

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:

**Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів насос-дозатора
для систем промивання доїльних установок**

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

_____ Бабич Артем Сергійович

Керівник: _____ Гаврильченко Олександр Степанович

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

Дніпро, 2021

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач 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**

Баби́ч Арте́м Серге́йович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів насос-дозатора для систем промивання доїльних установок

керівник роботи Гаврильченко Олександр Степанович, канд. техн. наук, доцент

(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 існуючого молочно-доїльного обладнання. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

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

1. Аналіз конструктивно-технологічних схем та систем промивання доїльних установок.

2. Розробка математичних залежностей функціонування процесу промивання доїльної установки. 3. Програма і методика експериментальних досліджень. 4. Результати експериментальних досліджень. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6.

Економічна ефективність використання результатів. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Гаврильченко О. С., доцент		
2	Гаврильченко О. С., доцент		
3	Гаврильченко О. С., доцент		
4	Гаврильченко О. С., доцент		
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)

Бабич А.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гаврильченко О. С.

_____ (прізвище та ініціали)

Бабич А. С. Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів насос-дозатора для систем промивання доїльних установок. 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. Аналіз конструктивно-технологічних схем та систем промивання доїльних установок дозволив обґрунтувати напрямки вирішення поставленої мети та задач. В другому розділі проведено теоретичні дослідження технологічного процесу транспортування молока насосами. В результаті експериментальних досліджень визначено якість очищення деталей молокопроводу від забруднень при його циркуляційній промивці. Проведено дослідження стану охорони праці у лабораторії. Виконано економічне обґрунтування розробки. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: доїльна установка, насос-дозатор, параметри, режими, дослідження, ефективність

ЗМІСТ

Вступ	8
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ТА СИСТЕМ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК	9
1.1 Аналіз конструктивно-технологічних схем систем доїння і промивання доїльних установок	9
1.2 Технічні засоби, елементи системи миття доїльних апаратів і установок	13
1.3 Аналіз мийних і дезінфікуючих розчинів для промивання доїльних установок	20
1.4 Мета і задачі досліджень	22
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	24
2.1 Аналіз насосів для систем промивання доїльних установок	24
2.2 Розробка методики розрахунку процесу транспортування молока насосами	27
2.3 Розробка аналітичної моделі шлангового насоса	32
3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
3.1 Програма експериментальних досліджень	40
3.2 Методика експериментальних досліджень	41
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	46
4.1 Режими руху мийних розчинів в молокопроводі	46
4.2 Якість очищення деталей молокопроводу від забруднень при його циркуляційній промивці	49
4.3 Обґрунтування режимів очищення молокопроводу від забруднень	53
4.4 Питома енергія миття молокопроводу	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
5.1 Дослідження стану охорони праці у лабораторії	58

5.2 Охорона праці під час роботи з електроустаткуванням в лабораторії	60
5.3 Розрахунок заземлення нульового дроту	61
5.4 Виробнича санітарія та гігієна праці	63
5.5 Пожежна безпека	65
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	67
ВИСНОВКИ	70
Список використаних джерел	72
Додатки	79

ВСТУП

Останніми роками сільське господарство в Україні зазнало серйозних змін. За рахунок скорочення поголів'я тварин, недосконалості матеріально-технічної бази і недоліків у використанні технологічного устаткування значно зменшилися темпи виробництва всіх видів продукції тваринництва, у тому числі і молочної. У зв'язку з цим, на даний час вживаються відповідні заходи по реконструкції агропромислового комплексу, забезпеченню розвитку його галузей, механізації і автоматизації виробничих процесів.

Задачі подальшого розвитку молочно-тваринництва пов'язані з додатковими вкладками приватних і державних інвестицій на селекцію тварин, вдосконалення форм організації виробництва і праці, застосування нових і вдосконалених технологій і техніки.

Санітарно-гігієнічна якість молока, що виробляється – це показник, що визначається рядом чинників. На сьогодні вирішальне значення на якісні показники молока надає санітарний стан молочно-доїльного обладнання.

Основна частка мікробних і механічних забруднень молока при дотриманні всіх необхідних умов в тваринницьких приміщеннях формується внаслідок недостатнього миття доїльно-молочного обладнання [9, 10, 12, 13, 26, 43 та ін.].

На якість промивки молочної лінії значний вплив мають режими руху миючого розчину (швидкість і турбулентність потоку) [13, 17, 40, 77]. В полі швидкостей турбулентного потоку утворюються вихори (збурення), які активно впливають на стінки молокопроводу, змиваючи з нього залишки молока і жиру.

Підвищення продуктивності праці і забезпечення високої якості одержуваного на УДМ-100М і УДМ-200М молока шляхом вдосконалення технологічного процесу циркуляційного миття молокопроводів цих доїльних установок складає одне з актуальних питань молочно-тваринництва, вирішенню якого присвячена дана робота. Це питання є важливою складовою частиною проблеми підвищення якості молока і усунення втрат сільськогосподарської продукції.

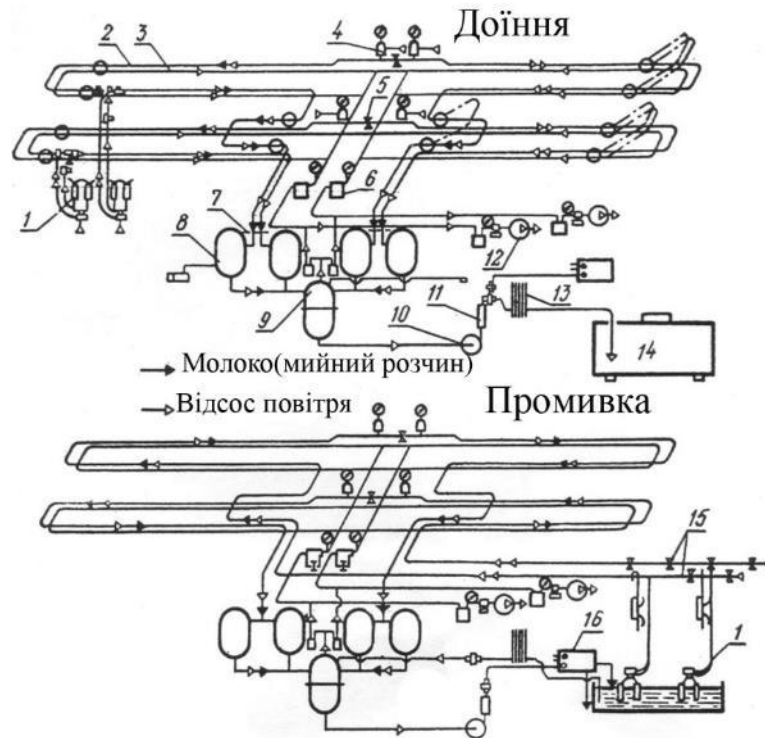
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ТА СИСТЕМ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

1.1 Аналіз конструктивно-технологічних схем систем доїння і промивання доїльних установок

У технологічному процесі використання і обслуговування агрегату АДМ-8 створюються режими доїння і промивки (рис. 1.1). На режимі доїння молокопровід 2 переводиться в горизонтальне положення і за допомогою роздільників 5 перетворюється на окремі незалежні лінії на 50 корів кожна, які починаються у групових лічильників 8 обліку молока і пов'язані з вакуумною магістраллю через запобіжні камери в зоні глибшого вакууму (до диференціального клапана 6). На вакуум-проводі 3 встановлюється вакуум декілька менше, ніж в лініях молокопроводу, а саме 45 кПа (340 мм рт. ст.) у вакуум-проводі і 49 кПа (370 мм рт. ст.) в молокопроводі. Необхідна різниця величини вакууму забезпечується диференціальним клапаном 6. У кожен ліній молокопроводу додатково підсмоктується повітря, а необхідний рівень вакууму підтримується головним вакуумним регулятором 4.

Доїльна апаратура 1 за допомогою спеціальної ручки приєднується до молочно-вакуумного крана. Під дією розрідження молоко з доїльних стаканів поступає в молокопровід і далі через груповий лічильник 8, повітродозподільник 9, насос 10, фільтр 11 і охолоджувач 13 подається в танк 14 для зберігання. За 1 годину дояр при роботі з трьома апаратами може видіти 26...29 корів.

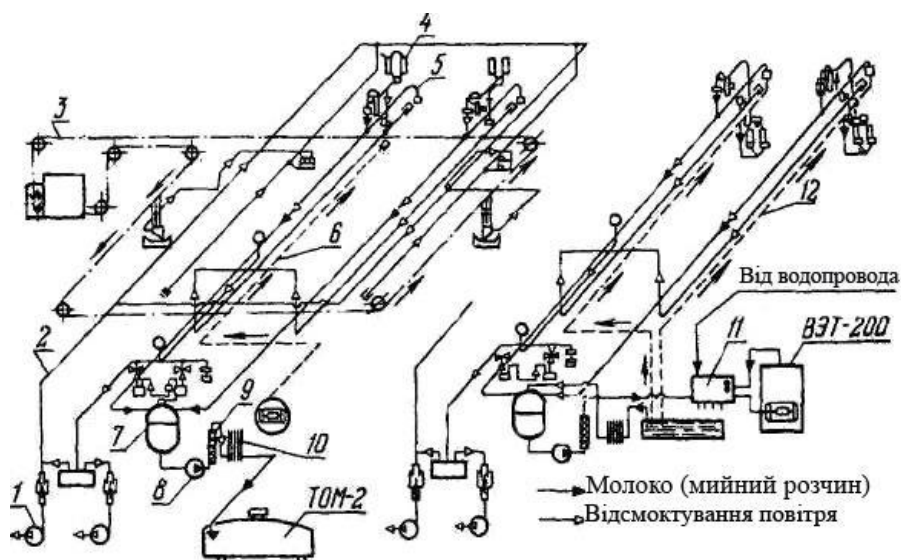
На режимі промивки агрегату за рахунок вакууму здійснюється відсмоктування води, або миючого розчину з ванни через доїльну апаратуру і всю систему молокопроводу. При цьому роздільниками і перемикачами гілки молокопроводу закільцьовують, а охолоджувач з'єднується з повітродозподільником таким чином, що утворюються три замкнуті лінії, по яких циркулює вода або мийний розчин згідно програмі, забезпечуваної автоматом промивки. [72, 73]



1 – доїльна апаратура; 2 – молокопровід; 3 – вакуумпровід; 4 – головний вакуумрегулятор; 5 – розподільник; 6 – диференціальний клапан; 7 – перемикач; 8 – груповий лічильник молока; 9 – повітророзподільник (молокозбірник); 10 – насос молочний; 11 – фільтр; 12 – насос вакуумний; 13 – охолодник пластинчатий; 14 – танк молочний; 15, 16 – пристрій і автомат промивки

Рисунок 1.1 – Схема агрегату АДМ-8 в режимах доїння і промивки

Технологічний процес використання і обслуговування доїльних установок УДТ-6 і УДЕ-8 включає операції по підготовці установок до доїння, впускання корів в доїльний зал і верстати, видачу норми концентрованих кормів, підготовку вимені корів до доїння, установку доїльних апаратів на соски, процес доїння, (рис. 1.2) вимір удоїв молока, транспортування, фільтрацію, охолодження молока і подачу його в місткості для зберігання, зняття апаратів з сосків, випуск корів з верстатів і доїльного залу, промивку і дезінфекцію доїльної апаратури і молочної лінії.



- 1 – насос вакуумний; 2 – вакуумна лінія (для приводу пневмокамер, підключення апаратів, системи первинної обробки молока і автомата промивки);
 3 – кормороздавач; 4 – доїльна апаратура; 5 – молокопровід;
 6 – лінія підмиву вимені; 7 – повітродозподільник – молокозбірник; 8 – насос молочний; 9 – фільтр; 10 – охолодник молока; 11 – автомат промивки;
 12 – трубопровід з промивочними головками

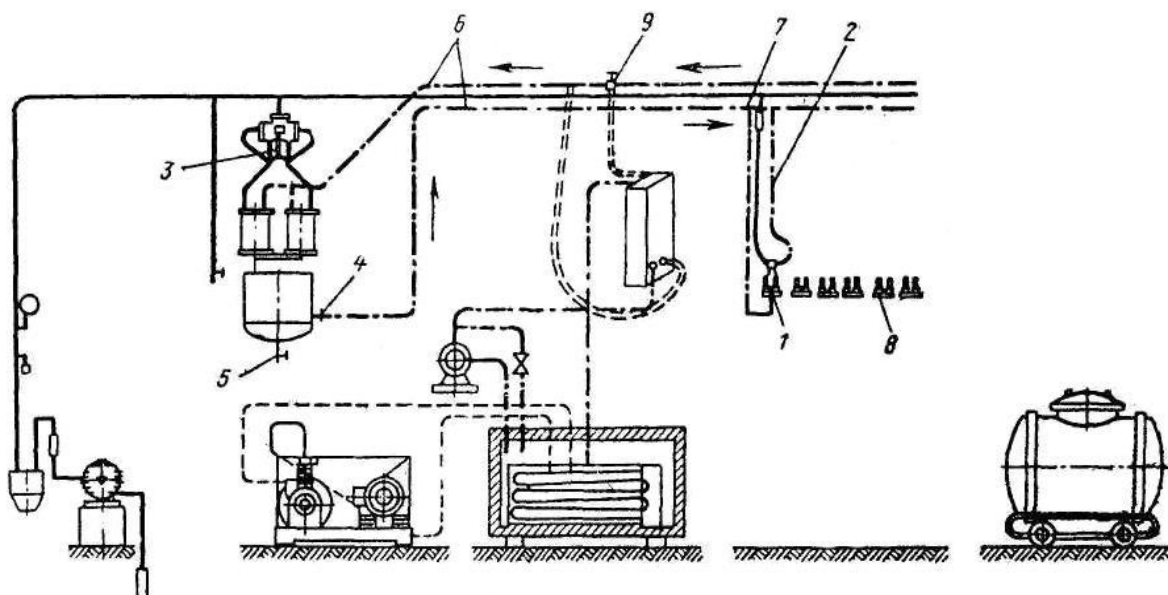
Рисунок 1.2 – Схема установки УДЕ-8 в режимах доїння і промивки

У режимі доїння під дією розрідження (вакууму) молоко з цистерни сосків вимені витягується доїльним апаратом, потім воно поступає в УЗМ – 1 (при контрольному доїнні), або безпосередньо в молокопровід. По молокопроводу молоко транспортується в молочне відділення, де поступає у повітродозподільник, відділяється від вакууму і молочним насосом через фільтр і пластинчастий охолоджувач подається в місткості для зберігання. Вакуумний режим доїльної апаратури і всієї системи забезпечується вакуумним насосом, вакуумним регулятором і диференціальним клапаном

У режимі промивки вода, або миючий розчин засмоктується з ванни по трубопроводу, через промивальні головки до доїльної апаратури і далі через всю систему молочного трубопроводу подається до молокозбірника. З молокозбірника вода (розчин) насосом подається до автомата промивки, працюючому згідно

встановленій циклограмі. Одночасно по іншому трубопроводу вода (розчин) через охолоджувач молока засмоктується в молокозбірник, промиваючи охолоджувач і стінки молокозбірника. [30, 31]

Доїльна установка з молокопроводом «Імпульс» М-620 (виробництва НДР) дістала широке розповсюдження на молочних фермах нашої країни. Технологічна схема її представлена на рис.1.3. Установка розрахована на 120 корів. При доїнні молоко з доїльних апаратів поступає в молокопровід. Далі воно прямує в молочну, де очищається, проходячи через фільтр 11, охолоджується пластинчастим охолоджувачем 13 і збирається в транспортну цистерну, що вакуумується, 15 місткістю 630, або 1000 л. Установка укомплектована двотактними доїльними апаратами М-59 з попарним доїнням чвертей вимені.



- 1 – доїльний апарат; 2 – шланг; 3 – з’єднувальні шланги; 4 – перекриваючі шланги;
 5 – зливний кран; 6 – трубопровід системи; 7 – з’єднувальний трубопровід;
 8 – головка тримача для промивки доїльних апаратів; 9 – скляний прохідний кран

Рисунок 1.3 – Схема роботи доїльної установки М-620 «Імпульс» при промивці обладнання

Доїльні стакани через колектор подвійним повітряним шлангом сполучені з пульсатором 9, розташованим на повітропроводі 5. Останній, як і молокопровід,

закільцьований у вигляді петлі, в центрі якої встановлені двоходовий скляний кран-роз'єднувач і два регулятори розрідження 3 з фільтрами і приладами 6 для вимірювання тиску. Під час доїння роз'єднувальні крани молокопроводу перекриті, внаслідок чого утворюються тупикові гілки, в кінці яких через регулятори розрідження створюються тупикові гілки, в кінці яких через регулятор розрідження і фільтр підсмоктується повітря, сприяюче поліпшенню умов транспортування молока. Розрідження в молокопроводі рівне 53 кПа. Під час промивки роз'єднувальний кран відкривається, і тупикові гілки з'єднуються, утворюючи петлю [5, 62].

1.2 Технічні засоби, елементи системи миття доїльних апаратів і установок

Система промивки призначена для автоматичної промивки молочної лінії доїльної установки. Основу автомата промивки складають командний пульт, що задає циклограму промивки, і виконавчі механізми: крани і вентиля з пневматичним управлінням.

Автомат промивки дозволяє: прополіскувати і просушувати молочну лінію перед і після доїння, зливати брудну воду в каналізацію; заповнювати ванну миючими розчинами і гарячою водою, виконувати циркуляційну промивку і прополіскувати молочну лінію чистою водою, відкачувати залишки води з молокозбірника, вимикати вакуумні і молочні насоси.

Перед початком промивки перемикач шафи управління встановлюють в положення «Промивка», при якому проточний водонагрівач відключається від системи обмивання вимені і перекриває водопровідний вентиль.

На командному пульті за допомогою набирача програми до включення командного пульта на прополіскування молочної лінії перед доїнням встановлюють одну з двох можливих послідовностей програми промивки.

При установці ручки перемикача в положення «1» виконується перша програма, яка забезпечує прополіскування і просушування молокопроводу перед

початком доїння протягом 10 хв і лужну промивку після доїння протягом 31 хв.

При положенні ручки перемикача проти відмітки «2» виконується друга програма, при якій молочну лінію прополіскують перед доїнням протягом 10 хв, промивають кислотним і лужним розчинами після доїння.

