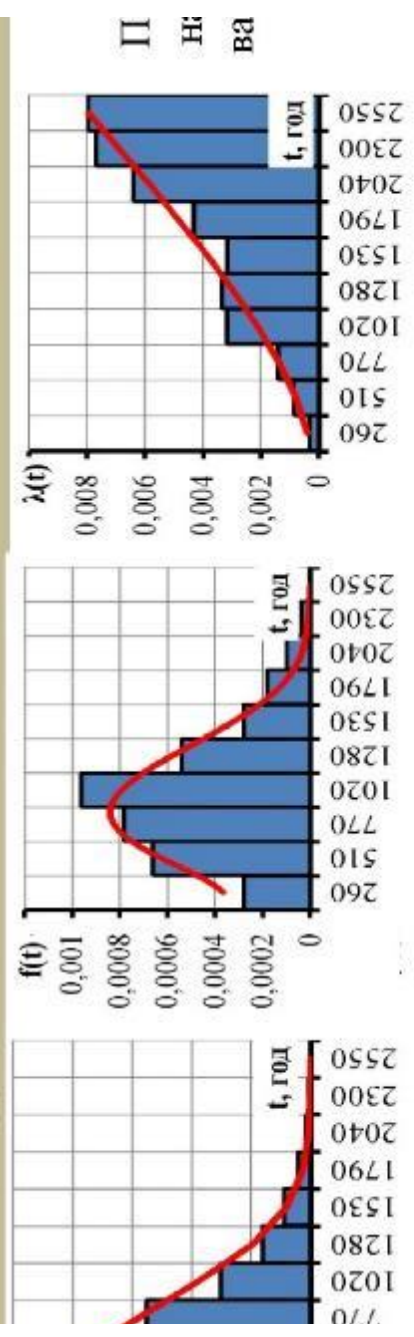
для колектора К:

$$P_{ВБ}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{ВБ}}{\sigma_{ВБ}}\right)$$

$\Phi(x)$ – функція Лапласа

$$P_{П}(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - a_{П}}{\sigma_{П}}\right) \quad \Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

**Оцінка фактичного рівня надійності вузлів
вакуумної системи молочно-дойльного обладнання**



Шляхи вирішення проблем в роботі систем молочно-дойльної обладнання

забезпечення довговічності та надійності в експлуатації дойльної установка система планово-попереджувальних робіт. Дана система являється та норми, в яких прописана організація сервісного технічного обслуговування обладнання молочних ферм, Система направлена на забезпечення і які обумовлені нормативною документацією.

Тип обладнання	Періодичність та тип технічного обслуговування			
	ЩТО	ТО 1	ТО 2	Підзбір
а установка типу «сопровід»	+	1 місяць	12 місяців	
а установка типу «З	+	1 місяць	6 місяців	
вка для охолодження	+	1 місяць	–	
вання призначене для обробки молока	+	1 місяць	–	

Чітка ефективність технічного обслуговування доїльної установи

Позначення показника	Формула, одиниці розрахунку	Значення				
Q, год	$T_{\text{ГО}}$	50	100	150	175	200
Молока, кг	H	4432	4423	4399	4381	4374
Куп молока	Q-NH	443180	442291	439851	438050	436249
Відхід молока, кг/хв	K	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Відхід молока, грн	$E_{\text{д}}=Q \cdot K \cdot k$	2193743	2189340	2177264	2165189	2153113
Відхід молока, кВт/хв	V	1,451	1,402	1,353	1,3285	1,304
Відхід молока, год	$b=Q \cdot (60 \cdot D_{\text{тм}} \cdot V \cdot N_{\text{дтм}})$	1,39	1,44	1,48	1,50	1,51
Відхід молока, год	$b_{\text{д}}=b \cdot D_{\text{тм}}$	848	876	903	916	929
Відхід молока, грн	$Z_{\text{д}}=D_{\text{тм}} \cdot b_{\text{д}} \cdot K_{\text{дт}} \cdot k_{\text{дт}}$	23515	24288	25029	25387	25745
Відхід молока, год	$t_{\text{д}}=N_{\text{ГО}} \cdot 3$	51	26	18	16	14
Відхід молока, грн	$Z_{\text{т}}=D_{\text{т}} \cdot t_{\text{д}} \cdot K_{\text{дт}} \cdot k_{\text{дт}}$	705	364	250	218	187
Відхід молока, кВт/год	$E=W \cdot t_{\text{д}}$	1946	2011	2072	2102	2132
Відхід молока, грн	$\Gamma=Ц_{\text{Е}} \cdot E$	2336	2413	2486	2522	2558
Відхід молока, кВт/год	B	188540	188540	188540	188540	188540
Відхід молока, рік	$N_{\text{ГО}}=t_{\text{д}} \cdot T_{\text{ГО}}$	16,97	8,76	6,02	5,23	4,54
Відхід молока, рік	$P=B \cdot (t_{\text{ГО}}+t_{\text{К}}) \cdot N_{\text{ГО}}$	959766	495658	340517	296038	251519
Відхід молока, рік	T	6,79	6,58	6,37	6,26	6,15
Відхід молока, грн	A=B/T	27769	28658	29605	30103	30601
Відхід молока, рік	B	7000	7000	7000	7000	7000
Відхід молока, грн	$\Pi=Z_{\text{д}}+3 \cdot \Gamma+P \cdot A+B$	1021092	558382	404889	361266	318143
Відхід молока, рік	$E_{\text{д}}+E_{\text{т}}+E_{\text{дт}}+E_{\text{дт}}+E_{\text{дт}}$	-308240	150068	291485	326192	361266

Апробація результатів досліджень



Міністерство освіти і науки України

Дніпропетровський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

ДИПЛОМ третього ступеня

Українського конкурсу студентських наукових робіт
з галузі знань «Галузеве машинобудування
і аграрно-лісового та транспортного комплексів»
у 2020/2021 навчальному році

Буйницький Олег Ігорович

студент Дніпровського державного
аграрно-економічного університету



Директор ХНТУСГ
Нанка О.В.

Диплом III ступеня переможця Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузі знань «Галузеве машинобудування аграрно-лісового та транспортного комплексів»,

м. Харків, ХНТУСГ, 2021 р.

Наукові публікації

1. Алієв Е. Б., Яропуд В. М., Бабайницький О. І. Результати випробувань доїльних установок в. 2.0. Техніка, транспорт АПК. №1 (112). 2021. С. 10.37128/2520-6168-2021-1-1.
2. Алієв Е. Б., Буйницький О. І., Гусар доїльних установок. Materialy XVIII Vdecko – Prakticka Konferencie, Mozenosti Vedy – 2021 (22-30 ledna 2021). Praha: Publishing House «Education a 2021. P. 42-45.
3. Буйницький О.І. Удосконалення доїльних установок. Інжиніринг агропідприємства: матеріали Всеукр. студ.

Висновки

ний стан молочно-доїльного обладнання на території України є не задовільним. Незадовільна підготовка кадрів; економія господарства на запасних засобах; відмова від сервісного обслуговування; відсутність для діагностики доїльного обладнання. Наслідки які виникають в елементів доїльного обладнання призводять не лише до втрати коштів та продуктивності тварин. Усування несправностей та їх великі затрати праці.

Доїльних установок v. 2.0 створений з урахуванням нової техніки. В якості контролеру використано плату Arduino Mega, побудовану на мікроконтролері ATmega 2560 і відповідний LCD дисплей. Тестер призначений для технічних показників доїльного обладнання, він має змогу вимірювати частоту тактів пульсатора, співвідношення фаз пульсації з виведенням температури.