Командний пульт за допомогою програмного валу з десятьма кулачковими дисками управляє через мікроперемикачі електромагнітними клапанами. Клапани пропускають атмосферне повітря, або вакуум на мембрані виконавчі механізми кранів і вентилів.

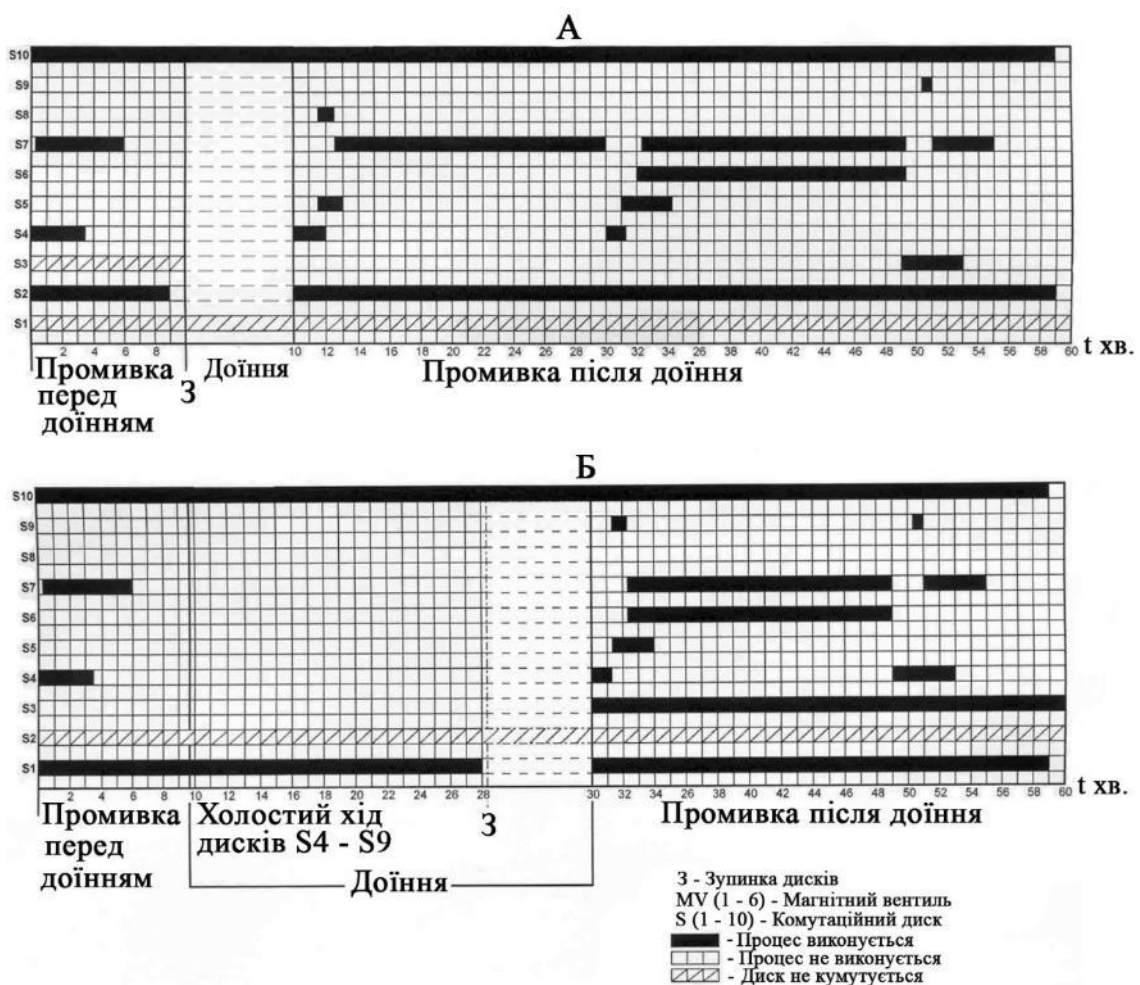


Рисунок 1.4 – Циклограма промивки молочної лінії

Циклограма промивки показана на рис. 1.4. Програмні диски S1, S2 і S3 забезпечують комутацію електричних ланцюгів. Диски S4 і S5 за допомогою електромагнітних клапанів пульта і поплавкового клапанного вимикача

управляють подачею холодної і гарячої води у ванну. Диск S6 подає команди для включення і виключення проточного водонагрівача під час циркуляційної промивки. Диск S7 подає команди на крани, які забезпечують циркуляційну промивку з підігрівом миючої рідини, або злив рідини в каналізацію. Диски S8 і S9, включаючи електромагнітні вентиля M5 і M6 забезпечують подачу вакууму в дозатори і всмоктування в них потрібної кількості лужного і кислотного концентратів які потім зливаються у ванну.

Оперативний запас мийних концентратів розміщується під автоматом промивки в спеціальних пластмасових каністрах. На кінцях всмоктувальних шлангів надіті наконечники з фільтром і гвинтом, за допомогою якого можна регулювати пропускну січення шланга і кількість концентрату, засмоктуваного в дозатор. Диск S10 виключає вакуумні насоси в кінці промивки.

Для прополіскування молочної лінії перед доїнням нажимають кнопку пульта. При цьому включається ventиль подачі холодної води в ванну, через 50 с після початку подачі переключаються крани, забезпечуючи повернення води насосами із молокоприймача в ванну (циркуляційне прополіскування); через 6 хв крани переключаються і вода із системи промивки зливається в каналізацію; через 10 хв прополіскування закінчується (сигнальна лампочка на пульті гасне).

Для промивки лінії після доїння повторно включають кнопку пульта. При цьому включається ventиль подачі холодної води; згідно циклограмі, періодично подається в ванну гаряча вода від електронагрівника типу ВЭТ-400 через ventиль в систему циркуляції включається проточний водонагрівач для підігрівання мийного розчину; крани забезпечують подачу рідини в ванну на циркуляцію, або в каналізацію на злив; в залежності від встановленої програми в потрібний момент включаються дозатори мийно-дезінфікуючих розчинів.

Під час промивки рідина циркулює по двох контурах. Перший контур створюють ванна, шланги, промивочні трубопроводи, промивочні головки, доїльні апарати, молокопровід, молокоприймач. Другий контур створений ванною, перехідником, шлангом, охолоджувачем, молоко приймачем.

По мірі накопичення мийного розчину в молокоприймачі два молочних

насоса відкачують її на злив в каналізацію, або назад у ванну на циркуляцію в залежності від положення кранів. Насос подає рідину через фільтр до крану, а потім в ванну, або на злив,

Насос прокачує рідину через проточний водонагрівник і крани назад у ванну, або на злив.

При експлуатації автомата промивки потрібно пам'ятати, що прополіскування молочних ліній перед доїнням - процес обов'язковий, оскільки в молочній лінії після промивки по закінченню попереднього доїння залишається лужний розчин, який перешкоджає розвитку мікрофлори в проміжках між доїннями [45].

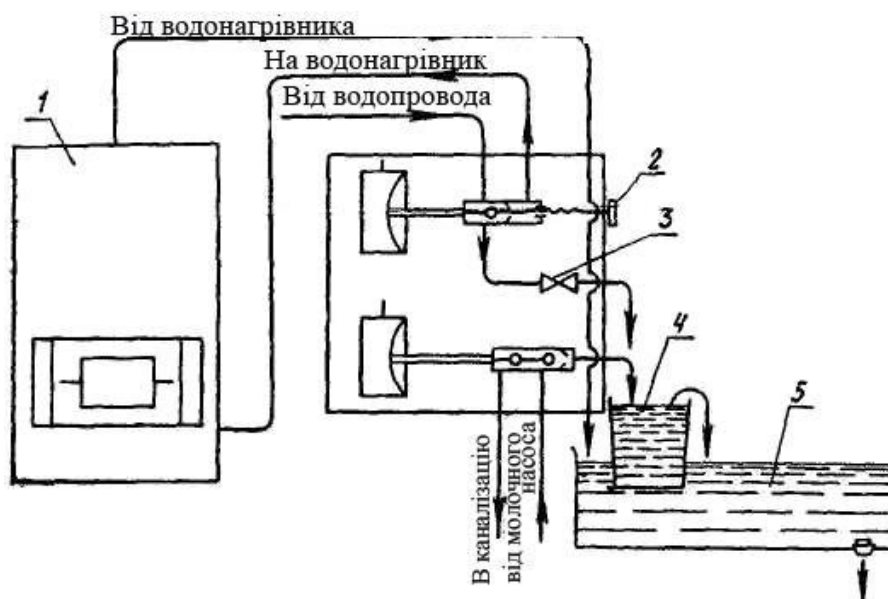
Системи промивки молокопровідних шляхів вітчизняних доїльних установок уніфіковані (окрім УДС-ЗА). Вони нагрівають воду, готують миючий розчин, автоматизують процес циркуляційної промивки, збирають воду і розчин і скидають їх в каналізацію. У систему промивки доїльної апаратури, молокопровода і лінії первинної обробки молока входять пристрої промивки, автомат промивки і електронагрівник.

У пристроях промивки установок УДТ-6 і УДЕ-8 не передбачається перенесення доїльних апаратів, вони залишаються на робочих місцях і їх підвішують в доїльному залі на спеціальні кронштейни, а на їх доїльні стакани надягають промивальні чашки, сполучені шлангами з промивальним трубопроводом. До ванни пристрою місткістю 57 л підведені два кінці промивальних трубопроводів, закріплений патрубок для приєднання шланга від охолоджувача молока, а також передбачена труба, що сполучається з фільтром молока.

Пристрій промивки УДС-ЗА збирає воду і миючий розчин у ванну (57л) при циркуляційній промивці доїльних апаратів і лінії первинної обробки молока. Управляють процесом, перемикаючи шланг з перехідником на кінці трубопроводу промивки і переставляючи шланг, що сполучає молочний насос з ванною.

Автомат промивки доїльних установок АДМ-8, УДТ-6 і УДЕ-8 уніфікований і складається з розподільника води і шафи управління. У

розподільнику води (рис. 1.5) встановлені два мембранні вентиля з пневматичним приводом.



1 – водонагрівач ВЭТ – 200; 2 – ручний вентиль гарячої води; 3 – ручний вентиль холодної води; 4 – чаша для мийного концентрату; 5 – ванна

Рисунок 1.5 – Схема роботи розподільника води

Одним вентилем гарячу воду пропускають у ванну, а іншим систему перемикають на циркуляційну промивку і злив мийного розчину в каналізацію. Під вхідну у ванну трубу крана циркуляційної промивки поміщена чаша з мийним концентратом. Для ручного управління розподільник води забезпечений ручними вентилями холодної і гарячої, води.

Шафа управління містить магнітний пускач, кнопочку станцію, пульсатор, запобіжник і командний пристрій типу КЭП-12У (рис. 1.6) [57].

Автомат промивки, яким обладнана доїльна установка АДМ-8, служить для дезінфекції і ретельної промивки доїльних апаратів, молочної лінії і всього устаткування після закінчення доїння. Автомат послідовно виконує наступні операції:

1. Прополіскування водою апаратів, молочних ліній, доїльного

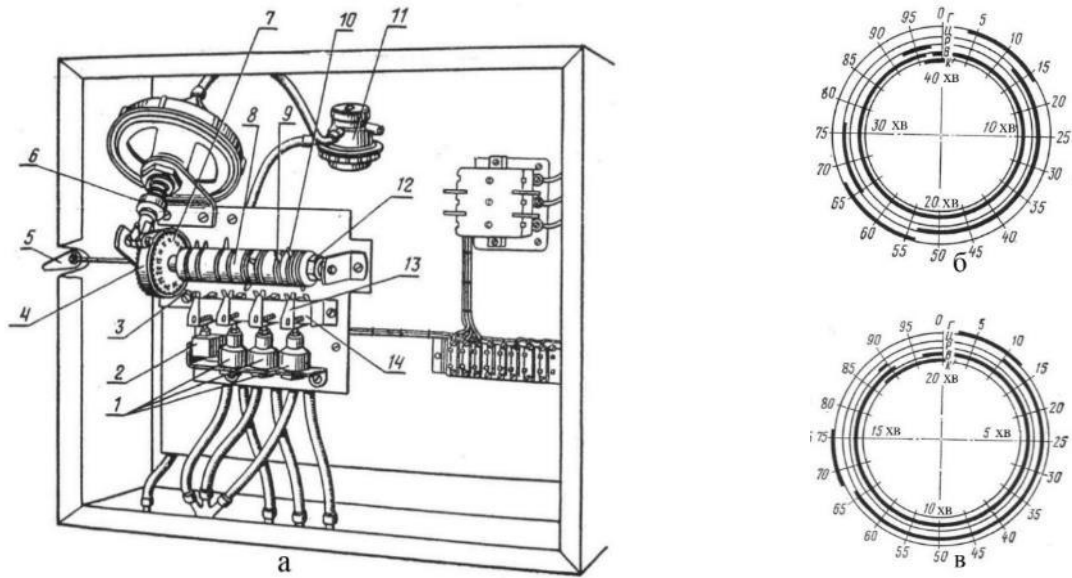
устаткування і зливання відпрацьованої води в каналізацію.

2. Заповнення ванни миючим і дезінфікуючим розчином.
3. Проведення циркуляційної промивки.
4. Відкачування залишків води з молоко приймача, повітророзподільника.
5. Виключення повітряних і молочних насосів.

Система автомата промивки доїльної установки (рис. 1.7, а) виконує автоматичне управління циркуляційною промивкою молокопроводу і молочного обладнання по заданій програмі. В шафі 12 управління змонтовані магнітний пускач 2 молочного насоса, пульсатор 11, пневмокамера 5, два храпових колеса 3 з двома собачками 4, валик 6, чотири клапана виключення вакуумного насоса і молочного насоса, клапани включення циркуляційної промивки 9 і гарячої води 10. Ванна 16 призначена для розчину мийної рідини і служить опорою кронштейна колекторної труби для підключення апаратів, що промиваються.

Після настроювання доїльної установки АДМ - 8 на промивку, закінчення доїння і збір залишків молока виконують підключення шафи управління до головної вакуумної магістралі. Через трійник вакуум розповсюджується в пульсатор і до клапанів. Пульсатор регулюють на заводі на частоту 40 пульсів в хвилину. Пульсатор перетворює постійний вакуум в чергующихся один за одним імпульси вакуума і постійного атмосферного тиску. Сигнали поступають у воронку пневмокамери 5. На кінці штока діафрагми пневмокамери розміщено дві собачки 4, входячи в зачеплення з храповиками 3. Ліва собачка знаходиться весь час в контакті з лівим храповиком і прокручує його на один зуб при кожному ході штока.

При повороті правого храповика одночасно повертаються чотири пари кулачків, закріплених на валику 6 храповика. Перша пара кулачків від храповика управляє мікрореле 7 вакуумного насоса; друга пара – клапаном 8 виключення молочного насоса; третя пара – клапаном 9 включення циркуляційної промивки доїльних апаратів і молокопроводу; четверта пара - роботою клапана 10 включення гарячої води.



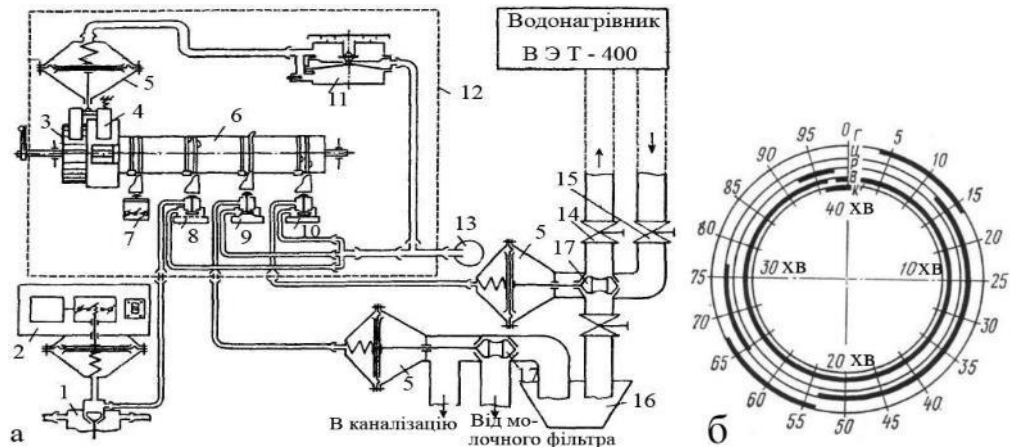
а – командний прилад: 1 – клапан; 2 – мікроперемикач; 3 – фіксатор;
 4, 7 – храповики; 5 – рукоятка; 6 – пневмопривід з храповим механізмом;
 8 – розподільний вал; 9, 10 – кулачки; 11 – пульсатор; 12 – гайка; 13 – защілка;
 14 – блок вимикача; б – циклограма на 40 хв автомата агрегата АДМ-8;
 в – циклограма на 20 хв автомата установок АДТ-6 і УДЕ-8; Г – гаряча вода;
 Ц – циркуляційна промивка (мийний розчин направляється назад у ванну);
 Р – примусове включення молочного насоса; В – вакуумний і молочний насоси і
 командний прилад; К – командний прилад (тільки для доведення циклу до «0»)

Рисунок 1.6 – Командний прилад і циклограми промивки

Розміщення кулачків на валу храпового колеса, що обертається, виконано в строгій відповідності по часу з початком і тривалістю включення контактів електродвигуна вакуумного насоса і відкриття вентилів в розподільнику води. При натисканні кулачка на той чи інший клапан вакуум розповсюджується у воронку відповідної пневмокамери. Дві пневмокамери встановлені у розподільнику води. Це забезпечує подачу гарячої води у ванну і злив використаного розчину у каналізацію

На рис. 1.12, б зображена циклограма роботи автомата циркуляційної промивки доїльної установки АДМ-8. Заводське регулювання забезпечує

тривалість всього циклу циркуляційної промивки у 40 хвилин з урахуванням перекриття фаз при тривалості власне промивки і дезінфекції у 15 хвилин і прополіскування у 5 хвилин [60].