Методика випробувань доїльної установки дозволяє перевірити її відповідність вимогам стандарту ISO 6690:2007, метою якої є визначення методів проведення технічного обстеження молочно-доїльного обладнання булбурної несправності вакуумної системи пов'язані з виходом з ладу вакуумних підшипників валу вакуумного насоса (внаслідок масляного забруднення карбонових лопаток вакуумного насоса (внаслідок використання невідповідної оливи), виходом з ладу зворотного клапана в

Висновки

ні несправності молочної системи пов'язані з виходом з ладу молочних насосів, забруднення поверхонь труб, ігнорування замічення дозаторів (що призводить до некоректної роботи насосів), порушенням уклону молочних ліній (молоко збігає по трубах та перекидає вакуум до апарата), ушкодженням різних частин.

ні несправності системи промивання пов'язані з виходом з ладу електродвигунів автоматів промивання. Загально розповсюджені проблеми з промиванням насосів та регуляторів. Проблема подачі води на деяких фермах. Ферми потребують насосні станції які дають змогу прибирати воду. Виявлені нехтування правилами застосування та концентрації

молочно-доїльного планування, що включає етапи щоденного доїння; щомісячне технічне обслуговування, перше та друге; технічне обслуговування на час зберігання обладнання; діагностика та технічний огляд обладнання; матеріально-технічну базу по технічному обслуговуванню доїльного об'єкта; матеріально-технічну базу по технічній ефективності застосування методів розрахунку економічної ефективності установок та системи видалення залишкових ресурсів вакуумної установки та системи видалення великих експлуатаційних затрат, однак підвищує вартість продукції на 25 % за рахунок запобігання погіршення його якості і попереджує втрати до 16 %, одночасно за цих умов підвищується продуктивність тварин від 5 до 7 років. Економічний ефект на протяжні роки

Алієв Ельчин Бахтияр огли, д.т.н., старший дослідник, професор
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Яропуд Віталій Миколайович, к.т.н., доцент
Бабин Ігор Анатолійович, к.т.н., старший викладач
Вінницький національний аграрний університет
Буїницький Олег Ігорович, магістрант
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Yelchin Aliyev, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor
Dnipro State Agrarian and Economic University
Vitalii Yaropud, Ph.D., Associate Professor
Ihor Babyn, Ph.D., Senior Lecturer
Vinnytsia National Agrarian University
Oleh Buynyt'skyu, Undergraduate
Dnipro State Agrarian and Economic University

Процес діагностики доїльних установок повинен проводитися з використанням вимірювальних приладів. Вимірювальні прилади, повинні мати максимальну похибку яка разом із статистичною похибкою вимірювань гарантує те, що за вимогами ISO 5707:2007 дані можуть бути записані з достатньою точністю. Прилади повинні проходити регулярне калібрування, щоб забезпечити необхідну точність вимірювань (ISO 6690:2007).

Розроблено Тестер доїльних установок v. 2.0, який складається з автоматизованої системи керування з можливістю приєднувати додаткові зовнішні датчики (датчики витрат повітря, температури і Холла), двох вбудованих датчиків тиску (на базі MPX 5100DP) і елементів живлення. Автоматизована система керування виконана на базі апаратної платформи Arduino Mega 2560 з клавіатурою керування і графічним дисплеєм 3.2" 320x480 TFT LCD. Метою досліджень є проведення калібрування експериментального зразка Тестера доїльних установок v. 2.0 і визначення точності вимірювань тиску і часових показників його пульсації в заданих діапазонах вимірювань, а також уточнення калібрувальних коефіцієнтів. В результаті калібрування датчика тиску, що входить до складу Тестера доїльних установок v. 2.0, було встановлено наступне: калібрувальна характеристика датчика є лінійною в дослідженому діапазоні тисків (4,75-62,00 кПа); рівняння, яким описується калібрувальна характеристика, збігається з рівнянням, наведеним в технічній документації на датчик; похибка вимірювання тиску у вказаному діапазоні становить близько 1 кПа; за результатами калібрування немає підстав вважати, що датчику тиску властивий ефект гістерезису. Результати калібрування вимірювача пульсації вакуумметричного тиску показали, що визначення тривалості фаз імпульсів характеризується роздільною здатністю 19,70 мс і похибкою вимірювання ± 31 мс в діапазоні частот пульсації 37,3-131,0 ім/хв. Величина цієї похибки не залежить від частоти пульсації у вказаному діапазоні.

Ключові слова: доїльні установки, параметри, тестер, калібрування, вакуумметричний тиск, пульсації.

Ф. 5. Табл. 2. Рис. 4. Літ. 8.

1. Вступ

Своєчасне технічне обслуговування доїльних установок є однією з умов виходу українських виробників молока на світовий ринок, а також інтеграції до вимог Європейського Союзу. Незважаючи на досить високий рівень розвитку доїльної техніки і молочного обладнання, для

тестом, який виконується на з'ясування стану як у разі надмірного надмірного зменшення, так і в разі надмірного збільшення, за якого коефіцієнт готовності має бути не менше 0,98 [2].

Наведені факти надають проблемі підвищення надійності доїльних установок важливе значення і вимагають певідкладного її вирішення. Цю проблему можна вирішити завдяки впровадженню тестера доїльних установок [3, 4].

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Процес діагностики доїльних установок повинен проводитися з використанням вимірювальних приладів. Вимірювальні прилади, повинні мати максимальну похибку яка разом із статистичною похибкою вимірювань гарантує те, що за вимогами ISO 5707:2007 [5] дані можуть бути записані з достатньою точністю. Прилади повинні проходити регулярне калібрування, щоб забезпечити необхідну точність вимірювань (ISO 6690:2007 [6]).

Вимірювальні прилади повинні підключатися до відповідних точок підключення доїльної установки: A1, A2, Aclaw, Ap, Vm, Vr, Vp, Vpuls і Pe, які вказані в ISO 5707:2007 [7].

Прилад, який використовується для вимірювання вакууму має бути в змозі виміряти вакуумметричний тиск у межах від 0 до 100 кПа з похибкою не більше $\pm 0,6$ кПа і відтвореністю в межах $\pm 0,2$ кПа. Вакуумметр класу точності 1,0, як правило, відповідає цим вимогам, якщо він відкалібрований. Клас точності визначається як максимально допустима похибка, виражена у відсотках від діапазону тиску.

Прилад, який використовується для динамічного вимірювання вакууму повинен відповідати мінімальним вимогам, вказаним в таблиці 1. Якщо частота дискретизації вища, ніж мінімальна наведена в таблиці 1, то повинна застосовуватися фільтрація. Фільтрація частоти має бути не більше 50 % від частоти вимірювання і приблизно дорівнювати частоті очікуваного сигналу, призначеного для захоплення.

Таблиця 1

Мінімальна частота дискретизації і швидкість реакування відповіді від приладу

Номер тесту	Тип тесту	Мінімальна частота дискретизації, Гц	Мінімальна швидкість відповіді, кПа/с
1	Тести в молокозбірнику і в сухих частинах доїльної установки	24	100
2	Тести пульсації	100	1000
3	Тести під час доїння в молокопроводі	48	1000
4	Тести під час доїння в молокозбірнику	63	1000
5	Тести під час доїння в молочному шлангу	170	2500
6	Тест зміни вакууму під час доїння в коротких молочних шлангах при сковзанні дійкової гуми	1000	22000
7	Тест зміни вакууму під час доїння в коротких молочних шлангах при підсмоктування дійкової гуми	2500	42000

Нормальна швидкість відповіді при динамічному вимірюванні пульсації в піддійковій камері на початку фази А збільшення вакууму і фази С зниження вакууму (ISO 3918:2007 [8]) може бути близько 1000 кПа/с.

Прилад, який використовується для вимірювання надмірного тиску має забезпечувати можливість вимірювання у межах від 0 до 100 кПа з похибкою не більше ± 1 кПа.