1 – молокозбірник; 2 – магнітний пускач молочного насоса; 3 – храпове колесо; 4 – собачка; 5 – пневмокамера; 6 – валик; 7 – мікрровимикач вакуумного насоса; 8 – клапан вимикання молочного насоса; 9 – клапан включення циркуляційної промивки; 10 – клапан включення гарячої води; 11 – пульсатор; 12 – шафа управління; 13 – вакуум-провід; 14, 15 – вентиля холодної і гарячої води; 16 – ванна; 17 – фасонний ventиль; б: Г – гаряча вода ($T=338 - 343 \text{ K}$); Ц – циркуляційна промивка; Р – примусове включення молочного насоса; В – вакуумний і молочний насоси, командний пристрій (тільки для доведення циклу промивки до «0»)

Рисунок 1.7 – Схема системи автомата циркуляційної промивки уніфікованої доїльної установки АДМ-8 і циклограма промивки (б)

1.3 Аналіз мийних і дезінфікуючих розчинів для промивання доїльних установок

Кальцинована сода. Використовують 0,5%-ний розчин, що має температуру не нижче $55 \text{ }^\circ\text{C}$. Для миття доїльних апаратів його готують безпосередньо перед використанням. Розчини з підвищеною концентрацією кальцинованої соди діють на алюмінієві деталі доїльних апаратів і подразнюють шкіру рук доярок.

Синтетичні порошки А, Б, В більш придатні для миття доїльних установок. Вони містять кальциновану соду, мийну речовину – сульфанол і антиокислювальну добавку – металсилікат. Порошки добре розчиняються у воді. Порошок типу А використовують на фермах, які забезпечуються водою з великою жорсткістю. При середній і нормальній жорсткості води використовують будь-який порошок.

Розчини готують перед використанням у 0,5 % концентрації (на 10 л гарячої води з температурою не нижче 55°C додають 50 г порошку). Мийні речовини не мають дезінфікуючої дії, тому після миття доїльної апаратури апарати і молокопровід дезінфікують.

Для дезінфекції доїльного обладнання використовують 0,1 %-ні розчини гіпохлорату кальцію, гіпохлорату натрію, освітлений розчин хлорного вапна, водяну пару. Освітлений розчин хлорного вапна або гіпохлорат кальцію із вмістом 2,5 % активного хлору готують у дерев'яній бочці з щільною кришкою. Для приготування розчинів хлорного вапна зважують необхідну кількість цих препаратів залежно від вмісту активного хлору.

Для визначення кількості вапна і гіпохлорату кальцію, необхідних для приготування дезінфікуючих розчинів із вмістом 2,5 % активного хлору на 1 л, користуються таблицею 1.1.

Таблиця 1.1 – Приготування освітлених розчинів хлорного вапна і гіпохлорату кальцію

Освітлений розчин хлорного вапна		Освітлений розчин гіпохлорату кальцію		Освітлений розчин хлорного вапна		Освітлений розчин гіпохлорату кальцію	
Вміст активного хлору в вапні, %	Кількість хлорного вапна на 100л води, кг	Вміст хлору в гіпохлораті кальцію, %	Кількість солі кальцію на 100л води, кг	Вміст активного хлору в вапні, %	Кількість хлорного вапна на 100л води, кг	Вміст хлору в гіпохлораті кальцію, %	Кількість солі кальцію на 100л води, кг
16	15,6	45	5,5	21	11,9	59	5,0
17	14,7	46	5,4	22	11,4	51	4,9
18	13,9	48	5,3	23	10,9	52	4,8
19	13,1	48	5,2	24	10,4	53	4,7
20	12,5	49	5,1	25	10,1	54	4,6

Гіпохлорат натрію готують на фермі із хлорного вапна і кальцинованої соди. Для цього в чисту дерев'яну бочку насипають кальциновану соду із розрахунку 10 кг на 100 л гарячої води, перемішують і після охолодження додають 10 кг сухого хлорного вапна. Все це перемішують, після чого бочку закривають кришкою і залишають на 24 год. Відстояний зеленуватий розчин гіпохлорату натрію використовують для приготування робочих розчинів протягом 10 днів.

1.4 Мета і задачі досліджень

Метою досліджень є підвищення ефективності промивання доїльної установки шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів насоса-дозатора.

Якість молока, відповідно і його ціна, залежить від багатьох факторів. Одним із таких факторів є чистота елементів доїльних установок, до яких належать молокопровід і доїльні апарати. Від ефективності їх миття залежить і якість молока і його собівартість. Адже перевитрата мийних розчинів збільшує собівартість молока, а недодача мийного розчину - знижує якість миття молокопроводу, доїльних апаратів, молочних насосів і лічильників молока і ін., що відповідно призводить до зниження якості молока.

У сучасних ринкових умовах з метою збільшення рентабельності підприємства, є потреба застосування напівавтоматичних і автоматичних насосів-дозаторів для приготування мийних і дезінфікуючих розчинів для доїльних установок і апаратів.

Розглянемо можливість використання насосів різних типів для дозування мийних і дезінфікуючих розчинів.

У зв'язку з цим в задачі досліджень входили:

1. Провести аналіз конструктивно - технологічних параметрів і режимів роботи насосів дозаторів мийних розчинів;

2. Обґрунтування режимів миття молокопроводу і визначення якості санітарного стану поверхонь, що очищаються;

3. Обґрунтування можливості інтенсифікації процесу видалення забруднень шляхом посилення перебігу газорідинної миючої суміші і використання механічного очищення;

4. Визначення раціональних параметрів системи миття молокопроводу;

5. Економічне обґрунтування використання насосів дозаторів для миття молокопроводу.

Як робоча гіпотеза досліджень цієї системи висунуто припущення про те, що технологічний процес очищення молокопроводу від забруднень можливо інтенсифікувати шляхом посилення пульсацій потоку миючої рідини періодичною подачею в молокопровід повітря атмосферного тиску, а також механічним очищенням внутрішньої поверхні труб за допомогою пружних пробок, що вводяться в молокопровід автоматично через задані проміжки часу.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

2.1 Аналіз насосів для систем промивання доїльних установок

Насос молочний універсальний НМУ-6 відцентровий горизонтальний одноступінчатий та односторонньої дії, призначений для перекачування молока, води і миючої рідини в молочних лініях доїльних установок, якщо ці рідини не містять абразивних домішок, мають температуру не більш 75°C і в'язкість не більш 4 сантипуаза.

Насос НМУ-6 забезпечує подачу молока, або миючої рідини до 5000 л/год з вакуумованої ємності і до 6000 л/год – з місткості, що знаходиться під атмосферним тиском.

Будова і загальний вид насоса НМУ-6 показано, а технічні параметри.

Електронасоси відцентрові для рідких молочних продуктів Г2-ОПА, Г2-ОПБ, Г2-ОПВ і їх модифікації, призначені для перекачування молока і схожих з ним по в'язкості і хімічній активності харчових продуктів, а також миючих розчинів з температурою не вищий 90°C.

По конструкції електронасоси Г2-ОПА (36-1Ц1, 8-12), Г2-ОПБ (36-1Ц2, 8-20; 36-МЦ-10-20), Г2-ОПВ (36-1Ц2, 8-31) – відцентрові, одноступінчаті, консольно-моноблочного типу, із закритими лопатями робочого колеса. Електронасоси молочні відцентрові самовсмоктувальні Е8-36МЦС-13-10 (36-3Ц-3,5-10) і Г2-ОПД (50-3Ц7,1-20), служать для перекачування молока з місткостей, розташованих як вище за рівень установки насоса, так і нижче за нього. Висота всмоктування залежить від опору всмоктувального трубопроводу і температури молока.

Насос одержує самовсмоктувальну здатність в результаті застосування повітророздільника, сопла і зігнутого догори всмоктувального патрубку, робочі характеристики насосів приведені, а технічні.

Електронасос молочний відцентровий 50-1Ц7,1-31 (50-МЦ-25-31), консольно-моноблочного типу, одноступінчатий, з одностороннім всмоктуванням, служить для перекачування і нагнітання молока і молочних продуктів, що мають температуру до 80°C. Електронасоси цього типу більш масивні і продуктивні. Загальний вигляд показаний, а робочі характеристики.

Насос шестерінчастий НШМ-10, призначений для перекачування молочних продуктів в'язкістю до 160 см²/с і температурою до 60°C, але може бути використаний і для перекачування цільного молока, а також як живильник - для подачі різних молочних продуктів в строго певній кількості. Відноситься до типу насосів об'ємної дії, характеризується рівномірною подачею перекачуваної рідини і спокійною, без ударів, роботою. Загальний вигляд показаний, а технічні характеристики.

Під час роботи насоса шестерні обертаються в протилежні сторони. Внизу продукт, що поступає із всмоктувального трубопроводу, заповнює западини між зубами і переноситься у бік нагнітального патрубку. Тут зуби шестерень входять в зачіплююче і продукт із западин витісняється в нагнітальний патрубок.

Насос ротаційний (шестеренний) НРМ - 2, призначений для перекачування молочних продуктів в'язкістю не вище 15-103 м²/с, а також для подачі строго певної кількості молока і молочних продуктів в апарати потокових технологічних ліній. Загальний вигляд показаний у, а технічні характеристики наведені у.

Насос ОНМ-6 застосовується для перекачування молока в потокових технологічних лініях обробки і переробки молока.

Мембранний насос з вакуумним приводом УДГ-11.000, як правило використовуються на пасовищах, де переважно відсутня електроенергія, При відсутності електроенергії насоси приводяться в дію від двигунів внутрішнього згорання (переважно це двигуни марки ЗІД-4,5).

Пристрій мембранного насоса з вакуумним приводом. Робоча камера насоса, корпус 17, кришка 15, молочна діафрагма 18 уніфіковані з аналогічними деталями мембранного насоса ОНМ-6, що має механічний привід.

Блок пульсаторів цього насоса складається з регульованого I і залежного II

пульсаторів. Перший має камеру 9 постійного і дві камери 7 і 8 змінного вакууму. Працює він, як і пульсатор доїльного апарату. Залежний пульсатор також має дві камери 10 і 12 змінного вакууму. Остання сполучена каналом 14 з камерою 8 змінного вакууму регульованого пульсатора, а камера 10 - клапаном з камерою 9 постійного вакууму і каналом 13 з кільцевою камерою 4 діафрагменного насоси. Крім того, між діафрагмою і корпусом пульсатора утворюються камери 6 і 11, пов'язані з атмосферою радіальними каналами. В момент, коли в камері 8 регульованого пульсатора встановлюється вакуум, останній по каналу 14 передається в камеру 12 залежного пульсатора і в камеру 5, створеною діафрагмою 3 і вакуумною кришкою насоса. За рахунок різниці площ нижнього і верхнього клапанів залежного пульсатора верхній клапан закривається і діафрагма пульсатора II займає положення, показане на рис. 11. При цьому камера 10 сполучається з камерою 11, і атмосферний тиск по каналу 13 передається в кільцеву камеру 4 насоси. Оскільки в камері 5 створюється розрідження, то діафрагма 3 переміщається і займає положення, показане на малюнку. Одночасно переміщається діафрагма 2 і в камері 1 насоса створюється розрідження.

Під тиском стовпа молока відкривається всмоктувальний клапан, а нагнітальний закривається. Молоко заповнює камеру 1. Коли в камері 8 регульованого пульсатора встановиться атмосферний тиск, воно передається в камеру 5 насоса і в камеру 12 залежного пульсатора. Діафрагма пульсатора II прогнеться (як показано на малюнку) і відокремить камеру 10 від камери 11, пов'язаної з атмосферою, і відкриє клапан камери 9 постійного вакууму. Вакуум по каналу 13 передається в кільцеву камеру 4, а атмосферне повітря через камери 6 і 8 заповнить камеру 5 насоса. За рахунок перепаду тиску в камерах 4 і 5 діафрагма 3 переміститься у зворотному напрямі і пересуне діафрагму 2.

Молоко, що знаходиться в молочній камері, відкриє всмоктувальний і відкриє нагнітальний клапани і заповнить нагнітальний патрубок. Потім цикл повторюється.

Стабільність роботи насоса забезпечується щоденною настройкою блоку пульсаторів. Частота пульсацій вакууму і атмосферного тиску повинна

підтримуватися в межах 25...30 в 1 хв. [1, 2, 28, 51, 52]

Перитинальний шланговий насос його принцип роботи полягає в наступному. Обертання від двигуна через шків пасової передачі підводиться до ротора насоса, який приводить в рух вижимний ролик. Ролик, стискаючи еластичний шланг, відсікає в його витках ряд замкнутих порожнин, які при обертанні ротора насоса переміщуються у бік нагнітання. Всмоктування перекачуваної рідини відбувається при відновленні перетину деформованого шланга за рахунок пружності його матеріалу. [63]

2.2 Розробка методики розрахунку процесу транспортування молока насосами

Загальна схема насосної установки показана на рис. 2.1. Рідина з приймальної місткості 1 засмоктується насосом 7 через всмоктувальний трубопровід 2 і під тиском по нагнітальному резервуару 4 подається в напірний резервуар 5.

Відстань від осі насоса до рівня рідини в приймальному резервуарі називають геометричною (геодезичною) висотою всмоктування H_{bc} (м), а відстань від рівня подачі рідини в напірний резервуар до центру насоса - геометричною (геодезичною) висотою нагнітання H_n (м).

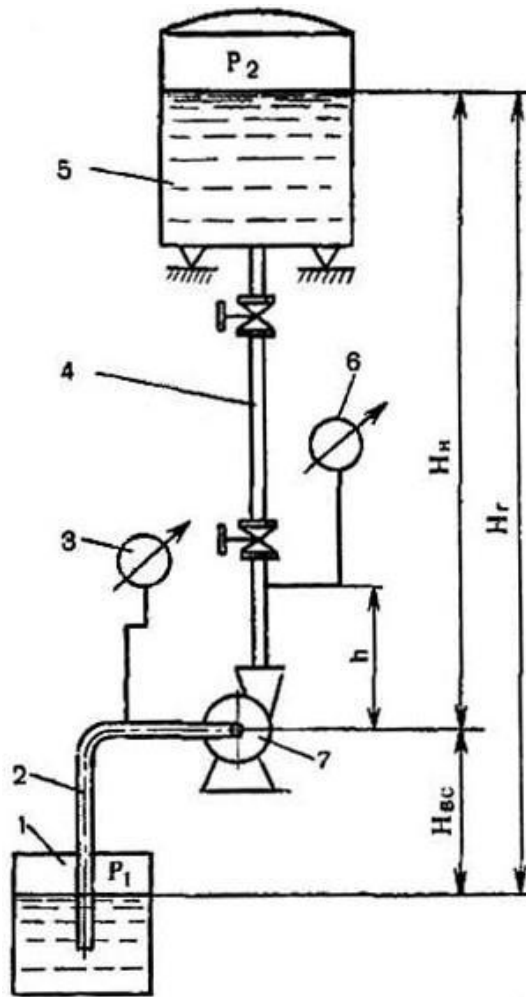
Перевищення рівня рідини в напірному резервуарі над рівнем рідини в приймальному резервуарі є геометрична висота підйому рідини H_r (м).

Загальні втрати тиску в насосній установці складаються з втрат тиску у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах:

$$h_r = h_{bc} + h_n. \quad (2.1)$$

Основними технічними показниками, що характеризують роботу насосів будь-яких типів, є наступні параметри: подача (продуктивність), тиск, споживана потужність і коефіцієнт корисної дії (ККД).

Подача насоса характеризується кількістю рідини, що перекачується в одиницю часу.



1 – приймальна місткість; 2 – всмоктувальний трубопровід; 3 – вакуумметр;
4 – нагнітальний трубопровід; 5 – резервуар; 6 – манометр; 7 – насос

Рисунок 2.1 – Схема насосної установки

Подача може бути об'ємною (л/год; м³/год) або масовий (т/год, т/с, кг/с).

Масова подача m пов'язана з об'ємною співвідношенням:

$$m = \rho \cdot VT, \quad (2.2)$$

де m – масова витрата рідини, кг/с; ρ – густина рідини, кг/м³; VT – об'ємна витрата рідини, м³/с.

Подача (продуктивність) відцентрових насосів залежить від розмірів і частоти обертання робочих дисків.

У одного і того ж відцентрового насоса подача зміниться при зміні висоти підйому рідини, тобто чим більше необхідний тиск рідини, тим менша подача

насоса, і навпаки.

Подача об'ємних насосів при їх хорошому конструктивному виконанні коливається трохи при зміні тиску і в'язкості рідини.

Тиск насоса – це кількість енергії, що набуває кожною одиницею об'єму що протікає через насос - рідини, яку визначають по залежності (ГОСТ 17398-72):

$$P = P_2 - P_1 + \rho \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + \rho g(Z_2 - Z_1), \quad (2.3)$$

де P_2 і P_1 – тиск на виході і вході в насос, Па; W_2 і W_1 – швидкість рідини на виході і на вході в насос, м/с; Z_2 і Z_1 – висота центру тяжіння перетину виходу і входу в насос над рівнем рідини в приймальному резервуарі, м; ρ – щільність рідини, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с².

Тиск насоса визначають із залежності (ГОСТ 17398-72):

$$H = \frac{P}{\rho g}, \quad (2.4)$$

де P – тиск створюваний насосом, Па; ρg – питома маса рідини, Н/м³.

З рівняння видно, що тиск насоса можна розглядати як його тиск, виражений в метрах стовпа перекачуваної рідини.

Потужність, споживана насосом, витрачається на повідомлення рідини кінетичної енергії і енергії тиск, сума якого і складає тиск рідини. Тому чим більша подача насоса і тиск, що розвивається ним, тим більше енергії споживає насос і тим вища його потужність. Корисна потужність НП завжди значно менше енергії, споживаної насосом.

Для визначення корисної потужності (Вт), що передається насосом рідкому середовищу, користуються формулою:

$$N_{II} = \rho g V_T H = \gamma V_T H = V_T P, \quad (2.5)$$

де ρ – щільність рідкого середовища, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, рівне 9,81 м/с²; V_T – об'ємна подача насоса, м³/с; H – тиск, м; γ – питома вага рідкого середовища, Н/м³.

Коефіцієнт корисної дії насоса залежить від того, яка частка енергії витрачається усередині нього на даремне перемішування рідини. Тому у насосів з

найменше впорядкованим рухом рідини цей коефіцієнт нижчий, ніж у тих, через які рідина проходить спокійніше.