Прилад, включаючи сполучні трубки, який використовується для вимірювання характеристик пульсації повинен вимірювати з похибкою не більше ± 1 імп./хв для швидкості пульсації і з похибкою не більше $\pm 1\%$.

Назва (виробник)	Характеристика
<p>MILKOTEST MT 52 (Vergo AG)</p> 	<p>Вимірювальний пристрій для комплексної діагностики доїльних установок. Вимірювання тиску: діапазон – 20-100 кПа; похибка – $\pm 0,6$ кПа; частота опитування 400 Гц. Вимірювання температури: діапазон – від -50 до +150°C; похибка – $\pm 0,1$ °C. Тахометр: діапазон – 500-5000 об/хв; похибка – менше 5 об/хв; дозвіл – 1 об/хв. Вимірювання часу молоковіддачі.</p>
<p>PULSOTESTER COMFORT (GEA WestfaliaSurge GmbH)</p> 	<p>Призначений для вимірювання вакууму, пульсації і швидкості обертання ротора електродвигуна в доїльних установках. Вимірювання тиску: діапазон – 20-60 кПа; похибка – $\pm 0,6$ кПа; частота опитування – 200 Гц. Тахометр: діапазон – 0-15000 об/хв; похибка – менше 10 об/хв. Зовнішні датчики: діапазон – 20-60 кПа; похибка – $\pm 0,6$ кПа; частота опитування – 200 Гц.</p>
<p>VPR100 (DeLaval)</p> 	<p>Професійний прилад для тестування доїльних установок. Вимірювання тиску: діапазон – 10-80 кПа; похибка – $\pm 0,6$ кПа; дозвіл – 0,1 кПа; частота опитування 300 Гц. Тахометр: діапазон – 0-10000 об/хв; похибка – менше 5 об/хв; дозвіл – 1 об/хв. Вимірювання повітряного потоку. Зовнішні датчики: діапазон – 10-80 кПа; похибка: $\pm 0,6$ кПа; дозвіл – 0,1 кПа; частота опитування – 300 Гц.</p>
<p>Вимірювач параметрів доїльної установки TEST-1 (Науково-дослідний інститут «ELIR» S.A.)</p> 	<p>Призначений для збирання, обробки і зберігання інформації про зміни параметри технологічного процесу доїння. При найповнішій конфігурації вимірювач включає: три датчики вакуумметричного тиску (похибка 0,15 %); штучна дірка-датчик з двома вбудованими сенсорами – вакуумметричного (від 0 до 90 кПа) і гідродинамічного (від -20 до +30 кПа) тиску; датчик надмірного тиску (до 700 кПа); датчик абсолютного тиску (0,250 кПа) для вимірювання атмосферного тиску; датчик потоку повітря (10-8000 л/хв); безконтактний тахометр для вимірювання швидкості обертання валів двигунів насосів; зонд для вимірювання напруги постійного струму до 42 V; кільцевий зонд для вимірювання електричного опору молока; 2 датчики температури.</p>
<p>EXENDIS PT – V PULSATORTESTER (Exendis B.V.)</p> 	<p>Прилад призначений для вимірювання основних технологічних показників роботи доїльних установок. Містить вбудований міні-принтер, що дозволяє відображати тимчасові залежності пульсації і флуктуацій вакууму вакуумної системи доїльної установки.</p>
<p>Тестер доїльних установок v.1 (Інститут механізації тваринництва НААН)</p> 	<p>Прилад розроблений для спрощення перевірок молочно-доїльного устаткування молочних ферм. Основні функції – Вимірювання вакууму, його пульсації і витрати повітря в доїльних установках. Вимірювання вакуумметричного тиску: діапазон – 0-100 кПа; абсолютна похибка – 0,6 кПа; час відгуку датчика тиску – 2,5 мс. Вимірювання пульсації: діапазон для частоти пульсації – 40-200</p>

заданих діапазонах вимірювань, а також уточнення калорувальних коефіцієнтів.

4. Матеріали і методи

Тестер доїльних установок в. 2.0 складається з автоматизованої системи керування з можливістю передбачувати додаткові зовнішні датчики (датчики витрат повітря, температури і Холла), двох вбудованих датчиків тиску (на базі MPX 5100DP) і елементів живлення. Автоматизована система керування виконана на базі апаратної платформи Arduino Mega 2560 з клавіатурою керування і графічним дисплеєм 3.2" 320×480 TFT LCD (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд Тестера доїльних установок: а – в. 1.0 і б – в. 2.0

Калібрування експериментального зразка Тестера доїльних установок в. 2.0 проведено в лабораторії на стенді доїльної установки виробництва ТДВ «Брацлав» (Рис. 2, а).



Рис. 2. Стенд доїльної установки виробництва ТДВ «Брацлав» і обладнання для вимірювання: а – загальний вигляд; б – Тестер доїльних установок в. 2.0; в – вакуумметр ВО 1227; г – «PulsoTest 4»

В якості еталонного приладу для вимірювання постійного вакууметричного тиску використовували зразковий вакуумметр ВО 1227 з класом точності 0,25, який підключали до вакуумної системи на початковій ділянці вакуумпроводу (рис. 2, в). Паралельно під'єднували до вакуумпроводу один з датчиків тиску Тестера доїльних установок в. 2.0 (рис. 2, б). Для регулювання рівня вакууму чіпляли на шток вакуум-регулятора (або знімали з нього) навантаження у вигляді круглих металевих пластин з прорізами.

тиску зростає, зменшується, збільшується до певного значення, при збільшенні вакуумметричного тиску від мінімального до максимального значення, а потім при його зменшенні.

В якості приладу-аналога для вимірювання параметрів пульсацій вакуумметричного тиску використовували прилад «PulsoTest 4» (рис. 2, г) компанії «GEA Westfalia Separator GmbH» (Німеччина), що дозволяє вимірювати по двох каналах головні показники пульсацій вакууму: частоту пульсацій, співвідношення тактів у відсотках тощо, а також роздруковувати в вбудованому принтері результати вимірювань у числовому вигляді та графіки пульсацій.

Калібрування вимірювача параметрів пульсацій відбувалось наступним чином. До виходів пульсатора підключили два канали приладу «PulsoTest 4», а паралельно – два датчики тиску з Тестера доільних установок v. 2.0. Після цього увімкнули вакуумний насос і за допомогою регулятора встановили мінімальну частоту пульсацій. Між увімкненням насоса і першим вимірюванням зробили паузу 15 хвилин. Далі перевели прилад «PulsoTest 4» в режим вимірювання з роздрукуванням результатів, а Тестер доільних установок v. 2.0 – в режим запису вимірюваних значень вихідної напруги датчика тиску. Припускаючи, що параметри пульсацій залишаються стабільними, повторили вимірювання за допомогою Тестера доільних установок v. 2.0 з записом результатів 11 разів.

Для перевірки впливу частоти пульсацій на точність отримуваних результатів регулятором змінювали частоту і повторювали вимірювання за допомогою Тестера доільних установок v. 2.0 і приладу-аналога у вищевикладеній послідовності. Загалом вимірювання провели при 7 значеннях частот, діапазон яких, згідно даних приладу «PulsoTest 4», становить 37,3-131,0 імх/хв, а робочий вакуум, згідно даних того ж приладу – від 46,3 кПа до 47,0 кПа. Вимірювання, проведені за допомогою комплексу устаткування, при кожній з частот повторювали 11 разів.

5. Виклад основного матеріалу

Вихідні дані для досліджень похибки вимірювання вакуумметричного тиску:

- кількість значень вакуумметричного тиску – 12;
- діапазон варіювання вакуумметричного тиску – 4,75-62,00 кПа;
- кількість блоків вимірювань – 2 (при збільшенні та зменшенні рівня вакууму);
- кількість вимірювань в одному блоці – 276 (23 × 12);
- достовірність виводу – 0,99.

Перевірку нормальності розподілу похибок вимірювань здійснювати окремо для кожного з блоків за допомогою критерію χ^2 . Попередньо провели нормалізацію даних, а саме замість абсолютних значень показника b_i використовували різницю $b_i - \bar{b}_i$, де \bar{b}_i – середнє значення b при i -му значенні вакуумметричного тиску. Отримані таким чином дані згрупували за 12 інтервалами, що відповідає 9 ступеням свободи. Розрахунки показали, що для першого блоку $\chi^2 = 17,8$, для другого блоку $\chi^2 = 11,0$ при критичному значенні $\chi^2_{кр} = 21,7$. Таким чином, немає підстав вважати, що розподіл похибок вимірювань відрізняється від нормального.

Для кожного значення вакуумметричного тиску були розраховані дисперсії показників b та проведено перевірку гіпотези про їх однорідність за допомогою критерію Кохрена G . В результаті було отримано для першого блоку $G = 0,1067$, для другого блоку $G = 0,1181$ при критичному значенні $G_{кр} = 0,1768$. Оскільки в обох випадках виконується нерівність $G < G_{кр}$, гіпотеза про однорідність дисперсій була прийнята і розраховані середні значення дисперсій для блоків: $s_{r1}^2 = 5,3182$, $s_{r2}^2 = 4,9364$.

Далі було зроблено припущення, що залежність $b(P)$ є лінійною, і розраховані значення кута нахилу k та вільного члена a цієї залежності. Для двох блоків вимірювань ці параметри становлять: $k_1 = 9,2721$, $a_1 = 41,0325$, $k_2 = 9,2493$, $a_2 = 40,5652$. Для перевірки гіпотези про лінійність калібрувальної характеристики, з урахуванням знайдених коефіцієнтів були розраховані теоретичні значення показників b_i при даних величинах тиску P_i та обчислена дисперсія s_0^2 різниць між середніми експериментальними та теоретичними значеннями. Величини цієї дисперсії для блоків

$$\begin{cases} s_{\sigma_1}^2 = 1,70 \cdot 10^{-3}; s_{\sigma_1} = 2,440; \\ s_{\sigma_2}^2 = 1,555 \cdot 10^{-3}; s_{\sigma_2}^2 = 2,167. \end{cases} \quad (1)$$

Число ступенів свободи для цих дисперсій становить 274.

В результаті попарного порівняння вказаних дисперсій були отримані значення критерію Фішера $F_1 - F_2 = 1,13$, що істотно менше критичного значення. Це вказує на відсутність суттєвої різниці між дисперсіями, що порівнювались, і дозволяє замінити їх середніми значеннями дисперсій: $s_{\sigma}^2 = 1,655 \cdot 10^{-3}$, $s_{\sigma} = 2,306$.

Для виявлення наявності або відсутності гістерезису у датчика тиску, калібрування якого проводилось, за розрахованими вище показниками були обчислені значення t -критеріїв. Розрахунок показав, що $t_{\sigma} = 1,377$, $t_{\sigma} = 0,754$, тоді як критичне значення навіть при необмежено великому числі ступенів свободи становить $t_{\sigma} = 2,576$. Таким чином, різниця між коефіцієнтами k_1 і k_2 , а також a_1 і a_2 , є несуттєвою (явища гістерезису не спостерігається). Це дає підстави для об'єднання результатів вимірювань в першому та другому блоках і розрахунку коефіцієнтів калібрувальної характеристики за всіма даними. В результаті проведення вказаного розрахунку були визначені наступні параметри:

- дисперсія результатів вимірювань: $s_{\sigma}^2 = 5,5190$;
- коефіцієнти калібрувальної характеристики: $k = 9,2607$, $a = 40,7988$;
- дисперсія різниць між теоретичними та експериментальними значеннями показників b : $s_{b_0}^2 = 6,0111$;
- дисперсії коефіцієнтів калібрувальної характеристики: $s_{k^2} = 1,628 \cdot 10^{-3}$, $s_{a^2} = 2,269$ (550 ступенів свободи);
- довірчі інтервали для коефіцієнтів калібрувальної характеристики: $\Delta k = 0,1039$, $\Delta a = 3,8806$;
- довірчий інтервал для вимірюваної величини: $\Delta b = 6,0517$.

На основі знайдених дисперсій s_{σ}^2 , s_{k^2} , коефіцієнта k та інших параметрів були обчислені середнє квадратичне відхилення s та довірчий інтервал ΔP для вакуумметричного тиску, що відповідає вимірюваному значенню b :

$$\begin{aligned} s(b) &= 0,2647 \cdot \sqrt{1,0833 + 3,158 \cdot 10^{-6} \cdot (b - 346,0163)^2} \\ \Delta P &= 0,25 + 0,6820 \cdot \sqrt{1,0833 + 3,158 \cdot 10^{-6} \cdot (b - 346,0163)^2} \end{aligned} \quad (2)$$

Як свідчить аналіз формули (2), в межах діапазону, в якому проводилось калібрування (4,75-62 кПа), похибка визначення вакуумметричного тиску для даних умов калібрування становить $\pm 0,960$ - $1,031$ кПа.

Загальний вигляд калібрувальної характеристики датчика тиску, побудованої на основі наведених вище розрахунків, представлено на рис. 3.

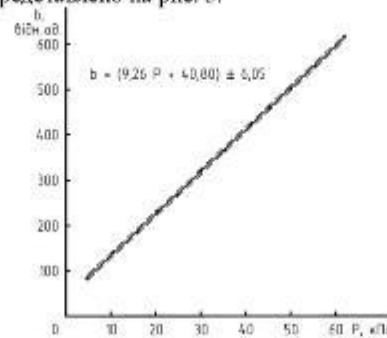


Рис. 3. Калібрувальна характеристика датчика тиску Тестера доїльних установок в. 2.0

Характеристики кривих пульсу та результати їх калібруванням характеристиками датчика тиску практично збігаються зі значеннями, наведеними в технічній документації. Розбіжність значень довірчого інтервалу пояснюється тим, що в технічній документації при визначенні максимальної похибки вимірювань датчика були додатково враховані похибки, пов'язані з впливом температури навколишнього середовища.

Вихідні дані для досліджень похибки вимірювання часових характеристик пульсацій:

- кількість значень частоти пульсацій – 7;
- діапазон варіювання частоти – 37,3-131,0 імп/хв;
- кількість каналів – 2;
- кількість вимірювань при даній частоті – 11 на кожен канал;
- достовірність виводу – 0,99.

Згідно стандарту ISO 3918, вирізняють п'ять фаз пульсацій вакуумметричного тиску:

- фаза *A* – підвищення рівня вакууму з 4 кПа до величини $P_{CT} - 4$ кПа, де P_{CT} – робочий вакуумметричний тиск;
- фаза *B* – рівень вакууму більше або дорівнює $P_{CT} - 4$ кПа;
- фаза *C* – зниження рівня вакууму з величини $P_{CT} - 4$ кПа до 4 кПа;
- фаза *D* – рівень вакууму не перевищує 4 кПа.