Повний ККД насосної установки характеризує втрати в самому насосі, передачі і електродвигуні і дорівнює відношенню корисної потужності до номінальної потужності двигуна НДВ:

$$\eta = \eta_H \eta_{\text{ПЕР}} \eta_{\text{ДВ}} = N_n / N_{\text{ДВ}}. \quad (2.6)$$

Тоді номінальна потужність двигуна буде рівна:

$$N_{\text{ДВ}} = N_n / \eta. \quad (2.7)$$

Перераховані параметри насосів частіше всього взаємопов'язані. Криві залежності

$$H = f(V_T); N = f(V_T); n = f(V_T). \quad (2.8)$$

при $n = \text{const}$ називаються основною характеристикою насоса.

Отримана розрахунковим шляхом ця характеристика називається теоретичною, а отримана практичним шляхом – робочою характеристикою.

Робоча характеристика насоса дозволяє визначити його подачу при будь-якому можливому для нього тиску, знання її важливе для правильної експлуатації насоса.

Розрахунок шестерінчастих насосів. Теоретична подача (м³/с) шестерінчастих насосів з однаковим числом зубів шестерень визначається по формулі:

$$V_{\text{ТТ}} = 2\pi b n (R^2 - r^2 - m^2 \cos^2 \alpha_0). \quad (2.9)$$

де b – ширина зуба шестерні, м; n – частота обертання, с⁻¹; R – радіус кола головок шестерні, м; m – модуль, м; α_0 – кут зачеплення основної рейки, град ($\approx 20^\circ$).

Для орієнтовних розрахунків теоретичної продуктивності шестерінчастих насосів (м³/с) користуються формулою:

$$V_{\text{Т.ТЕОР}} = 0.42 D_H Z m b n, \quad (2.10)$$

де D_H – діаметр початкового кола шестерні, м; Z – число зубів шестерні.

Ця формула дає дещо завищені результати.

Дійсна подача насоса буде рівна:

$$V_{T.д.} = V_{T.ТЕОР} \eta_0, \quad (2.11)$$

де η_0 – об'ємний ККД, рівний 0,75...0,85.

Теоретична і робоча характеристики шестерінчастих насосів складаються так само, як і для відцентрового.

Споживану потужність шестерінчастого насоса, залежну від його об'ємної подачі і висоти підйому рідини, визначають по формулі, приведеній для відцентрових насосів.

Загальний ККД шестерінчастого насоса включає всі втрати - як механічні, так і гідравлічні. Середнє значення ККД коливається в межах 0,3...0,6

Розрахунок мембранних насосів. Основними характеристиками мембранного насоса є подача, тиск, вакууметрична висота всмоктування, число подвійних ходів, споживана потужність і коефіцієнт корисної дії.

Подача мембранного насоса (м³/с) може бути підрахована теоретично як об'єм, описаний діафрагмою в процесі нагнітання за одиницю часу, по формулі:

$$V_{T.ТЕОР} = 1,67 \cdot 10^{-5} V_M n i, \quad (2.12)$$

де V_M – об'єм, описаний мембраною, см³; n – число подвійних ходів за 1 хв; i – кількість робочих камер.

Фактична подача зазвичай буде менша із-за витoku через клапани і інших причин:

$$V_{T.д.} = V_{T.ТЕОР} \eta_0, \quad (2.13)$$

де η_0 – об'ємний ККД, що враховує сумарно всі втрати.

Для орієнтовних розрахунків при перекачуванні насосом води або молока можна приймати $\eta_0 = 0,85$.

Тиск мембранних насосів визначається конкретними даними насосної установки і обмежується міцністю діафрагми.

Вакууметрична висота всмоктування мембранних насосів залежить від температури і характеру перекачуваної рідини, від числа подвійних ходів, правильного монтажу всмоктувальної лінії. Для в'язких молочних продуктів вона не перевищує 5 м вод. ст.

Повний натиск насоса рівний сумі тисків нагнітання і вакууметричній висоті всмоктування.

Споживана мембранним насосом потужність (кВт):

$$N = \frac{V_{т.д} H \rho}{102 \eta_{мех}}, \quad (2.14)$$

де H – тиск, м, ρ – щільність рідини, кг/м^3 , $\eta_{мех}$ – ККД насоса, що враховує гідравлічні і механічні втрати витрати потужності (в середньому рівний 0,7) [51, 52].

2.3 Розробка аналітичної моделі шлангового насоса

Як основний функціональний рушійний елемент (ланки) для реалізації шлангового принципу роботи трубопроводу, пропонується використовувати конструкцію, що має вид гіперболоїда із змінними геометричними параметрами.

Для наших цілей найкращим чином підходить односмуговий гіперболоїд. Загальний вид цього окремого випадку гіперболоїда показаний на рис. 2.2.

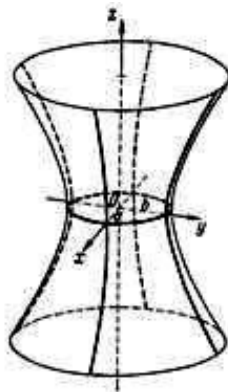


Рисунок 2.2 – Загальний вид окремого випадку гіперболоїда

Односмуговий гіперболоїд – це поверхня, яка в прямокутній системі координат описується наступною формулою:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (2.15)$$

де a і b – дійсні півосі, c – уявна піввісь.

Це рівняння називається канонічним рівнянням односмугового гіперболоїда.

Ми розглядаємо гіперболоїд обертання, у якого a і b в рівнянні (2.15) рівні між собою і рівні радіусу кола в горловині, $a = b = r$.

Загальною властивістю гіперболоїдів є наявність сімейства прямолінійних твірних, кожна з яких цілком лежить на поверхні. На рис. 3.3 показане одне з сімейств цих прямих.

Саме цю властивість поверхні можна використовувати при виготовленні гіперболоїда обертання. (Наприклад, видатний інженер В.Г. Шухов побудував Шаболовську радіовежу, використовуючи сітчасті конструкції у формі гіперболоїдів, виготовлених з прямих стержневих елементів).

Щоб одержати гіперболоїд ми використовуватимемо циліндричну конструкцію, схожу на «біляче колесо». Воно являє собою два кільця, сполучених між собою паралельними стержнями. У нашому випадку стержні кріпляться до кілець шарнірно, що дозволяє міняти форму конструкції. У початковому стані утворюючі стержні вертикальні. При закручуванні кілець відносно один одного по осі циліндра, стержні, залишаючись прямими, повертаються таким чином, що циліндр перетворюється на гіперболоїд, зображений на рис. 2.3.

Визначення основних розрахункових параметрів односмугового гіперболоїда. Для гіперболоїда з довільними параметрами визначимо залежність його геометричних розмірів від кута закручування кілець.

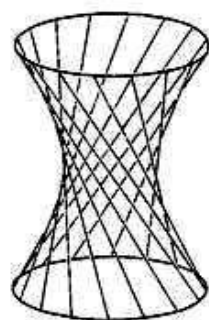


Рисунок 2.3 – Схема циліндра, що перетворюється на гіперболоїд

У нашому випадку твірні гіперболоїда відрізняються один від одного тільки початковим розташуванням, тобто початковою круговою координатою. Оскільки при повороті кілець всі твірні рухаються синхронно і по однакових законах, то для розрахунку основних геометричних розмірів ланки нам достатньо описати поведінку тільки однією із твірних.

Розглянемо рис. 2.4:

$OA = OB = R_0$ – радіус кілець, до яких кріпляться твірні;

NK – твірна, довжиною L_0 , в початковому положенні;

BN – положення твірної після повороту;

DN – проекція твірної на площину, перпендикулярну осі OX ;

CN – проекція твірної на площину, перпендикулярну осі OY ;

AB – проекція твірної на площину, перпендикулярну осі OZ ;

R_x – кут повороту твірної відносно осі OX ;

R_y – кут повороту твірної відносно осі OY ;

R_z – кут повороту твірної відносно осі OZ .

Наша задача визначити наступні величини:

1. Кути повороту твірної відносно осей: R_x, R_y, R_z ;

2. Зміна відстані між кільцями: $LL_0 - L(L_\varphi)$, де $L(L_\varphi)$ – висота гіперболоїда залежно від кута φ ;

3. Радіус горловини гіперболоїда – $r_0(\varphi)$;

4. Зміна внутрішнього об'єму гіперболоїда: $VV_0 - V(\mu)$,

де $V_0 = R_0^2 L_0 \varphi$ – об'єм циліндра, $V(\mu)$ – об'єм гіперболоїда при куті закручування φ .

Розглянемо вертикальну твірну NK (рис. 2.4), що має наступні початкові координатні точки N : $x = R_0, y = 0, z = 0$.

При закручуванні верхнього кільця координати початку твірної NK не міняються, а змінюються тільки кути нахилу.

З рисунку видно, що кути повороту твірної навколо відповідних осей можна визначити, розглянувши проекції трикутника NAB на площини, перпендикулярні цим осям.

У трикутнику ABD: $BD = AD \operatorname{tg}\varphi$, оскільки $BD = AC$, то

$$\varphi_z(\varphi) = \operatorname{arctg}\left(\frac{R_0(1 - \cos \varphi)}{R_0 \sin \varphi}\right)$$

На рис. 2.5 показана проекція твірної в нахиленому стані на площину, перпендикулярну осі OZ.

У рівнобедреному трикутнику OAB:

$$AB = 2R_0 \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

Висота OH, опущена на сторону AB обчислюється по формулі:

$$OH = R_0 \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

Визначимо залежність зміни відстані між кільцями гіперболоїда від кута закручування φ .

$$\Delta L(\varphi) = L_0 - L(\varphi)$$

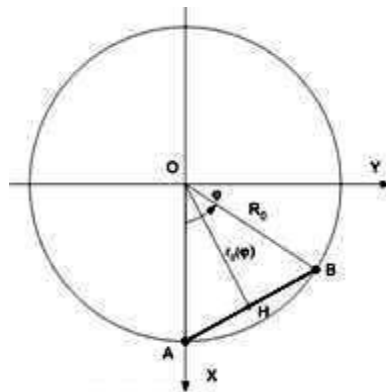


Рисунок 2.5 – Проекція твірної в нахиленому стані на площину, перпендикулярну осі OZ

Оскільки в трикутнику ABN (рис. 2.4):

$$NA = \sqrt{NB^2 - AB^2},$$

тобто

$$L(\varphi) = \sqrt{L_0^2 - (2R_0)^2 \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)}, \quad (2.16)$$

$$\Delta L(\phi) = L_0 \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2R_0}{L_0} \right)^2 \sin^2 \frac{\phi}{2}} \right). \quad (2.17)$$

тоді

Проаналізуємо формулу (3).

Оскільки R_{0L} не може бути більше L_0 , а кут закручування ϕ не R_0 може бути більше 180° , то:

а) якщо $\phi = 180^\circ$, а $2R_0 = L_0$, то гіперболоїд теоретично складеться в площині;

б) якщо $2R_0 > L_0$ кута закручування $\phi < 180^\circ$, при цьому завжди $r_0(\phi) > 0$, тобто отвір ніколи повністю не перекриється,

в) якщо $2R_0 < L_0$, то при куті закручування $\phi = 180^\circ$, повністю перекриється отвір, а гіперболоїд перетвориться на подвійний конус.

Радіус горловини гіперболоїда рівний відрізку ОН на рис. 2.5, тобто

$$r_0(\phi) = R_0 \cos\left(\frac{\phi}{2}\right). \quad (2.18)$$

На підставі одержаних залежностей (2.17) і (2.18) можна зробити висновок, що радіус вузької частини гіперболоїда (горловина) залежить від кута закручування кілець. Чим більше кут закручування, тим менше діаметр горловини. Існує такий кут закручування, при якому гіперболоїд перетвориться на подвійний конус. Теоретично це повинне відбутися при $\phi = \phi_0$ (180°). Таким чином, міняючи кут закручування кілець можна змінювати форму конструкції від циліндрової, коли $\phi = 0$, до майже конічної, при $\phi = \phi_{\max}$ і $L_0 < 2R_0$. Цю властивість ми використовуватимемо в нашій конструкції основного робочого елемента трубопроводу.

При розробці трубопроводу корисно знати, на скільки зменшиться об'єм гіперболоїда при закручуванні кілець на кут ϕ , тобто який об'єм матеріалу, що транспортується, буде видавлений за один цикл.

При обчисленні L_V на якийсь час забудемо про те, що геометричні розміри гіперболоїда залежать від кута ϕ , тоді

$$L_V = V_0 - V,$$

де $V_0 = L_0$ - об'єм циліндра (початкового стану елемента конструкції); V - об'єм гіперболоїда при даному куті закручування ϕ .

Оскільки односмуговий гіперболоїд симетричний щодо площини XOY (рис. 2.6), то достатньо обчислити об'єм його половини і подвоїти результат.

$$V = 2 \int_0^{L/2} S(z) dz, \quad (2.19)$$

де $S(z)$ - площа перетину гіперболоїда в перетині z (рис. 2.6)

Оскільки ми розглядаємо гіперболоїд, у якого будь-який перетин, перпендикулярний осі OZ є колами, то в канонічне рівняння (2.15), з урахуванням $a = b = r_0$, можна подати у вигляді:

$$x^2 + y^2 = r_0^2 \left(1 + \frac{z^2}{c^2} \right).$$

Позначивши через $R = r_0 \sqrt{1 + \frac{z^2}{c^2}}$, одержуємо рівняння кола з радіусом R в перетині z : $x^2 + y^2 = R^2$, тоді

$$S(z) = \pi R^2 = \pi r_0^2 \left(1 + \frac{z^2}{c^2} \right).$$

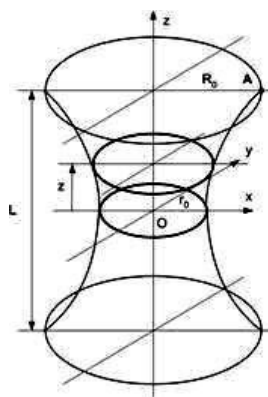


Рисунок 2.6 – Односмуговий гіперболоїд симетричний щодо площини XOY

Підставляючи цей вираз в (2.19), одержуємо

$$V = 2\pi r_0^2 \int_0^{L/2} \left(1 + \frac{z^2}{c^2} \right) dz,$$

і після інтеграції і перетворення одержуємо:

$$V = \pi r_0^2 L \left(1 + \frac{L^2}{12c^2} \right).$$

Для обчислення r_0 і L використовуємо формули (2.18) і (2.16).

Для визначення c підставимо в канонічне рівняння гіперболоїда (2.15) координати однієї з точок, положення якої відоме, наприклад точка A на рис.2.6 з координатами: $x = R_0$, $y = 0$, $z = L/2$. З урахуванням $a=b=r_0$, одержимо:

$$\frac{R_0^2}{r_0^2} - 1 = \frac{L^2}{4c^2},$$
$$c = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{1}{\frac{R_0^2}{r_0^2} - 1}}.$$

Або (2.20)

Оскільки r_0 і L залежать від кута закручування μ , то і c також є функцією кута μ .

Таким чином, формула зміни об'єму гіперболоїда залежно від кута закручування виглядає так:

$$\Delta V = \pi \left(R_0^2 L_0 - r_0^2 L \left(1 + \frac{L^2}{12c^2} \right) \right),$$
(2.21)

де r_0 , L і c - визначаються по формулах (2.18), (2.16) і (2.20) [18, 25, 38, 39, 58, 63, 70, 78].

3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

Програмою дослідження передбачалося:

- визначення параметрів миючої рідини і її фізико-механічних властивостей;
- вдосконалення технології механічного очищення внутрішньої поверхні молокопроводу за допомогою пружних пробок;
- експериментальна перевірка одержаних теоретичних залежностей і визначення деяких величин, що входять в них;
- застосування одержаних результатів дослідження в цілях розрахунку і проектування систем циркуляційного миття молокопроводу доїльних установок.

Відповідно до цього в процесі експериментів досліджені наступні основні питання:

- закономірності перебігу миючої рідини в молочному тракті доїльної установки;
- значення крайніх кутів змочування компонентами забруднень деталей молочної лінії доїльної установки;
- температурний режим миття молокопроводу;
- якість очищення молокопроводу залежно від параметрів протікання і часу очищення;
- режими миття в кожній її фазі;
- якість очищення молокопроводу залежно від конструктивних параметрів, матеріалу використовуваних пружних пробок і частоти їх пропускання;
- енергетичні показники процесу очищення молокопроводу.

В процесі дослідження виготовлений і застосовувався фрагмент модернізованої доїльної установки АДМ-8А із збільшеним діаметром молокопроводу. Як миючі розчини використовувалися розчини миючих порошків

А, Б, В, «Дезмол» і інші синтетичні миючі засоби у воді, жорсткість якої не перевищувала 4 міліграм-еквівалентів на 1 л [23]. Як матеріал пружних пробок використовувався пінополіуретан різної густини і жорсткості.

3.2 Методика експериментальних досліджень

У експериментальних дослідженнях використовувалися досліди переважно однофакторні, коли варіювався один з чинників процесу, впливаючий на параметр оптимізації [3, 19, 61].

Відбір проб миючої рідини і початкового молока, підготовка їх до випробування проводилися по стандартній методиці згідно ГОСТ 13925-84.

Визначення кольору, запаху, концентрації змивів і розчинів здійснювалося органолептичним методом, температури – по ГОСТ 26754-85, густина - по ГОСТ 3625-84, масової частки жиру – по ГОСТ 5867-90, кислотності - по ГОСТ 3624-67, бактерійного осіменіння – по редуктазній пробі згідно ГОСТ 9225-84.

Експериментальні дослідження процесу очищення внутрішньої поверхні молокопроводу від забруднень вироблялися в лабораторних умовах на фрагменті доїльної установки, обладнаному серійною і експериментальною системами миття.

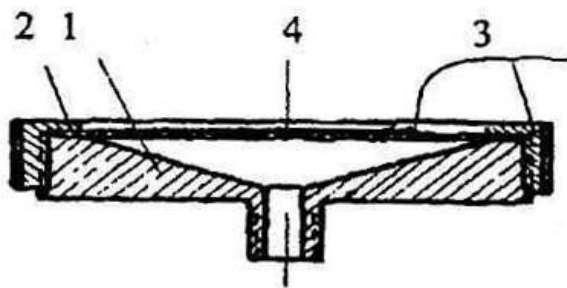
Фрагмент доїльної установки був оснащений вакуум-насос УВУ-60/45 з приводом від електродвигуна, вакуумпроводом, мийною ванною, водонагрівачем ВЕТ-200, молокопроводом з неіржавіючої сталі діаметром 52 мм, молокозбірником, молочним насосом НМУ-6, пневмопристроєм для подачі повітря в миючий розчин і пристроєм автоматичної подачі пружних пробок в молокопровід.

Величина вакууму в системі встановлювалася підбором маси вакуумного регулятора, межі варіювання його вибрані широкими: від 15 до 60 кПа, контроль глибини вакууму здійснювався за свідченнями зразкового вакуумметра. Абсолютна похибка вимірювання вакууму становила $\pm 0,5$ кПа.

Для визначення частоти пульсацій використовувався секундомір з двома стрілками «51СД» з ціною поділок 0,1 с. Похибка визначення часу ним не

перевищувала $\pm 0,2$ с на інтервалі 15 хв.

Характер зміни тисків і величин вакууму в молокопроводі, магазині-живильнику, камерах пульсопідсилювача і пульсаторів визначався за допомогою мембранних тензодатчиків (рис. 3.1). Тензодатчик складався з корпусу 1, гайки 3 і мембрани 2 із інструментальної сталі. На мембрану 2 наклеювався робочий провідниковий датчик 4. Об'єм порожнин тензодатчика був незначний і не надавав помітної зміни сумарного об'єму досліджуваної системи. Датчики закріплювалися в розточках молокопроводу і кришок пульсатора, пульсопідсилювача і магазину-живильника, що дозволяло записувати процеси при роботі даних експериментальних пристроїв.



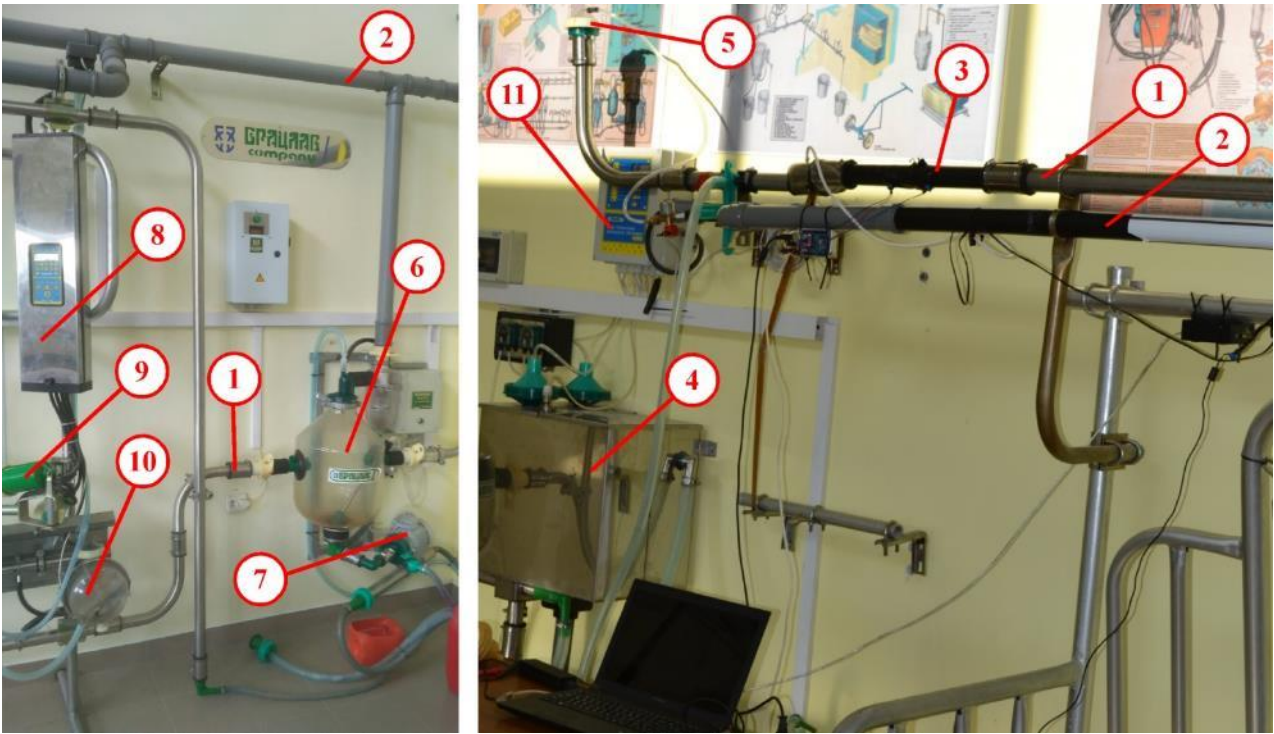
1 – корпус; 2 – мембрана; 3 – гайка; 4 – дротяний датчик

Рисунок 3.1 – Схема мембранного тензодатчика

Вивідні кінці всіх тензометричних датчиків з'єднувалися з підсилювачем ТД-6А, від якого посилений сигнал подавався на плату АЦП.

Обробка одержаних даних здійснювалася в програмі ЛА-70. Погрішність приладів для запису осцилограм не перевищувала 3% від максимального тиску в системі миття і її вузлах.

Витрата повітря через визначений елемент системи миття молокопроводу визначалася за допомогою газового лічильника АС-5М (рис. 3.3) [34].



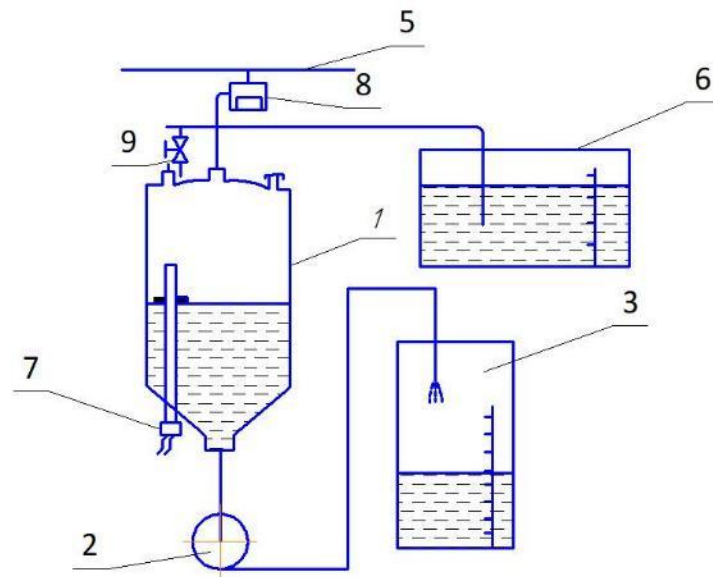
1 – молокопровідна система; 2 – вакуумна система; 3 – фотодатчик визначення забрудненості молокопровідної лінії; 4 – бак з миючим розчином; 5 – повітряний інжектор; 6 – молокозбірник; 7 – молочний насос; 8 – блок керування процесом доїння; 9 – доїльний апарат із маніпулятором; 10 – індивідуальний лічильник молока; 11 – автомат промивання

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд лабораторної установки



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд газового лічильника АС-5М

Визначення витрати миючого розчину системою миття здійснювалося по схемі, зображеній на рис. 3.4.



1 – молокозбірник; 2 – молочний насос; 3 – ємність для збирання і вимірювання мийного розчину; 4 – ємність з початковим розчином; 5 – вакуум провід; 6 – молокопровід; 7 – блок герметичних контактів; 8 – вакуумний регулятор; 9 – кран

Рисунок 3.4 – Схема пристрою для визначення витрати миючого розчину системою миття

Вона включала молокозбірник 1, подача розчину в який здійснювалася з ємності 4, а регулювалася краном 9. Молочний насос 2 з'єднувався всмоктувальним патрубком з молокозбірником 1, а нагнітальним з вимірювальною місткістю 3. Рівень вакууму в молокозбірнику 1 регулювався вакуумним регулятором 8. У молокозбірнику 1 був встановлений блок герметичних контактів 7 управління роботою молочного насоса 2, що дозволяло підтримувати заданий перепад рівнів рідини в молокозбірнику 1.

При проведенні досліджень рідина всмоктувалася під дією робочого розрідження в молокозбірник 1. Як тільки рівень її досягав заданого, включали молочний насос 2, який відкачував цю рідину у мірну ємність 3. За часом заповнення мірної ємності 3 визначалася подача молочного насоса 2.

Вимірювання температури миючої рідини в системі миття вироблялося за допомогою потенціометра ПП-63 (клас точності 0,2), а в мийній ванні - ртутним термометром.

Для визначення величини міжфазної енергії на межах «молочний жир - миючий розчин» і «миючий розчин - повітря» використовувалося прилад академіка П.А. Ребіндера [13, 40]. Торець капіляра цього приладу ретельно відшліфовувався.

Вимірювання крайніх кутів вибіркового змочування поверхні молокопроводу молочним жиром проводили по методиці і на обладнанні, запропонованих Б.А. Дороніним [40]. Для вимірювань виготовлялися плоскі пластини з неіржавіючої сталі і інших матеріалів. Відносна похибка вимірювань $\pm 1\%$.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Режими руху мийних розчинів в молокопроводі

Найбільш істотний вплив на якість промивки молокопроводу збільшеного діаметру на доїльній установці типу АДМ-8А (модель УДМ-200) здійснює швидкість і режим руху миючого розчину. Ефективна промивка можлива при швидкості його руху, достатній для відриву і віднесення потоком частинок забруднень. Крім того, важливим моментом миття є рівномірний розподіл миючої речовини по всій поверхні, що підлягає очищенню.

В результаті досліджень, проведених нами на фрагменті горизонтального скляного молокопроводу діаметром 52 мм, було встановлено, що в межах вивчених границь газовмісту руху ($\beta = 0,05...0,95$) і робочому розрідженні 50 кПа вся сукупність форм руху газорідного руху зводиться до наступних видів руху (рис. 4.1.):

з суцільним наповненням
трубопроводу;
розділений;
хвильовий;
пробковий;

пробковий з піноутворенням за
бульбашкою;
пробковий з піноутворенням;
по всій границі периметру;
емульсійний.

Рух з суцільним наповненням трубопроводу (рис. 4.1, а) спостерігається тільки без подачі повітря в систему миття. При цьому на внутрішніх стінках утворюється ламінарна плівка, що негативно діє на процес миття. При низьких швидкостях руху з невеликим газовмістом його відбувається розділений рух (рис. 4.1, б).

Даний вид руху не забезпечує відмивання верхньої частини трубопроводу при його очищенні від забруднень.

При збільшенні швидкості суміші розділений рух переходить в хвильовий (рис. 4.1, в). Хвильовий рух миючого розчину здійснює періодичне змочування всього периметра трубопроводу, проте швидкість руху в цьому випадку ще не

достатня для ефективного відриву частинок забруднень.

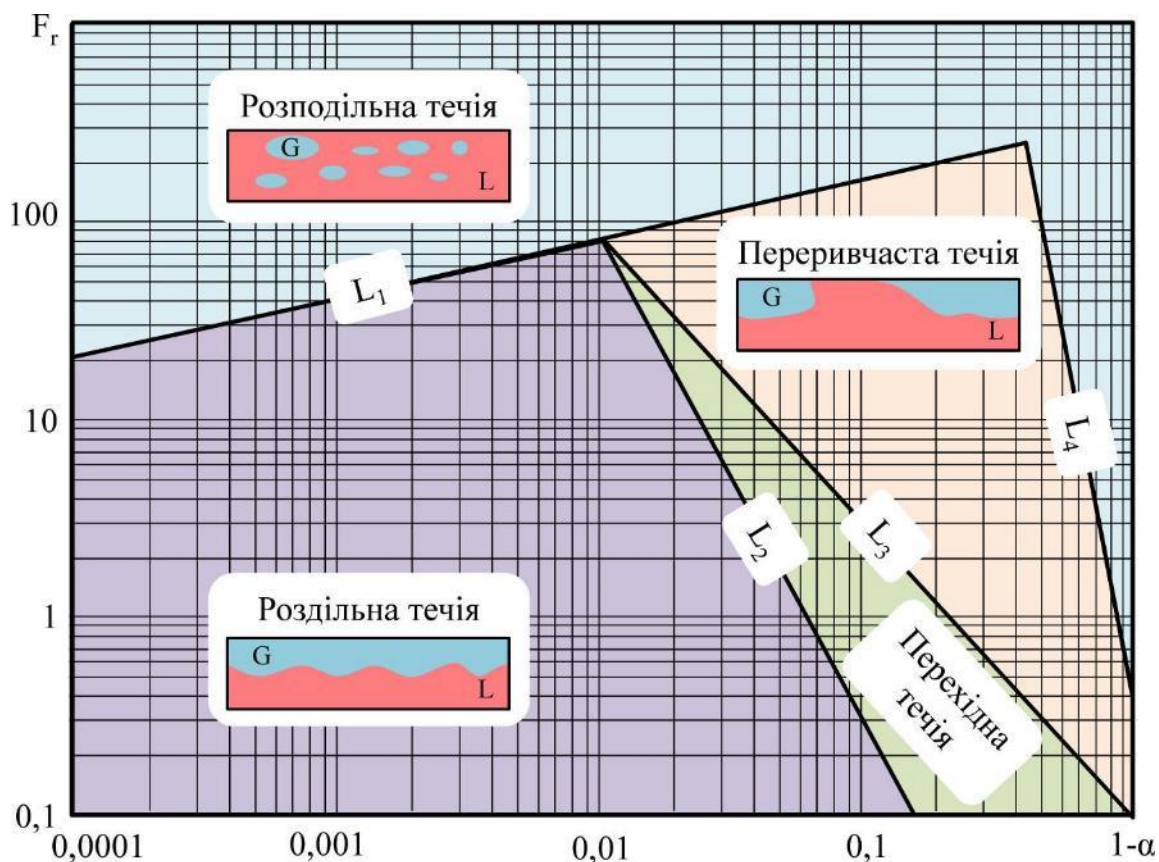


Рисунок 4.1 – Форми руху, газорідної суміші в молокопроводі

З подальшим наростанням швидкості суміші хвильовий рух переходить в пробковий, коли по трубопроводу протікають по черзі в певній послідовності «пробки» рідини, а потім повітря (рис. 4.1, г). При цьому виді руху рідина практично рівномірно заповнює весь перетин трубопроводу і рухається по ньому змінно з великими бульбашками повітря. При пробковому русі газорідної суміші ламінарна плівка, що утворюється на стінках трубопроводу, періодично частково зривається, і поверхневий натяг на розділах двох фаз розчин - повітря в кінці пробок створює збільшений опір, який підсилює тертя, внаслідок чого збільшується вплив руху на стінки молокопроводу.

При підвищенні швидкості суміші спостерігається пробковий рух з піноутворенням за бульбашкою (рис. 4.1, д), а потім розподіл піноутворення на

всій межі розподілу (рис. 4.1, е).

При великому газовмісті і високих швидкостях руху пробковий рух розбивається і переходить в емульсійний із значною нерівномірністю розподілу фаз по висоті (рис. 4.1, ж).

У таблиці 4.1 приведені основні дані, що характеризують форми руху газорідинної суміші в молокопроводі діаметром 52 мм.

Таблиця 4.1 – Залежність форми руху суміші в трубопроводі діаметром 52 мм від величини її об'ємного газовмісту

Характер руху газорідинної суміші	Швидкість руху, м/с	Об'ємний газовміст руху, β
З суцільним наповненням	0...0,25	0...0,05
Розділене	0,08...0,45	0,05...0,7
Хвильове	0,15...0,7	0,15...0,8
Пробкове	0,35...1,5	0,4...0,85
Пробкове руху з піноутворенням за бульбашкою	0,95...1,5	0,7...0,9
Пробковий рух з піноутворенням уздовж всієї пробки	1,2...1,6	0,8...0,9
Емульсійний рух	1,5...2,3	0,85...0,95

Вказані в таблиці 4.1 значення швидкості і об'ємного газовмісту руху вельми широкі, оскільки зони форм руху газорідинної суміші якоюсь мірою перекриваються.

Таким чином, в технології миття молокопроводу доїльної установки доцільно використовувати пробковий режим руху газорідинної суміші. Він здійснює змочування всього периметра трубопроводу і достатньо інтенсивний швидкісний напір рідини і газу, сприяючи відмиванню частинок забруднень в загальний потік і подальшому подрібненню цих забруднень.

Для забезпечення пробкового режиму руху газорідинної суміші в молокопроводі діаметром 52 мм потрібна підтримка об'ємного газовмісту миючого руху в межах $\beta = 0,4...0,85$ (табл. 4.1.), тобто в потік рідини необхідно подавати 1...5 об'ємів газу по відношенню до об'єму миючого розчину, що

проходить в одиницю часу. Це достатньо широкі межі, які дозволяють розширити і вибір необхідних частот пульсацій, і співвідношення між тактами пристрою для введення в молокопровід повітря атмосферного тиску.

Встановлено, що в такому режимі відстань між сусідніми пробками в молокопроводі складає 1...2 м при швидкості руху газорідної суміші 0,5...1,6 м/с. При цьому за одну хвилину пробкового руху через кожен перетин молокопроводу проходить в середньому 0,5...1,6 л розчину.

4.2 Якість очищення деталей молокопроводу від забруднень при його циркуляційній промивці

Чистота деталей і вузлів молочної лінії доїльної установки після її циркуляційного миття залежить як від ступеня їх забруднення, так і вживаних матеріалів для її виготовлення, параметрів миючого і дезінфікуючого розчинів, швидкості їх руху в молокопроводі, тривалості окремих фаз миття і багатьох інших чинників інтенсифікації процесу. У дослідях по оцінці якості очищення деталей молокопроводу використаний пробковий режим руху газорідної суміші, а якість очищення визначалася опосередковано за показниками світлопропускання розчину що залишилися на стінках молокопроводу жирових і білкових забруднень в спеціальних сполуках: суміші Блюра або сірчаної кислоти.