Вимірювання пульсацій вакуумметричного тиску проводили паралельно за допомогою приладу «PulsoTest 4» та досліджуваного Тестера доільних установок v. 2.0. Результати вимірювань приладом «PulsoTest 4» (частота пульсацій, тривалість фаз та ін.) роздруковували на вбудованому принтері; результати вимірювань, проведених за допомогою комплексу устаткування, зберігали на карті пам'яті у вигляді послідовностей зі 127 миттєвих значень вихідної напруги датчика тиску, що автоматично фіксувались через однакові інтервали часу Δt . Розрахунок частоти пульсацій, тривалості фаз і зміщення пульсацій за результатами вимірювань проводили наступним чином:

1) Використовуючи отриману калібрувальну характеристику (3), здійснили перерахунок кодованих значень вихідної напруги датчика тиску в абсолютні значення;

2) в якості робочого вакуумметричного тиску P_{CT} для кожного вимірювання приймали максимальне значення тиску в цьому вимірюванні;

3) підрахували кількість інтервалів Δt для кожної з фаз: для фази *A* – від першого значення тиску, більшого або дорівнюючого 4 кПа, до першого значення тиску, більшого або дорівнюючого $P_{CT} - 4$ кПа; для фази *B* – від першого значення тиску, більшого або дорівнюючого $P_{CT} - 4$ кПа, до першого значення тиску, меншого або дорівнюючого $P_{CT} - 4$ кПа, і т.д.;

4) значення інтервалу Δt в мілісекундах знаходили з формули:

$$\Delta t = \left[\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} \sum_{k=1}^2 \frac{T_i}{(\Delta t_A + \Delta t_B + \Delta t_C + \Delta t_D)_{jk}} \right] \cdot \frac{1}{154}, \quad (4)$$

де T – період пульсацій (величина, зворотна частоті пульсацій за даними приладу «PulsoTest 4»), мс;

$\Delta t_A, \Delta t_B, \Delta t_C, \Delta t_D$ – кількість інтервалів Δt для кожної з фаз пульсацій;

i – порядковий номер частоти, при якій проводились вимірювання;

j – номер вимірювання при даній частоті;

k – номер каналу вимірювача.

В результаті розрахунків за формулою (4) було отримане значення $\Delta t = 19,70$ мс.

1) помноживши раніше знайдені кількості інтервалів Δt для кожної з фаз на значення цього інтервалу, розраховане за формулою (4), знайшли тривалості фаз пульсацій в мілісекундах;

2) зміщення пульсацій у двох каналах знаходили як різницю інтервалів часу між початком вимірювання та початком фази *A* для першого та другого каналів вимірювача.

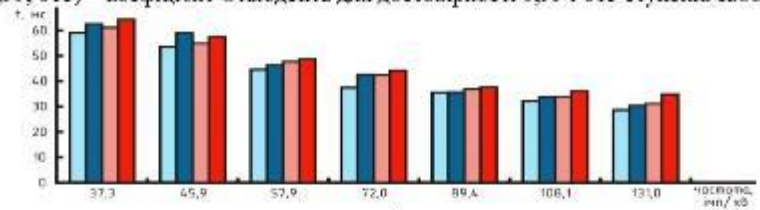
Перевірку нормальності розподілу похибок вимірювань здійснювали за допомогою критерію

критерію G при заданій дисперсії $s^2 = 145,339$ мс² при $n = 60$ і 10 ступенях свободи становить $G_{кр} = 0,0567$. Це показує, що абсолютна похибка вимірювань не залежить від частоти пульсацій в дослідженому діапазоні і характеризується середньою дисперсією $s^2 = 145,339$ мс² з 615 ступеннями свободи.

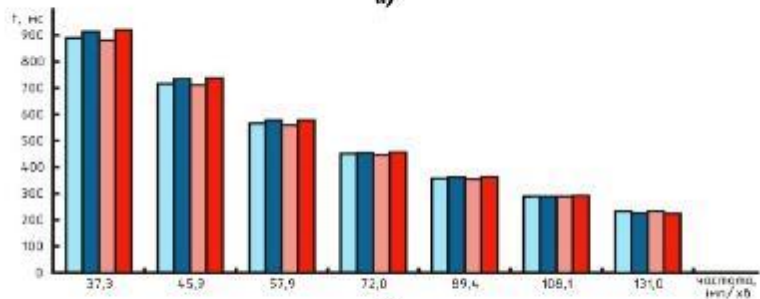
Довірчий інтервал ΔT для визначення тривалості фаз пульсацій був розрахований на основі знайденої дисперсії вимірювань:

$$\Delta T = t(0,99, 615) \cdot s = 2,576 \cdot \sqrt{145,339} \approx 31 \text{ (мс)}, \quad (5)$$

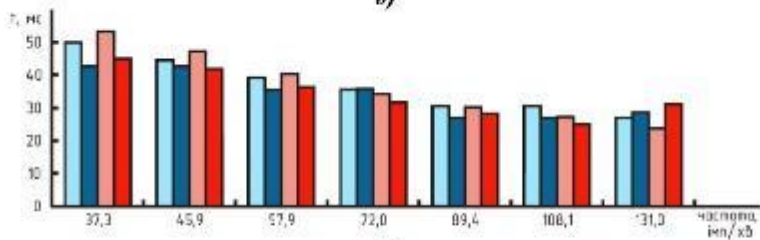
де $t(0,99, 615)$ – коефіцієнт Стюдента для достовірності 0,99 і 615 ступенів свободи.



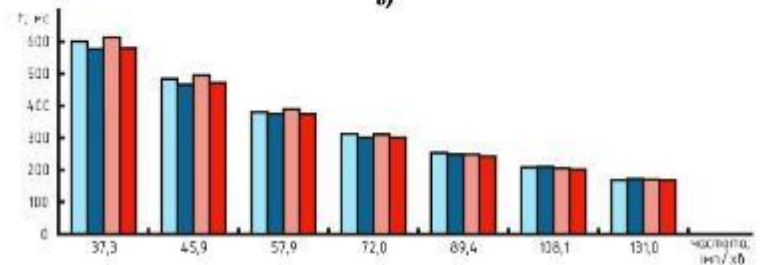
а)



б)



в)



двох хмелювально-доїльних установок, вимірюючи при цьому швидкість здування доїльних установок, отриманими за допомогою обох приладів.

6. Висновки

1. Розроблено Тестер доїльних установок в. 2.0, який складається з автоматизованої системи керування з можливістю приєднувати додаткові зовнішні датчики (датчики витрат повітря, температури і Холода), двох вбудованих датчиків тиску (на базі MPX 5100DP) і елементів живлення. Автоматизована система керування виконана на базі апаратної платформи Arduino Mega 2560 з клавіатурою керування і графічним дисплеєм 3.2" 320×480 TFT LCD.

2. В результаті калібрування датчика тиску, що входить до складу Тестера доїльних установок в. 2.0, було встановлено наступне:

- калібрувальна характеристика датчика є лінійною в дослідженому діапазоні тиску (4,75-62,00 кПа);

- рівняння, яким описується калібрувальна характеристика, збігається з рівнянням, наведеним в технічній документації на датчик;

- похибка вимірювання тиску у вказаному діапазоні становить близько 1 кПа;

- за результатами калібрування немає підстав вважати, що датчику тиску властивий ефект гістерезису.

3. Результати калібрування вимірювача пульсацій вакуумметричного тиску показали, що визначення тривалості фаз імпульсів характеризується роздільною здатністю 19,70 мс і похибкою вимірювання + 31 мс в діапазоні частот пульсацій 37,3-131,0 імн/хв. Величина цієї похибки не залежить від частоти пульсацій у вказаному діапазоні.