Таблиця 4.2 – Хімічний склад забруднень внутрішніх поверхонь
молокопроводу діаметром 52 мм

Досліджувані матеріали	Склад в %					
	вода	суха речовина				
		всього	в тому числі			
			жир	білок	молочний цукор	мінерал. речовини
Молоко	87,5	12,5	3,8	3,3	4,7	0,7
Забруднення молокопроводу при варіанті збору їх після доїння						

1 - зразу після доїння	73,5	26,5	10,2	6,8	5,2	4,3
2 - через 0,5 год.	64,2	35,8	16,5	9,0	5,7	4,6
3 - через 1 год.	59,5	40,5	18,2	11,4	6,1	4,8

За даними В.І. Березуцького [13] і Б.А. Дороніна [40] хорошому очищенню відповідає максирианська забрудненість поверхні молокопроводу близько 200 бактерій/см², їй відповідає коефіцієнт світлопропускання кислотних змивів $\tau \geq 88\%$, а суміші Блюра $\tau \geq 84\%$. Зона задовільного очищення, за їх даними, знаходиться в області бактерійної забрудненості (2...4)-104 бактерій/см², а зона незадовільного очищення - в області бактеріальної забрудненості більше 40000 бактерій/см².

При використанні забруднювача складу 2 (табл. 4.2) в дослідях по якості очищення вставки в молокопровід діаметром 52 мм з різних матеріалів кращі показники циркуляційного миття в загальноприйнятому заводськими інструкціями режимі очищення (5 хвилин попереднє обполіскування +15 хвилин циркуляційного миття розчином миючого порошку А + 5 хвилин завершального обполіскування) отримані для скла і неіржавіючої сталі, гірше для алюмінію і гумового шланга (рис. 4.2). За результатами обробки даних графіків отримані наступні рівняння регресії:

$$\text{нержавіюча сталь: } t_{cm} = 0,583t^2 - 10,367t + 96,589, \quad R^2 = 0,9881;$$

$$\text{стекло: } t_{cm} = 0,4759t^2 - 8,817t + 91,805, \quad R^2 = 0,9919;$$

$$\text{полімери: } t_{cm} = 0,6468t^2 - 11,505t + 105,92, \quad R^2 = 0,9885;$$

$$\text{гума: } t_{cm} = 0,7067 t^2 - 13,509t + 121,16, \quad R^2 = 0,9871;$$

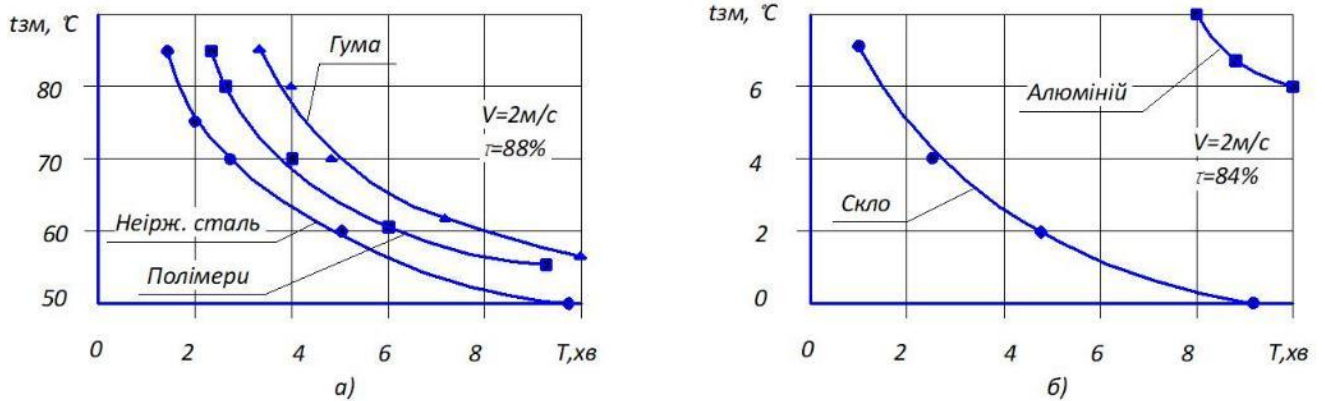
$$\text{алюміній: } t_{cm} = t^2 - 21,98t + 201,82, \quad R^2 = 0,9999;$$

де R^2 - величина достовірності апроксимації.

Молокопровід з будь-якого матеріалу краще очищається при будь-якому митті більш гарячим миючим розчином, чим холодним. Так при збільшенні температури 0,5%-го розчину миючого порошку типу А від 60°C до 85°C час очищення молокопроводу скорочується з 9,5 хвилин до 1,5 хвилини або в 6 разів.

Найгірше в наших дослідях очищалися ділянки молокопроводу (а отже, і деталі молочної лінії) з харчового алюмінію, навіть при достатньо високих

швидкостях газорідинної суміші в пробковому режимі її руху.

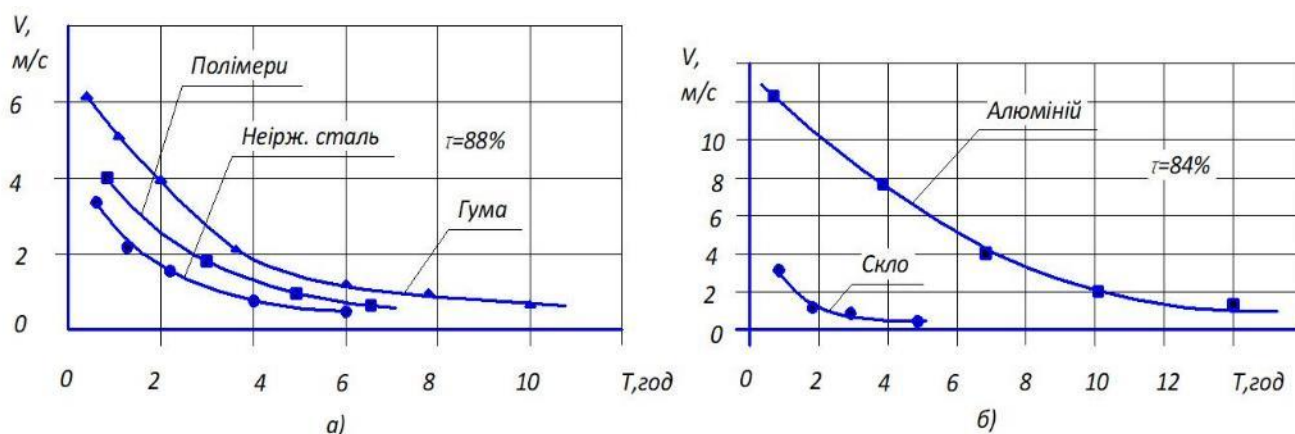


а – змиви сірчаної кислоти; б – змиви розчину Блюра

Рисунок 4.2 – Залежність тривалості очищення молокопроводу діаметром 52 мм з різних матеріалів від температури миючого розчину (0,5%-ний розчину порошку типу А)

В процесі миття молокопроводу білкові і мінеральні складові частини забруднення відмиваються достатньо швидко, важче віддаляються жирові складові, особливо в конгломератах, що підсохнули. Під дією миючого розчину жирові забруднювачі гідролізуються інтенсивніше із збільшенням температури розчину і часу його циркуляції в молокопроводі. Ділянки забруднень, що підсохнули, і плівка з них видаляється, в основному, швидкісним напором руху розчину з подальшим подрібненням в процесі транспортування.

За даними рис. 4.3 збільшення швидкості циркуляції миючого розчину в молокопроводі діаметром 52 мм сприяє скороченню тривалості його очищення до зоотехнічних норм чистоти внутрішньої поверхні. При цьому як і раніше ділянки його, виконані з алюмінію і гуми, очищаються значно довше. Це пояснюється не тільки значною шорсткістю їх внутрішніх поверхонь, але і сильнішими адгезійними властивостями, що дає підставу рекомендувати використовувати їх як деталі молочної лінії лише в крайніх випадках, як, наприклад, дійкова гума доїльних апаратів, коли заміна її на інші матеріали практично не можлива.



а – змив сірчаної кислоти; б – змив розчину Блора

Рисунок 4.3 – Залежність тривалості миття молокопроводу діаметром 52 мм від швидкості миючого розчину в нім на основі синтетичного порошку А ($t_{cm} = 80^{\circ}C$)

Рівняння регресії залежності швидкості миючого розчину від тривалості його циркуляції мають вигляд:

нержавіюча сталь: $V = 0,1039t^2 - 1,1822t + 3,8789$, $R^2 = 0,9972$;

скло: $V = 0,241t^2 - 2,0007t + 4,3751$, $R^2 = 0,9832$;

полімери: $V = 0,0908t^2 - 1,2804t + 5,0564$, $R^2 = 0,9897$;

гума: $V = 0,067t^2 - 1,2513t + 6,4096$, $R^2 = 0,9918$;

алюміній: $V = 0,0567t^2 - 1,6827t + 13,516$, $R^2 = 0,9991$

За результатами даних досліджень раціональні режими миття деталей молокопроводу діаметром 52 мм з різних матеріалів знаходяться в межах, вказаних в таблиці 4.3.

Це раціональні параметри, вони все ще не враховують ту обставину, що верхня частина молокопроводу омивається потоком миючої рідини слабкіше, ніж нижня, і очищається від забруднень у зв'язку з цим гірше. Усунення цього можливо шляхом посилення пульсації руху миючої рідини в пробковому режимі руху періодичною подачею в молокопровід повітря атмосферного тиску за допомогою пневмоклапану, керованого пульсопідсилювачем, а також механічним очищенням внутрішньої поверхні труб за допомогою пружних пробок, що вводяться автоматично в молокопровід через певні проміжки часу.

Таблиця 4.3 – Раціональні режими миття молокопроводу діаметром 52 мм виготовленого з різних матеріалів (0,5%-ний розчин порошку типу А)

Матеріал ділянки молокопроводу	Температура миючого розчину °С	Швидкість розчину м/с	Тривалість миття до чистоти доброї якості, хв
Сталь нержавіюча	60...80	1...2	2...5
Скло	60...80	2...3	2...5
Алюміній	70...85	4...7	9...12
Гума	70...80	4...6	3...5
Поліетилен	70...80	3...4	2,5...4

4.3 Обґрунтування режимів очищення молокопроводу від забруднень

Процес очищення досліджуваного молокопроводу від забруднень включає фази попереднього прополіскування холодною водою для змиву залишків молока, циркуляційного очищення (дезінфекції) розчинами миючих синтетичних порошків і деззасобів і остаточного прополіскування від залишків миючого розчину.

Для визначення тривалості фази попереднього прополіскування молокопроводу зразки деталей молокопроводу після доїння корів або попереднього забруднення (забруднювач №1) промивалися водою температурою 20°С. Тривалість прополіскування із зливом води в каналізацію фіксувалася секундоміром. Далі перевірявся вміст білків в забрудненнях, що залишилися. Хорошій якості прополіскування відповідав вміст білків в забрудненнях в межах 2,5...2,6%.

Встановлено, що тривалість фази прополіскування молокопроводу діаметром 52 мм в найбільшій мірі залежить від матеріалу деталей і вузлів молокопровідної лінії, температури води і її швидкості (табл. 4.4).

Із збільшенням температури води значних змін в тривалості прополіскування молокопроводу до хорошої якості видалення білків без їх руйнування не спостерігалось. Раціонально верхню межу температури води, використовуваної для змиву залишків молока, обмежити 30°С.

Швидкість її руху в молокопроводі з врахуванням підсмоктування повітря через колектори доїльних апаратів і не герметичності молочної лінії здійснює великий вплив на тривалість фази прополіскування. Збільшення її скорочує цю фазу, але підвищує витрату холодної водопровідної води.

Гірше прополіскуються деталі і вузли молокопроводу з гуми типу СКН (соскова гума доїльних апаратів і їх молочні шланги) і харчового алюмінію (молочна камера колектора, деталі засобів обліку надою молока і ін.). Проте, як правило, вони мають поперечний перетин значно менший, ніж сам молокопровід. У зв'язку з цим, швидкість руху води при промивці в деталях з цих матеріалів завжди вище за швидкість її в молокопроводі в реальних умовах очищення його від забруднень. Це дозволяє вибір режимів попереднього прополіскування здійснювати, виходячи з використовуваних матеріалів для молокопроводу: для молокопроводу з неіржавіючої сталі при швидкості руху рівній 2 м/с час промивки 2...2,6 хв, а витрата води 46...52 л. До цього часу необхідно додати 1...1,5 хв для звільнення труб від рідини при переході до наступної фази.

Другою фазою очищення молокопроводу від забруднень є його циркуляційне миття і дезінфекція. У зв'язку з наявністю в нім значної кількості деталей з гуми, алюмінію і полімерів раціональна тривалість цієї фази визначається тривалістю їх очищення. Дані таблиці 4.4 дозволяють зробити висновок про те, що тривалість цієї фази повинна бути не меншого 9... 12 хв. При пробковому режимі руху газорідної суміші із швидкістю 2 м/с і середньому об'ємному газовмісту її $\beta = 0,8...0,9$ витрата води за час цієї фази складе 100...130 л. в комплектації доїльної установки на 100 корів.

Після миття і дезінфекції молокопроводу проводять очищення його від залишків миючого і дезінфікуючих розчинів прополіскуванням молочної лінії холодною водою. Це третя, завершальна, фаза очищення молокопроводу.

Оскільки міцність зчеплення плівки миючого розчину з поверхнею молокопроводу у декілька разів нижче, ніж плівки молока, то і час змиву залишків миючого або дезінфікуючого розчину менший, ніж змиву молочних залишків. Проте для уніфікації операцій цих фаз доцільно тривалість остаточної промивки і

режим її зберегти такими ж, як і у фазі попереднього прополіскування.

Таблиця 4.4 – Залежність тривалості фази попереднього прополіскування
молокопроводу від виду використовуваного матеріалу деталей його, температури
і швидкості води

Матеріал молокопроводу	Швидкість води, м/с	Температура води, °С	Тривалість фази прополіскування, хв	Витрата води на прополіскування, л
Нержавіюча сталь	2	20	2,6	52
	2	30	2,0	46
	2	40	2,3	50
	4	20	2,4	89
	4	30	1,8	80
	4	40	2,1	84
Скло, капрон, поліетилен	2	20	2,8	58
	2	30	2,2	49
	2	40	2,4	52
	4	20	2,6	93
	4	30	2,0	82
	4	40	2,2	86
Гума (СКН)	4	20	3,4	148
	4	30	3,2	140
	4	40	3,3	142
	6	20	3,2	206
	6	30	2,9	191
	6	40	3,0	196
Харчовий алюміній	4	20	3,8	162
	4	30	3,5	155
	4	40	3,6	158
	7	20	3,5	260
	7	30	3,3	245
	7	40	3,4	250

Таким чином, загальна тривалість очищення молокопроводу з нержавіючої сталі діаметром 52 мм повинна складати в середньому 20 хв, а режими окремих фаз з урахуванням різноманітності матеріалів деталей і вузлів молокопроводу

відповідати даним, приведеним в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Витратні характеристики фаз миття молокопроводу стаціонарного доїльного агрегату варіанту комплектації на 100 корів

Фази очищення молокопроводу від забруднень	Температура води, або миючого розчину °С.	Затрати часу, хв.	Витрати води, л.
Попереднє прополіскування	25...30	4,5...5	46...52
Циркуляційна мийка і дезінфекція	70...80	9...12	100...130
Прополіскування для видалення залишків миючого розчину	15...30	4,5...5	40...45

4.4 Питома енергія миття молокопроводу

Енергетичні витрати на очищення молокопроводу залежать від адгезії білково-жирових забруднень до його внутрішньої поверхні. Питома енергія адгезії, як вже наголошувалося нами раніше, у використовуваній молочній лінії знаходиться в прямій залежності від матеріалу деталей цієї лінії, властивостей забруднювачів, складу миючого розчину і його температури і визначається на основі отриманих про них даних по залежності, приведений в роботах С.С. Воюцко і С.М. Ліпатова [22]:

$$W = \sigma \cdot (1 + \cos \Theta),$$

де σ – міжфазна енергія на межі «забруднювач - миючий розчин», Дж/м²; Θ – краєвий кут змочування, град.

Приведені в таблиці 4.6 розрахункові величини питомої енергії адгезії білково-жирових забруднень до молокопроводу з різних матеріалів показують, що її величина з підвищенням температури розчину синтетичних миючих порошків знижується. Це зниження складає в середньому 13% на кожні 10°C підвищення температури розчину.

Питома енергія адгезії забруднювача у воді майже в 2 рази вище, ніж в миючому розчині, чим пояснюється погане відмивання молокопроводів чистою

ВОДОЮ.

Із збільшенням проміжку часу після закінчення доїння корів до початку миття молокопроводу питома енергія його очищення підвищується.

Таблиця 4.6 – Вплив температури мийного розчину на питому енергію адгезії білково-жирових забруднень молокопроводу

Використаний матеріал деталей молокопроводу	Температура розчину в °С мийного порошку					
	типу А			типу Б		
	60	70	80	60	70	80
	Питома енергія адгезії, 10^{-3} Дж/м ²					
Нержавіюча сталь	2,7	2,2	2,0	3,0	2,5	2,2
Алюміній	7,5	6,2	5,5	7,9	7,4	7,0
Гума	5,7	4,6	4,2	6,1	5,3	4,7
Скло	4,8	3,9	3,5	5,2	4,5	4,1

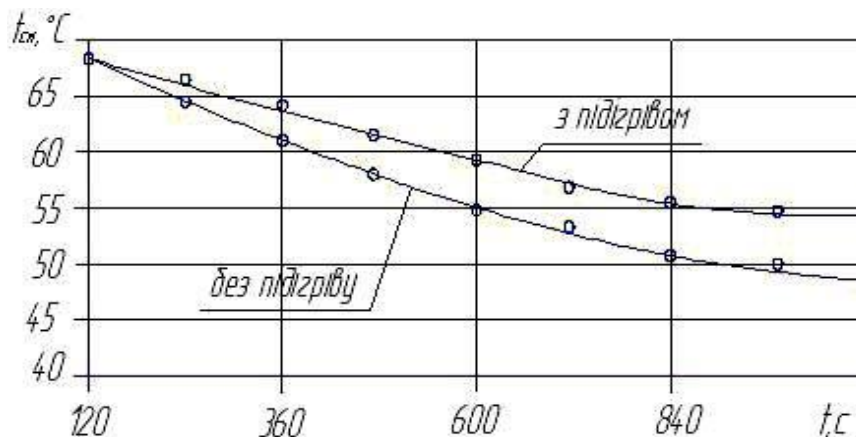


Рисунок 4.5 – Закономірності зміни температури мийного розчину в процесі його циркуляції

Це збільшення вельми істотно при великих проміжках часу до початку миття молокопроводу і, особливо, для його ділянок, виконаних з важко відмиваючих матеріалів, що свідчить про неприпустимість значних відстрочень в догляді за молочною лінією доїльної установки після доїння корів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження стану охорони праці у лабораторії

Згідно ДСТУ 2293-99 «охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в трудовому процесі».

«Система керування охороною праці – складник загальної системи керування галуззю, об'єднанням підприємств, підприємством, установою, організацією, що сприяє запобіганню нещасним випадкам (на виробництві) і професійним захворюванням, установлює політику, цілі охорони праці (4.1) та способи їх досягнення, охоплює комплекс заходів, спрямованих на виконання вимог законодавства про охорону праці» (ДСТУ 2293-99).

«Небезпечний виробничий чинник – виробничий чинник, вплив якого на людину призводить до травм, погіршення здоров'я чи смерті» (ДСТУ 2293-99).

«Шкідливий виробничий чинник – виробничий чинник, вплив якого на людину може призвести до захворювання, зниження працездатності та/чи негативного впливу на здоров'я нащадків» (ДСТУ 2293-99).

«Дослідження конструктивно-технологічних параметрів насос-дозатора для систем промивання доїльних установок проводилось на лабораторному стенді доїльної установки, яка розміщена в приміщенні ДДАЕУ».

«Перед початком робіт були викладачами були проведені всі відповідні інструктажі з правил безпеки. Також було обстежено стан лабораторного приміщення з точки зору забезпечення необхідно-достатньої охорони праці і безпеки проведення досліджень».

Відповідно до ДСТУ 7239:2011 у даній лабораторії можуть мати місце такі «небезпечні та шкідливі фактори:

- а) фізичні;
- б) хімічні;

- в) біологічні;
- г) психофізіологічні».

У приміщенні, що розглядається, мають місце шкідливі і небезпечні фактори першої і четвертої групи.

«Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

1) Підвищений рівень шуму, згідно з ДСТУ 7239:2011, джерелами якого є пристрої друку та установки кондиціонування. Вплив шуму на організм людини призводить до зниження гостроти зору, зорової адаптації, порушує сприйняття зорової інформації та знижує продуктивність праці на 30-60 %. Фактичний сумарний рівень шуму у цій лабораторії становить 55 дБ, так як у приміщенні працює стенд доїльної установки.

2) Підвищена температура зовнішнього середовища, що виникає в результаті одночасної роботи обчислювальної техніки та освітлювальних установок, які значну частину споживаної електроенергії перетворюють на теплову. Вплив цього фактора на організм людини призводить до зайвих витрат енергії на нормалізацію теплового балансу, наслідком є відчуття дискомфорту і зниження працездатності. Влітку 34 °С, і 25 °С взимку.

3) Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через людину. Це може призвести до електроударів, дія яких на організм людини поділяється на біологічну (роздратування та збудження нервових та м'язових тканин) та механічну (розриви шкірного покриву, вивихи), як вторинне вплив струму.

4) Недостатня освітленість робочої зони, причиною якої можуть бути широкий діапазон зміни та мінливість природного світла, неправильний вибір засобів штучного освітлення та їх розташування, неправильне використання відбитого світла. Цей чинник викликає стомлення очей, зниження працездатності, може призвести до патологічного погіршення зору людини. Освітленість робочої поверхні лабораторії становить 330 лк.

5) Відсутність чи нестача природного світла, причиною якого можуть стати такі джерела: площа та орієнтація вікон, ступінь чистоти скла вікон, фарбування

стін та підлоги приміщення. Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для працюючих. Крім того, природне освітлення має і психологічну дію, створюючи для працюючих відчуття безпосереднього зв'язку з оточенням. Коефіцієнт природного висвітлення у лабораторії становить 2,1 %.

б) Психофізіологічні шкідливі чинники. Джерелами психофізіологічного чинника є нерациональна організація робочого місця, напруженість праці.

Всі ці фактори сприяють зміні у людини функціонального стану центральної нервової системи, нервово-м'язового апарату рук (при роботі з клавіатурою введення інформації):

- розумова перенапруга;
- перенапруга зорових аналізаторів;
- монотонність праці;
- емоційні навантаження;
- статичні навантаження.»

5.2 Охорона праці під час роботи з електроустаткуванням в лабораторії

«Енергопостачання лабораторії здійснюється від трифазної мережі 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю, змінного струму частотою 50 Гц.»

«Електроустаткування, що використовується в лабораторії згідно з ПУЕ, відноситься до установок напругою до 1000 В.»

«Умови, що створюють особливу небезпеку (особлива вогкість, хімічно активне або органічне середовище, струмопровідний пил та ін.) у цьому приміщенні відсутні. Тому за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ПУЕ-85) приміщення лабораторії належить до класу приміщень без підвищеної небезпеки, так як відсутня можливість одночасного дотику людини до заземлених металевих поверхонь та корпусу ПЕОМ.»

«Для зниження небезпеки ураження людини електричним струмом проведемо такі заходи технічного характеру.»

«Так як у лабораторії використовується мережа із заземленою нейтраллю до 1000 В, то згідно з ДСТУ 7239:2011 усі металеві конструкції та частини обладнання НІЛ, доступні для дотику людини та не мають інших видів захисту, що забезпечують електробезпеку, повинні підлягати зануленню (захисне заземлення неефективне).»

«Нульовий захисний провідник забезпечується надійністю з'єднань; забезпечуватися безперервність ланцюга від кожного корпусу електроустановки до джерела нейтралі.»

«Додатково застосовується повторне заземлення нульового дроту з метою зниження потенціалу занулених корпусів і дотику напруги. Шина занулення доступна для огляду. Розмір робочого заземлення становить 4 Ом, кожного повторного заземлення нульового дроту 30 Ом згідно з ПЕУ-85.»

«Проводити періодичний контроль ізоляції не рідше ніж раз на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.»

Організаційні заходи згідно з ДНАОП 0.00-4.12-99: «а) використовувати плакати наочної агітації; б) забезпечити нормальний режим праці та відпочинку робітникам: час безперервної роботи не більше 4-х годин; 10-ти хвилинні перерви через кожну годину роботи.»

5.3 Розрахунок заземлення нульового дроту

Визначимо розрахунковий питомий опір ґрунту за формулою:

$$R_{\text{РАСЧ}} = \psi R \quad (1)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності – 1.3; R – питомий опір ґрунту (10000 Ом для суглинку).

Отримуємо: $R_{\text{РАСЧ}} = 1.3 \cdot 10000 = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Як заземлювач виберемо трубчастий електрод довжиною 3,5 м і діаметром 0.07 м зі сталі.

Розрахуємо опір розтікання струму одного заземлювача за формулою:

$$R_s = \frac{P_{\text{РАСЧ}}}{2\pi L} \left(\text{Ln} \frac{2L}{d} + \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{4H+L}{4H-L} \right), \quad (2)$$

де H – відстань від поверхні землі до середини заземлювача; L – довжина електрода; d – діаметр електрода.

Тоді отримуємо:

$$R_s = \frac{130}{2\pi * 4} \left(\text{Ln} \frac{2 * 4}{0.07} + \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{4 * 2 + 4}{4 * 2 - 4} \right) = 5.17 * (\text{Ln}(114.29) + 0.05 * \text{Ln}(3)) = 30.17 \text{ Ом.}$$

Необхідну кількість рівновидалених об'єднаних електродів знайдемо за формулою (3).

$$N = \frac{R_s}{R_{\text{доп}} \eta} \quad (3)$$

де η – коефіцієнт екранування вертикальних електродів = 0.85.

$$\text{Тоді } N = \frac{35}{20 * 0.85} = 2.$$

$$l = a \cdot (n - 1), \quad (4)$$

Тепер розрахуємо довжину загальної смуги та опір з урахуванням коефіцієнта екранування горизонтального трубчастого електрода:

$$l = a \cdot (n - 1) \quad (4)$$

де a – відстань між електродами = 3 м; $n = 2$ – кількість електродів.

$$\text{Тоді } l = 3 \cdot (2-1) = 3 \text{ м.}$$

Опір смуги:

$$R_n = \frac{P_{\text{РАСЧ}}}{2\pi L} \text{Lg} \frac{2l^2}{0.95bh}, \quad (5)$$

де h – глибина закладеної смуги - 0.8 м; b – ширина – 0.15 м-коду.

$$\text{Тоді } R_n = \frac{130}{2\pi * 4} \text{Lg} \frac{2 * 3^2}{0.95 * 0.8 * 0.15} = 6.9 * \text{Lg}(157.9) = 15.17 \text{ Ом.}$$

Результуючий опір електродів та сполучної смуги:

$$R_p = \frac{R_s R_n}{R_s \eta + R_n \eta} \quad (6)$$

$$R_p = \frac{30.17 * 15.17}{30.17 * 0.85 + 15.17 * 2 * 0.85} = 8.89 \text{ Ом.}$$

Отриманий опір вбирається у допустимого.

5.4 Виробнича санітарія та гігієна праці

«Роботи, що виконуються операторами ЕОМ, належать до категорії Іа – легкі роботи (до 120 ккал./год.) згідно з ГОСТ 12.1.005-88, оскільки вони не пов'язані з перенесенням важких речей. Наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 24 квітня 2019 року № 111 «Про відновлення дії міждержавних стандартів» відновлено дію деяких міждержавних стандартів на період від 26 квітня 2019 року до 01 січня 2022 року. Зокрема, відновлено дію одного з ключових документів для проведення атестації робочих місць – ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

«Значення мікрокліматичних параметрів, які забезпечують комфортні умови працівникам цієї категорії, згідно з ГОСТ 12.1.005-88 наведено у таблиці 5.1.»

«Для забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів та чистоти повітря використовується кондиціонер. У приміщенні забезпечується приплив свіжого повітря, кількість якого становить 50-60 м³ на одну особу.»

Таблиця 5.1 – Оптимальні значення параметрів мікроклімату

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	22-24	40-60	≤0.1
Теплий	23-25	40-60	≤0.1

«Для забезпечення цих умов передбачено піддавати повітря, що подається в лабораторію, двоступеневому очищенню в системі кондиціонування».

«Для попереднього очищення використовуються фільтри другого та третього класів (типу ФСВУ, ФППУ), а для остаточного очищення – фільтри тонкого очищення першого та другого класів (типу ФПП, ФЯП).»

«Для підтримки настановних параметрів мікроклімату в досліджуваному приміщенні цілком достатньо одного кондиціонера типу Tadiran TNL S 9 H.»

«Згідно з НПАОП 0.00-1.31-99 необхідно забезпечити рівень шуму (звукового тиску) в межах 50-55 дБА.»

«У лабораторії вживаються такі заходи захисту від шуму:

а) застосовуються пружні прокладки між основою машини та поверхнею опори;

б) застосовується звукопоглинаюче облицювання, глушники.

Для захисту працюючих від впливу електромагнітного випромінювання на комп'ютерах встановлений захисний екран, який включає прозорий провідний шар з питомим опором менше 0,01-0,001 Ом, що дозволяє знизити рівень напруженості до 5 В/м відповідно до ДСТУ 2339-94».

«Відповідно до ДБН В.2.5.-2006, зорова робота оператора ПЕОМ є роботою високої точності: найменший розмір об'єкта розрізнення 0,3-0,5 мм, розряд зорової роботи – III, підрозряд – Ст.»

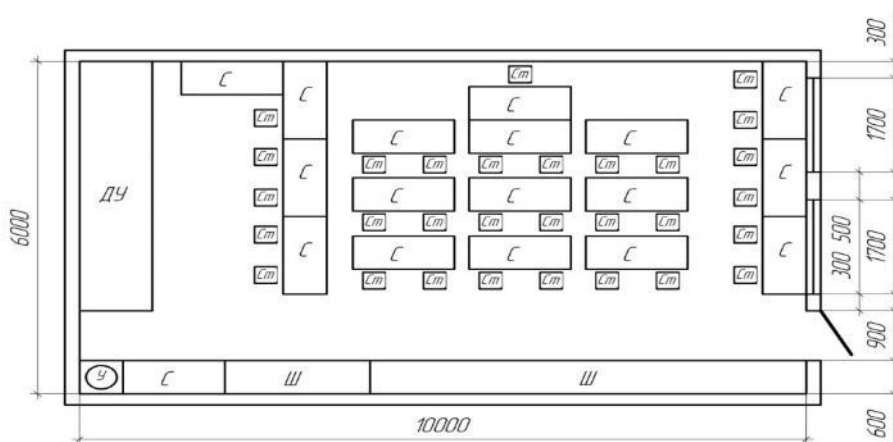
«Планування робочого місця задовольняє вимогам НПАОП 0.00-1.31-99 зручності виконання робіт та економії енергії та часу оператора, раціонального використання виробничих площ та зручності обслуговування пристроїв ЕОМ.»

«Розміри столу: висота – 725 мм, ширина – 600 мм, глибина – 800 мм. Робочий стіл має місце для ніг висотою 600 мм, шириною – 500 мм, глибиною лише на рівні колін – 450 мм, але в рівні витягнутих ніг – 650 мм. Робочий стіл оснащений підставкою для ніг шириною 300 мм, глибиною – 400 мм, з можливістю регулювання висоти в межах 150 мм та кута нахилу опорної поверхні – в межах 20°. Підставка має рифлену поверхню та бортик на передньому краю висотою 10 мм.»

«Робоче сидіння користувача ПЕОМ має такі основні елементи: сидіння, спинку та стаціонарні або знімні підлокітники. Робоче сидіння регулюється по висоті, куту нахилу сидіння та спинки, висоті підлокітників. Регулювання кожного параметра є незалежними. Ширина та глибина сидіння 400 мм. Висота поверхні сидіння регулюється в межах 400–500 мм, а кут нахилу поверхні – від

15° до 5° назад. Висота спинки сидіння складає 300 мм, а ширина – 380 мм. Кут нахилу спинки регулюється в межах 0-30 ° від вертикального положення.»

Схема розміщення устаткування лабораторії – рис. 5.1.



Ш – шафа; С – стіл; Ст – стілець; У – умивальник; ДУ – лабораторний стенд
доїльної установки

Рисунок 5.1 – Загальний вигляд приміщення лабораторії

5.5 Пожежна безпека

«За пожежонебезпечністю приміщення, згідно з НАПБ А.01.001-2004, відноситься до категорії В – пожежонебезпечне, оскільки в приміщенні знаходяться тверді горючі і важко горючі речовини і матеріали, які при взаємодії з киснем повітря здатні тільки горіти.»

«За ступенем вогнестійкості дане приміщення відноситься до 1-го ступеня вогнестійкості за НАПБ А.01.001-2004 (виконано з цегли, що відноситься до негорючих матеріалів).»

«У приміщенні знаходяться ПЕОМ, в яких дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. Сама ПЕОМ є пожежною небезпекою, тому що при підвищенні температури окремих вузлів можливе оплавлення ізоляції з'єднувальних проводів, що веде до короткого замикання, що супроводжується, у свою чергу, іскрінням.»

«Можливі причини пожежі:

а) навантаження в електромережі;

- б) коротке замикання;
- в) руйнація ізоляції провідників.»

«Пожежна безпека в лабораторії забезпечується відповідно до ДСТУ 4297:2004 системи запобігання пожежі, протипожежному захисту та організаційно-технічними заходами.»

«Система протипожежного захисту згідно з ДСТУ 4297:2004:

а) встановлено автоматичну пожежну сигналізацію на димових сповіщувачах ДП-1, з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м² площі приміщення, враховуючи високу вартість обладнання, наявність прихованих комунікацій та специфіку загоряння ЕОМ. Тобто. на площу 56 м² необхідно 4 димові сповіщувачі.

б) розміщено 2 вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (ручні) з розрахунку 1 вогнегасник на 40–50 м².

Організаційні заходи:

- а) проводиться інструктаж персоналу з ТБ;
- б) розроблено заходи щодо дій адміністрації у разі виникнення пожежі;
- в) схема евакуації під час пожежі поміщена на видному місці;
- г) ширина дверного отвору у разі евакуації 1,5 м, висота 2 м.»

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Доцільність впровадження нової або вдосконаленої машини у виробництво оцінюється разом з іншими показниками по її економічній ефективності. В якості бази порівняння пропонуваної системи миття молокопроводу УДМ-200 була прийнята серійна система заводської доїльної установки.

Розрахунок економічної ефективності проводився відповідно до загальноприйнятих методик за залежністю [74, 79]:

$$E_p = \frac{(I_{\bar{o}} - I_n) \cdot Q - E_n \cdot (B_n - B_{\bar{o}}) + Q \cdot p \cdot (C_1 - C_2)}{100}, \quad (6.1)$$

де E_p - річний економічний ефект, грн.; $I_{\bar{o}}$ і I_n - питомі виробничо-експлуатаційні витрати по базовому і пропонуваному варіантах, грн/ц; Q - річний валовий надій молока від корів, ц; E_n - галузевий нормативний коефіцієнт ефективності грошових вкладів, $E_n = 0,15$ [79]; $B_{\bar{o}}$ і B_n - балансова вартість по базовому і пропонуваному варіантах, грн.; p - приріст підвищення якості молока при використуванні вдосконаленої технології миття молокопроводу, %; C_1 і C_2 - закупівельні ціни молока 1 і 2 сортів, грн./ц.

Питомі виробничо-експлуатаційні витрати визначалися за виразом.

$$I = \frac{(3 + A + T_p + C_{el} + C_v) \cdot \Pi}{Q}, \quad (6.2)$$

де 3 – затрати на оплату праці оператора миття молокопроводу, грн.; A – амортизаційні відрахування, грн.; T_p – відрахування на ремонт і технічне обслуговування устаткування, грн.; C_{el} – витрати на електроенергію в період миття молокопроводу, грн.; C_v – витрати на воду, використовувану при митті молокопроводу, грн.; Π – коефіцієнт, що враховує інші прямі витрати, $\Pi = 1,05$.

При цьому витрати на хімікати, мастильні і обтиральні матеріали і інші прямі витрати в порівнюваних варіантах прийняті рівними.