Список використаних джерел

1. Шевченко І. А., Алієв Е. Б. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. За редакцією доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка. Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд. 2013. 156 с. ISBN 978-966-2602-41-VIII.
2. Хмельовський В. С., Павленко С. І., Линник Ю. О., Дудін В. Ю., Алієв Е. Б. Механіко-технологічні основи використання вакуумних насосів доїльних установок: монографія. К. : ЦІІ "Компринг". 2017. 177 с. ISBN 978-966-929-645-0.
3. Алієв Е. Б., Тісліченко О. С., Григун А. В. Обґрунтування конструкційної схеми комплексу устаткування контролю вакуумметричних параметрів доїльного обладнання. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. Вінниця, 2011. Вип. 9. С. 30–38.
4. Алієв Е. Б. Техніко-економічне обґрунтування застосування методики прогнозування ресурсу молочно-доїльного обладнання. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. Вінниця, 2012. Вип. 10, т. 2. С. 36–39.
5. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 2007. 52 p.
6. ISO 6690. Milking machine installations – Mechanical tests. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 2007. 46 p.
7. Алієв Е.Б. Етапи налагодження якісного технічного сервісу молочно-доїльного обладнання. *Інженерія природокористування*. 2015. №2(4). с. 46–50.
8. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 2007. 42 p.

References

- [1] Shevchenko I.A., Aliyev E.B. (2013). *Naukovo-metodychni rekomendatsiyi z bahatokryterial'noho*

- [3] Aliyev E.B., Tislichenko O.S., Gritsun A.V. (2011). Obgruntuvannya konstruktivnoyi skhemy kompletu ustalkuvannya kontrolyu vakuumetrychnykh parametriv doyl'noho obladnannya [Substantiation of the construction scheme of the set of equipment for control of vacuum parameters of milking equipment]. Coll. Science. Proceedings of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Technical Sciences. Vinnytsia, 2011. Issue. 9. pp. 30-38. [in Ukrainian].
- [4] Aliyev E.B. (2012). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannya zastosuvannya metodyky prohnozuvannya resursu molochno-doyil'noho obladnannya [Feasibility study of the method of forecasting the life of milking equipment]. Coll. Science. Proceedings of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Technical Sciences. Vinnytsia, 2012. Issue. 10. v. 2. pp. 36-39. [in Ukrainian].
- [5] ISO 5707. (2017). Milking machine installations - Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 2007. 52 p. [in English].
- [6] ISO 6690. Milking machine installations - Mechanical tests. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 2007. 46 p. [in English].
- [7] Aliyev E.B. (2015). Etapy nalahodzhennya yakisnoho tekhnichnoho servisu molochno-doyil'noho obladnannya [Stages of establishing high-quality technical service of milk-milking equipment]. Environmental engineering. 2015. №2 (4). pp. 46-50. [in Ukrainian].
- [8] ISO 3918. (2017). Milking machine installations - Vocabulary. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 42 p. [in English].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ТЕСТЕРА ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК V. 2.0

Процесс диагностики доильных установок должен проводиться с использованием измерительных приборов. Измерительные приборы, должны иметь максимальную погрешность, которая вместе со статистической погрешностью измерений гарантирует то, что по требованиям ISO 5707: 2007 данные могут быть записаны с достаточной точностью. Приборы должны проходить регулярное калибровки, чтобы обеспечить необходимую точность измерений (ISO 6690: 2007). Разработан Тестер доильных установок v. 2.0, который состоит из автоматизированной системы управления с возможностью присоединять дополнительные внешние датчики (датчики расхода воздуха, температуры и Халла), двух встроенных датчиков давления (на базе MPX 5100DP) и элементов титана. Автоматизированная система управления выполнена на базе аппаратной платформы Arduino Mega 2560 с клавиатурой управления и графическим дисплеем 3,2 "320 × 480 TFT LCD. Целью исследований является проведение калибровки экспериментального образца Тестера доильных установок v. 2.0 и определения точности измерений давления и временных показателей его пульсаций в заданных диапазонах измерений, а также уточнение калибровочных коэффициентов. в результате калибровки датчика давления, входит в состав Тестера доильных установок v. 2.0, было установлено следующее: калибровочная характеристика датчика является линейной в исследованном диапазоне давлений (4,75-62,00 кПа); уравнения, которым описывается калибровочная характеристика, совпадает с уравнением, приведенным в технической документации на датчик, погрешность измерения давления в указанном диапазоне составляет около 1 кПа по результатам калибровки нет оснований считать, что датчику давления присущ эффект гистерезиса. Результаты калибровки измерителя пульсаций вакуумметрического давления показали, что определение продолжительности фаз импульсов характеризуется разрешением 19,70 мс и погрешностью измерения ± 31 мс в диапазоне частот пульсаций 37,3-131,0 имп/мин. Величина этой погрешности не зависит от частоты пульсаций в указанном диапазоне.

Ключевые слова: доильные установки, параметры, тестер, калибровки, вакуумметрическое давление, пульсация.

Ф. 5. Табл. 2. Рис. 4. Лит. 8.

RESULTS OF MILKING INSTALLATION TESTER TEST V. 2.0

graphic display 3.2 "320 × 480 TFT LCD. The purpose of researches is to carry out calibration of experimental sample Tester of milking installations v. 2.0 As a result of calibration of the pressure sensor included in the Tester of milking installations v. 2.0, the following was established: the calibration characteristic of the sensor is linear in the investigated pressure range (4.75-62.00 kPa); the equation describing the calibration characteristic coincides with the equation given in the technical documentation for the sensor, the error of measuring the pressure in the specified range is about 1 kPa, the calibration results do not suggest that the pressure sensor has a hysteresis effect, found that the determination of the duration of the pulse phases is characterized by a resolution of 19.70 ms and a measurement error of ± 31 ms in the frequency range of pulsations 37.5-131.0 pulses/min The magnitude of this error does not depend on the pulsation frequency in the specified range.

Key words: milking parlors, parameters, tester, calibration, vacuum pressure, pulsations.

F. 5. Table. 2. Fig. 4. Ref. 8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Алієв Ельчин Бахтияр огли – доктор технічних наук, старший дослідник, професор кафедри механізації виробничих процесів у тваринництві Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000, e-mail: aliev@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4006-8803>).

Яропуд Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0502-1356>).

Бабин Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: ihorbabyn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7070-4957>).

Буйницький Олег Ігорович – магістрант кафедри механізації виробничих процесів у тваринництві Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000).

Алиев Эльчин Бахтияр оглы – доктор технических наук, старший исследователь, профессор кафедры механизации производственных процессов в животноводстве Днепродзержинского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, Украина, 49000, e-mail: aliev@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4006-8803>).

Яропуд Виталий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0502-1356>).

Бабин Игорь Анатольевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: ihorbabyn@gmail.com).

Буйницкий Олег Игоревич – магистрант кафедры механизации производственных процессов в животноводстве Днепродзержинского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, Украина, 49000).

Aliyev Yelchin – Doctor of Technical Sciences, senior researcher, professor of the departments of mechanization of production processes in animal husbandry of Dnipro State Agrarian and Economic University (St. S.Efremova, 25, Dnipro, Ukraine, 49000, e-mail: aliev@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4006-8803>).

Yaropud Vitalii – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of machinery and equipment for agricultural production of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0502-1356>).

Babyn Ihor – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of machinery and equipment for

MATERIÁLY
XVIII MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ
KONFERENCE

MODERNÍVY MOŽENOSTI VĚDY -
2021

22 - 30 ledna 2021 r.

Volume 3

Praha
Publishing House «Education and Science»
2021

Materiály XVIII Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy -2021», Volume 3 : Praha. Publishing House «Education and Science» -56 s.

Šéfredaktor: Prof. JUDr. Zdenák Černák

Náměstek hlavního redaktora: Mgr. Alena Pelicánová

Zodpovědný za vydání: Mgr. Jana Štefko

Manažer: Mgr. Helena Žáková

Technický pracovník: Bc. Kateřina Zahradníková

**Materiály XVIII Mezinárodní vědecko - praktická konference ,
Moderní vymoženosti vědy -2021 po**

For students, research workers.

Pro studentů, aspirantů a vědeckých pracovníků

Cena 50 Kč

ISSN 1561-6940

© Authors , 2021

© Publishing House «Education and Science» , 2021

Д.т.н. Алієв Е.Б., магістрант Буйницький О.І., магістрант Гусар І.М.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

ТЕСТЕР ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

Розроблений тестер доїльних установок призначений для спрощення випробувань доїльних установок будь-яких типів і виробників. Їх основними функціями є вимірювання вакууму, його пульсацій і витрати повітря в доїльних установках. Тестер доїльних установок задовольняє вимогам ISO 6690, окрім цього він пройшов державні приймальні випробування в УкрНДППЗТ ім. Л. Погорілого (протокол № 01-02-2013).

Тестер доїльних установок складається з наступних частин (рис. 1): автоматизованої системи керування, двох датчиків тиску, датчику витрат повітря, ротаметру, двох трійників, одного кутника, тридцяти двох пробок доїльних стаканів, одного картридера, карти пам'яті, одного блоку живлення, розміщених в кейсі для зберігання і транспортування. Технічні дані тестера доїльних установок представлені в табл. 1 [1].



Дані про виріб	
Автоматизована система керування:	
Габаритні розміри, не більше, мм	200×100×50
Маса, не більше, кг	0,7
Процесор	Atmega644
Живлення	Акумуляторні елементи 6800 мА·год
Напруга акумулятора, В	12
Час роботи від акумулятора, не менше, год.	2
Тип дисплея	Монохромний графічний
Роздільна здатність дисплея, пікселів	128×64
Тип роз'єму для блоку живлення	Одинштирковий (2 мм)
Тип інтерфейсних портів для датчиків	Чотирьохштирковий S - video
Тип слоту для карти пам'яті	microSD
Датчик тиску:	
Габаритні розміри, не більше, мм	35×55
Маса, не більше, кг	0,1
Сенсор	MPX5100DP
Тип роз'єму для підключення до автоматизованої системи керування	Чотирьохштирковий S-video
Довжина кабелю, м	0,5
Діаметр патрубків для вимірювання вакуумметричного і надмірного тисків, мм	7
Датчик витрат повітря:	
Габаритні розміри, не більше, мм	140×90×100
Маса, не більше, кг	0,4
Сенсор	BOSH 280 218 037
Тип роз'єму для підключення до автоматизованої системи керування	Чотирьохштирковий S - video
Довжина кабелю, м	1
Діаметр патрубка корпусу для підключення до вакуумної системи, мм	45

діаметр вхідного (вихідного) патрубка для повітря, мм	14
Трійник і кутник:	
Зовнішні діаметри, мм	7
Пробка дойльного стакану:	
Розміри	Згідно ISO 6690
Картрідер:	
Тип картрідера	microSD
Карта пам'яті:	
Тип карти пам'яті	microSD
Об'єм карти пам'яті, Gb	2
Блок живлення:	
Номинальна вихідна напруга, В	12
Максимальний вихідний струм, мА	350
Номинальна вхідна напруга	220 В, 50-60 Гц
Кейс:	
Габаритні розміри, не більше, мм	430×300×140
Загальна вага тестера дойльних установок, не більше, кг	3,7
Метрологічні параметри вимірювання	
Вакуумметричний тиск:	
Діапазон вимірювання тиску, кПа	0-100
Абсолютна похибка вимірювання тиску, не більше, кПа	0,6
Час відгуку датчика тиску, мс	2,5
Пульсації:	
Діапазон вимірювання частоти пульсацій, імпл/хв	40-200
Абсолютна похибка вимірювання частоти пульсацій, не більше, імпл/хв	1
Діапазон вимірювання фаз пульсацій, мс	0-1200
Витрати повітря:	
Діапазон вимірювання витрат повітря, л/хв	0-3000
Абсолютна похибка вимірювання витрат	5

багатокритеріального виробничого контролю доільних установок. За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка – Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 156 с. ISBN 978-966-2602-41-VIII.

Захарченко Л.А., Пащук М.М. ОБҐРУНТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА ЗВ	3
--	----------

Zahraniční ekonomické aktivity

Залесский Б.Л. ОТ ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОСТИ - К ПРОЕКТАМ БУДУЩЕГО	6
Залесский Б. Л. КЛЮЧ К УСПЕХУ - ИННОВАЦИОННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	9

FILOLOGIE

Teoretické a metodologické problémy studia jazyka

Іщенко Т.В. ПРИЧИНИ ПОЯВИ ТА РОЛЬ ЛЕКСИЧНИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ У МОВІ ..	12
---	-----------

Jazyk, řeč, komunikace

Соляник В. І. СТРУКТУРА КОНЦЕПТУ «ПРИРОДА» В МОВНІЙ КАРТИНІ СВІТУ ДЖЕКА ЛОНДОНА.....	15
---	-----------

LÉKAŘSKÉ VĚDY

Morfologie

Shevchenko O. M., Sych V. O. CRITERIONAL COMPLEX OF BLOOD SYSTEM REACTIONS SYSTEM FORECASTING IN THE CONDITIONS OF INFLAMMATION AND EFFECTS OF SUBSTANCE P BLOCKING.....	18
---	-----------

PEDAGOGICKÉ VĚDY

Problémy tréninku

Залесский Б.Л. НА ПУТИ К ОБЩЕМУ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ ПРОСТРАНСТВУ ..	21
---	-----------

Strategické směry reformy vzdělávacího systému

Товканець Г.В. ІННОВАЦІЇ В СУЧАСНІЙ ОСВІТІ: ОСОБЛИВОСТІ ТА ВЛАСТИВОСТІ.....	24
--	-----------

Moderní metody výuky

Кохан Л. В. ВИЯВЛЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДИДАКТИЧНИХ УМОВ РЕАЛІЗАЦІЇ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН	28
Назарова В.В., Вольская А.Г. СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ ДЛЯ КУРСАНТІВ (СТУДЕНТІВ) ПЕРШОГО КУРСУ ПРИ ВИВЧЕННІ УМІЇ	

М.М. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОМП'ЮТЕРНО- ОРІЄНТОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ НА ЗАСАДАХ ТЕХНОЛОГІЇ E-LEARNING	38
---	-----------

TECHNICKÉ VĚDY

Větev inženýrství

Алісв Е.Б., Буйницький О.І., Гусар І.М. ТЕСТЕР ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК	42
Гаврильченко О.С., Зайвий Д.В., Зайва А.С. КЛАСИФІКАЦІЯ І ПРИНЦИПІАЛЬНІ СХЕМИ МАШИН ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ	46
Алісв Е.Б., Мельник А.О., Чорний В.О. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ	49

Transport

Степано О.В., Вешер А.С. INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS: INTERNATIONAL ASPECT	52
CONTENTS.....	55

- *286423*
- *286324*
- *286325*
- *286425*
- *286352*
- *286179*
- *286332*
- *286272*
- *286326*
- *286406*
- *286223*
- *286363*
- *286364*
- *286365*
- *286382*

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**ІНЖИНІРИНГ АГРОПРОМИСЛОВОГО
ВИРОБНИЦТВА**

Всеукраїнська студентська науково-практична конференція

Дніпро, 2021

УДК 631:62-5

Інжиніринг агропромислового виробництва: матеріали Всеукр.
І 62 студ. наук.-практ. конф. (1-2 грудня 2021 р., м. Дніпро). – Дніпро:
ДДАЕУ, 2021. – 80 с.

У збірнику представлені наукові матеріали Всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «Інжиніринг агропромислового виробництва» (заресстровано в УкрІНТЕІ, 8.11.2021, № 904). Тематика наукових матеріалів присвячена питанням розроблення та впровадження інноваційних технологій та технічних засобів агропромислового виробництва.

Наукові матеріали надані в авторській редакції з дотриманням стилю автора. За фактичний матеріал і його інтерпретацію відповідальність несуть автори та наукові керівники.

Адреса оргкомітету:

Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія Сфремова, 25
тел. (050) 970-16-90, Дніпровський державний аграрно-
економічний університет, кафедра механізації виробничих
процесів у тваринництві, dudin.v.yu@dsau.dp.ua

© ДДАЕУ, 2021
© Автори публікацій, 2021

Хоменко Т. А. МЕТОДИКА ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ПІДПРИСМСТВА З ВІДПОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	33
Бабич А.С. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ МИЙНОГО РОЗЧИНУ ПО МОЛОКОПРОВІДНІЙ ЛІНІЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	36
Буйницький О.І. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК	39
Геймур О.С. ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ	42
Панасенко В.А. АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕПАРАЦІЇ РІДКОГО ГНОЮ НА ФРАКЦІЇ	45
Пашенко А.О. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ	48
Похиленко Р.В. АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ПРОТОЧНОЇ ДІЇ	51
Телішко В.М. МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОРМОРОЗДАВАЧА	54
Потапов М.В. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ СИПКИХ КОРМІВ	57
Салогуб Б.Р. КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОДРІВНЮВАЧІВ ЗЕРНА	60
Сажарський В.С. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІДКОЇ ГОДІВЛІ СВИНЕЙ	63

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

Буйницький О.І.

здобувач вищої освіти СВО Магістр,

ОПП Агроінженерія, ІТФ ДДАЕУ

Науковий керівник – Алієв Е.Б.,

доктор технічних наук, старший дослідник

За базовий прилад для удосконалення було взято Тестер доїльних установок, розроблений Інститутом механізації тваринництва НААН (автор Алієв Е. Б. [1, 2], рис. 1, а). Даний пристрій складається із застарілої елементної бази і на сьогодні вже не випускається. Тому прийнято рішення відновити і удосконалити Тестер доїльних установок і впровадити його у дрібносерійне виробництво.

Тестер доїльних установок v. 2.0 складається з автоматизованої системи керування з можливістю приєднувати додаткові зовнішні датчики (датчики витрат повітря, температури і Холла), двох вбудованих датчиків тиску (на базі MPX 5100DP) і елементів живлення. Автоматизована система керування виконана на базі апаратної платформи Arduino Mega 2560 з клавіатурою керування і графічним дисплеєм 3.2" 320×480 TFT LCD (рис. 1).

Обробка, зберігання та відображення результатів вимірювань датчиками здійснюються за допомогою програмного забезпечення апаратної платформи Arduino Mega 2560, алгоритми якого подані на рис. 2 – визначення максимального P_{max} , мінімального P_{min} та середнього P_{mean} тиску вакуумної системи доїльної установки відносно атмосферного, визначення витрат повітря вакуумного насосу Q , визначення частоти обертання вакуумного насосу W , рис. 3 – визначення тривалості фаз А, В, С, D тактів смокання і масажу та період пульсацій ABCD.



Рисунок 1 – Загальний вигляд Тестера доїльних установок в. 1.0 (а) і в. 2.0 (б)

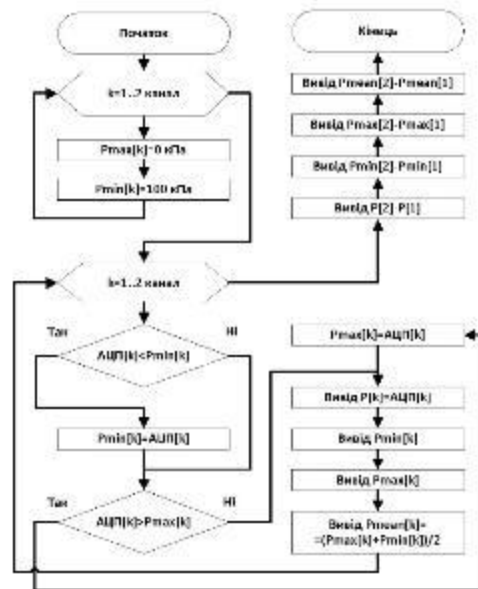


Рисунок 2 – Алгоритм визначення максимального P_{max} , мінімального P_{min} та середнього P_{mean} тиску вакуумної системи доїльної установки відносно атмосферного

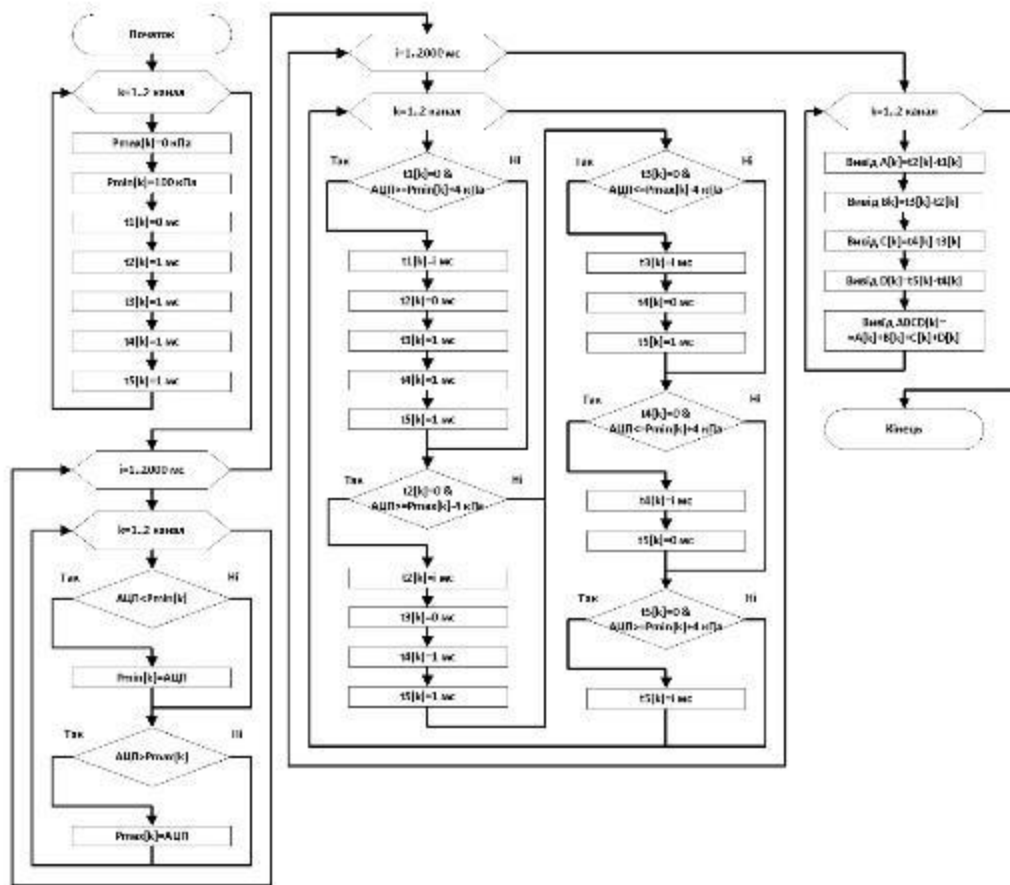


Рисунок 3 Алгоритм визначення тривалості фаз А, В, С, D тактів смоктання і масажу та період пульсацій ABCD

Список використаних джерел:

2. Пат. 67798 Україна, МПК (2012) А 01J7/00. Пристрій для контролю технічних параметрів доїльних установок / Е.Б. Алієв, О.С. Тісліченко; заявник і патенто-власник Ін-т мех. тв-ва НААН. – № у 2011 08417; заявл. 04.07.2011; опублік. 12.03.2012, Бюл. №5, 2012 р.

3. Шевченко, І.А., Алієв, Е.Б. (2013). Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка – Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд. 156 с. ISBN 978-966-2602-41-VIII.