Розрахунок заробітної платні з нарахуваннями оператора миття молокопроводу проводилась за залежністю

$$Z = (Z_{осн} + Z_{доод}) \cdot (1 + H_{від}), \quad (6.3)$$

де $Z_{осн}$ – основна оплата праці, грн.; $Z_{доод}$ – додаткова оплата праці, грн.; $H_{від}$ – норматив відрахувань на соціальні потреби, $H_{від} = 0,261$ (в пенсійний фонд – 0,206; в фонд соціального страхування – 0,029; в фонд медичного страхування – 0,026).

Основна оплата праці обслуговуючого персоналу:

$$Z_{осн} = n \cdot c_r \cdot T, \quad (6.4)$$

де n – кількість обслуговуючого персоналу системи миття, чол.; c_r – годинна ставка оплати праці, грн./час; T – річна трудомісткість миття молокопроводу, год.

Додаткова оплата праці визначалася за залежністю

$$Z_{доод} = Z_{осн} \cdot \kappa, \quad (6.5)$$

де κ – коефіцієнт, що враховує нарахування на зарплату і різного роду доплати.

При визначенні амортизаційних відрахувань використовувалася формула

$$A = \frac{B \cdot a}{100}, \quad (6.6)$$

де B – балансова вартість доїльної установки, грн.; a – річна норма амортизаційних відрахувань, %.

Для розрахунку балансової вартості застосовувалася залежність

$$B = C \cdot m, \quad (6.7)$$

де C – ціна доїльної установки, грн.; m – коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування і монтаж, знаходиться в межах 1,2... 1,4.

Витрати на ремонт і техобслуговування визначалися по формулі

$$T_p = \frac{B \cdot r}{100}, \quad (6.8)$$

де r – річна норма відрахувань на ремонт і техобслуговування, %.

Витрати на воду і електроенергію, що відносяться до процесу миття молокопроводу визначалися по виразах:

$$C_s = c_s \cdot Q_s, \quad (6.9)$$

$$C_e = c_e \cdot Q_e, \quad (6.10)$$

де c_s – ціна води, грн./м³; c_e – ціна 1 кВт електроенергії, грн.; Q_s і Q_e – річні витрати води і електроенергії.

Термін окупності додаткових капіталовкладень розраховувався по формулі:

$$T_{ок} = \frac{B_n - B_0}{E_p}, \quad (6.11)$$

Ціна нового варіанту комплектації УДМ-200 визначена з урахуванням вартості двох пульсаторів, пульсопідсилювача, магазина для пружних пробок, шлангів управління (діаметром 4 і 7 мм) і пневмокрану. У сукупності додаткові капіталовкладення у вдосконалену систему миття молокопроводу складають 520,56 грн, а з урахуванням коефіцієнта на транспортування і монтаж - 676,73 грн.

Таблиця 6.1 – Порівняльна оцінка системи промивки доїльної установки

Показники	Порівнювальні варіанти	
	базовий: з серійною системою миття	новий: з удосконаленою системою миття
Продуктивність корів, кг.	3400	3400
Тривалість доїння корів, днів.	365	365
Надій від стада корів (100 голів) за рік, ц	3365	3378
Річні затрати праці на миття, год.	832,20	733,65
Ріст продуктивності праці оператора при митті,	-	11
Питомі виробничо-експлуатаційні затрати від використання системи миття, грн./ц	75,56	74,62
Річна економічна ефективність, грн. в тому числі:		8934,86
від зниження виробничо-експлуатаційних затрат	-	3154,86
від підвищення якості молока	-	5780
Термін окупності додаткових грошових вкладів, років	-	0,1

Джерелами річного економічного ефекту є скорочення питомих виробничо-експлуатаційних витрат при використуванні нового варіанту виконання системи миття молокопроводу з 79,34 грн./ц до 78,35 грн./ц або на 1,25% за рахунок зменшення витрат на електроенергію і зарплату, а також 5%-ий приріст кількості молока, що відповідає вимогам стандарту до підвищених його сортів. Таким чином, розрахунковий річний економічний ефект склав 8934,86 грн., а

термін окупності додаткових капіталовкладень – 0,1 роки.

ВИСНОВКИ

1. Витримка забруднень на поверхні молокопроводу веде до зміни їх властивостей: кінетична в'язкість через годину до миття підвищується в 3 рази, кислотність – в 1,7 рази, мікробна забрудненість – майже в 2 рази, тому сили адгезії зростають і погіршується процес очищення.

2. Взаємодія між білково-жировим забруднювачем і поверхнями досліджених матеріалів молочної лінії доїльних установок обумовлена переважно міжмолекулярними силами зчеплення, які залежать від міжфазної енергії дотичних середовищ. Найбільше значення міжфазної енергії спостерігається на межі середовищ "забруднювач – повітря", "вода – повітря" і "0,5%-ий розчин миючого порошку типу А – повітря". Із збільшенням температури миючого розчину на основі синтетичного порошку А від 20 до 70°C міжфазна енергія знижується від $5,7 \cdot 10^{-3}$ до $3,1 \cdot 10^{-3}$ Дж/м².

3. В технології миття молокопроводу доїльної установки доцільно використовувати пробковий режим руху газорідинної суміші з об'ємним газовмістом 0,8...0,9 при швидкості руху 1,2...2 м/с. При цьому необхідно забезпечити переривисту подачу повітря в молокопровід з частотою 0,33 Гц і співвідношенням тактів впускання повітря в молокопровід до такту припинення подачі його 62%:38%.

4. Молокопровід з будь-якого матеріалу краще очищається гарячим миючим розчином, ніж холодним. Так при збільшенні температури 0,5%-го розчину миючого порошку типу А від 60°C до 85°C час очищення молокопроводу скорочується з 9,5 хвилин до 1,5 хвилин, або в 6 раз.

5. Якість миття деталей молочної лінії істотно залежить від їх матеріалу і режимів миття. Найгірше очищаються деталі з алюмінію харчового і гуми, навіть при достатньо високих швидкостях газорідинної суміші в пробковому режимі її руху, краще з неіржавіючої сталі і скла.

6. Збільшення часу перехідних процесів в керуючій камері пульсопідсилювача

для подачі повітря в молокопровід прямо пропорційно збільшенню її об'єму при одному і тому ж діаметрі шланга (5 мм) пневмоприводу і його довжині (30 см). Підвищення частоти пульсацій скорочує тривалість тактів t_1 і t_2 в пневмоприводі клапанів пульсопідсилювача. Максимальна частота пульсацій, при якій процес подачі повітря в промиваючий трубопровід не порушується, складає 2 Гц.

7. Періодична подача пружних пробок в молокопровід при промивці підвищує якість його очищення від забруднень. Як матеріал пружних пробок, використовуваних при очищенні молокопроводу, рекомендується поролон марки ST 5050 і ST 2025. Місткість магазину для пружних пробок в автоматі їх введення в молокопровід повинна бути рівною 5-ти, циклічність їх пуску - одна в хвилину, а швидкість переміщення 2...3 м/с. Частота пульсатора пневмоприводу автомата - 0,017 Гц.

8. Процес промивання молокопроводу містить фази попереднього прополіскування після доїння, циркуляційного промивання і дезінфекції і заключного прополіскування для видалення залишків миючого розчину. Попереднє прополіскування молокопроводу доїльної установки необхідно здійснювати теплою водою температурою 25...30°C протягом 4,5...5 хв. Витрата води при цьому знаходиться в межах 46...52 л. Тривалість фази циркуляційної, промивки і дезінфекції молокопроводу за наявності значної кількості деталей і вузлів з харчового алюмінію повинна бути не менше 9...12 хв при температурі миючого розчину 70...80°C. При пробковому режимі руху газорідинної суміші із швидкістю 1,6 м/с і середньому об'ємному газовмісті її $\beta = 0,7...0,8$ витрата води за час цієї фази складе 100... 130 л.

9. За час фази промивання молокопроводу відбувається значне зменшення температури миючого розчину (приблизно на 30%), що знижує ефективність очищення деталей системи. Тому виникає необхідність підтримка температури його за допомогою електронагрівачів, вмонтованих у ванну для миючого розчину.

10. Питома енергія адгезії забруднювача у воді майже в 2 рази вища, ніж в миючому розчині. З підвищенням температури розчину на кожні 10°C зниження питомої енергії адгезії забруднень складає в середньому 13%. Із збільшенням проміжку часу після закінчення доїння корів до початку промивання молокопроводу питома енергія його очищення підвищується. Це збільшення вельми істотне при

великих проміжках часу до початку промивання молокопроводу і особливо для ділянок його, виконаних з важко відмиваючих матеріалів.

Список використаної літератури

1. А1 359775 Швеция А 01 J 7/00. Устройство для циркуляционной промывки молокопроводов доильных установок / Свен-Аке Нордегрен (Альфа-Лаваль АБ). - № 1419600 / 30-15; Заявл. 02.04.07 // Открытия. Изобретения. - 1973. - № 35. - С. 6.
2. А1 587911 СССР 2 А01J 7/00. Устройство для промывки доильной установки / В.Г. Берзинь, И.П. Ванагс, Х.Э. Гремзе. - 1978. - № 2. - С. 6.
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е. В.Маркова. - М.: Наука, 1976. - 280 с.
4. Айзенрайх Б. Правильно эксплуатировать доильные машины. - Сельское хозяйство за рубежом (животноводство), 1962, №12.
5. Антроповский Н.М., Киренков Л.И. Молочное оборудование животноводческих ферм. - Москва: Россельхозиздат. - 1975 г. - 144 с.
6. Бабкин Б.П. и др. Механизация доения и первичной обработки молока. - М.: Колос 1970.
7. Бабкин В.П. Механизация: доения коров и первичной обработки молока. - М.: Агропромиздат, 1986. - 271 с.
8. Белковой И.И. Профилактика и борьба с маститом коров (обзор). - Сельское хозяйство за рубежом:, 1976. - №12.
9. Барабанщиков Н.В. Санитарная обработка молочной посуды и оборудования / Н.В. Барабанщиков // Молочное и: мясное скотоводство. - 1993. №3. - С. 23-31.
10. Беленький Н.Г. Санитарно - гигиеническое качество заготавливаемого молока и пути его улучшения / Н.Г. Беленький, Н.С. Королева, И.П. Даниленко, В.В. Молочников // Улучшение качества молока и молочных продуктов. - М.: Колос, 1980. - С. 27-37.
11. Белехов И.П., Четкий А.С. Механизация и электрификация животноводства. - М.: Колос, 1984. - 40 с.
12. Беляевский Ю.И. Индустриализация молочного скотоводства / Ю.И.

Беляевский. - М: Колос, 1984. - 383 с.

13. Березуцкий В.И. Совершенствование технологии: циркуляционной мойки молокопровода доильной установки УДС-3А: Дис. канд. тех наук. - зерноград, 2000. - 158 с.

14. Бетин С.Т. Главные направления повышения: технического уровня и качества машин для молочного животноводства. - Стандарты и качество, 1977, №6.

15. Библий К.Н. Контроль параметров технологических процессов в животноводстве. - М.: Россельхозиздат, 1985 256 с.

16. Богдан И.Д., Юогдан Т.З. Исследование вакуумного режима доильных установок. - Механизация и электрификация: социалистического сельского хозяйства, - 1966, № 10.

17. Брагина А.Е. Исследование циркуляционной мойки сложных молокопроводов на животноводческих фермах и молокозаводах: Автореф. дис. к.т.н. - Краснодар, 1972. -21 с.

18. Булгаков В.М. Теоретична механіка. Посібник для практичних занять. (Під редакцією проф. С.І.Кучеренка). / В.М. Булгаков, В.В. Бурлака, Г.М. Калетник, І.Є. Кравченко, С.І. Кучеренко, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тищенко, М.Г. Березовий. – Вінниця: Нова книга, 2010. – 667 с.

19. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных / Г.В.Веденяпин. - 3-е изд. - М: Колос, 1973.-199 с.

20. Велитов И.Г. Машинное доение и раздой коров. - Киев: Урожай, 1967.

21. Веприцкий А.С, Гельштейн З.А. О нестабильности работы мембранного пульсатора доильного аппарата. - Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1986, №12.

22. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Химия, 1976. - 169 с.

23. ГОСТ 2874 - 73. Вода питьевая. - М.: Изд-во. стандартов, 1945. - 8 с.

24. Грицун А.В. Аналіз досліджень доїння корів апаратами з керуванням

режимом роботи / А.В. Грицун, В.М. Яропуд, В.І. Балака // «Сучасні проблеми виробництва, переробки с.-г. продукції, машинобудування та енергетичних систем АПК»: матеріали IV магістерської науково-технічної конференції, 23-24 листопада 2016 року - Вінниця: Вид-во ВНАУ, 2016. – С. 59-60.

25. Гуревич Н., Гуревич О. Уізіаі Вазіс 5: Освой самостоятельно: Пер. с англ. - М: Бином, 1998. - 576 с.

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

27. Дмитрів В.Т. До питання моделювання руху молока в молочному шланзі доїльного апарата. Збірник наукових праць Л ДСП «Механізовані процеси сільськогосподарського виробництва» Львів, 1995р. С.55-62.

28. Дмитрів В.Т. Комплекс для діагностики і дослідження доїльного обладнання. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. -2004. №18. с.388-396.

29. Дмитрів В.Т. Модель перепаду вакуумметричного тиску в молочному шланзі доїльного апарата. Збірник наукових праць ЛДСП «Механізовані процеси сільськогосподарського виробництва» Львів, 1996р. С.93-100.

30. Дмитрів В.Т. Алгоритмізація процесу машинного доїння корів. Праці / Таврійська державна агротехнічна академія - Вин. 40. Мелітополь : ТДАТА, 2006. - с.36-41.

31. Дмитрів В.Т. Діагностичний комплекс доїльного обладнання. Вчені Львівського державного аграрного університету виробництва: Каталог наукових розробок / За ред. В.В. Снітинського, Г.В. Черенка. - Вин.6. - Львів. Львівський державний аграрний університет, 2006. – С. 110-111.

32. Дмитрів В.Т. Дослідження енергетичних параметрів вакуумпровідної системи доїльної установки. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. - 2004, - №8. С. 201-209.

33. Дмитрів В.Т. Комплекс для стендових досліджень параметрів технологічного обладнання. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-й річниці професора Євгена Храпливого „Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу" Львів - 1999.С.
34. Дмитрів В.Т. Машиновикористання у тваринництві. Курс лекцій, Львів; ЛДА.У, 2002. с. 203.
35. Дмитрів В.Т. Модель витрати повітря елементами доїльного апарата. Вісник Львівського державного аграрного університету; Агроінженерні дослідження. - 2006.- №10. с.483-488.
36. Дмитрів В.Т, Уніфікований термоанемометричний вимірювач інтенсивності молоковіддачі стосовно АС К ПІ машинного доїння. Механізація та електрифікація сільського господарства // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. - Випуск. №49. - Глеваха: ННЦ ІМЕСГ. 2005.с 368-373.
37. Дмитрів Г.М. Обґрунтування повторюваності вимірювань при експериментальних дослідженнях. Праці / Таврійська державна агротехнічна академія - Вип. 40. - Мелітополь : ТДАТА, 2005. - с.27-32,
38. Добролюбов А.И. Биомеханика - ключ ко многим дверям. - <http://anomalialia.narod.ru/text/864.htm>
39. Добролюбов А.И. Волновой перенос вещества. - М.:Изд-во УРСС. - Изд.2. - 2005. - 256 с
40. Доронин Б.А. Исследование режимов очистки доильномолочного оборудования и совершенствование технических средств для ее выполнения и контроля: Дис. канд. тех. наук. - Ставрополь, 1982. -184 с.
41. Журенко Ю.І. Основні закономірності фізіології доїння корів на доїльних установках / Ю.І. Журенко, В.М. Яропуд, В.І. Ладанюк // Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми виробництва, переробки сільськогосподарської продукції, машинобудування та енергетичних систем АПК» 28-30 листопада 2017 року: - Вінниця: Вид-во ВНАУ, 2017. – С. 287-290.

42. Еланская Н., Керимов Н. Величина вакуума при доении в молокопровод. - Техника в сельском хозяйстве, 1966, №9.
43. Емцев В.Т. Микробиология / В.Т, Емцев, В.К. Шильникова. - М: Агропромиздат, 1990. - 191 с.
44. Жилов И.В. Оптимальная величина натяжения сосковой резины. - Техника в сельском хозяйстве, 1964, №3.
45. Звиняцковский В.Г. Новое в машинном доении коров. - Москва: Россельхозиздат. - 1983 г. - 61 с.
46. Зих Э.О. Влиянии доильного аппарата на процесс молокоотдачи. - Сельское хозяйство за рубежом (животноводство), 1964, №9.
47. І.І. Ревенко, М. В. Брагінець, В.Д. Роговий, Є.М. Ковтун, В.С. Хмельовський, О.Г. Скляр Монтаж і пусконаладження фермської техніки. - Київ Кондор, 2004, 399 с.
48. Кавешникова К.И. Молокоотдача у коров при различных параметрах доильной машины. - Животноводство, 1960, №7.
49. Карташов Л.П. Машинное доение коров. - М.: Колос, 1982. - 301 с.
50. Кирюткин Г.В. Мойка и дезинфекция технологического оборудования предприятий молочной промышленности / Г.В. Кирюткин, В.В. Молочников. -М.: Пищевая промышленность, 1976. - 121 с.
51. Ковалев Ю.Н. Аппараты молочных линий на фермах. - М.: Агропромиздат, 1985. - 271 с.
52. Ковалев Ю.Н. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов. - М.: Россельхозиздат, 1987. - 367 с.
53. Комаров В.И., Шевчук И.О. Закономерности изменения параметров доильных аппаратов. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1977, №12.
54. Королев В.Ф. Доильные машины. -М.: Машиностроение, 1969.
55. Краснов И.В. Доильные машины. - М.: Машиностроение, 1969
56. . Л.П. Деєв., Л.Ф. Сінгур Техніка безпеки у сільському господарстві. - Київ: Урожай, 1988, 117 с.

57. Леус И.С., Косцов И.А., Белевич П.К. Эксплуатация оборудования животноводческих ферм и комплексов. - Москва: Колос. - 1981 г.-381с.
58. Ляшко И.И. и др. Справочное пособие по математическому анализу. - Киев: Изд. Вища школа. - ч.1. - 1978. - 696 с.
59. Материалы IV Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения - Алма-Ата: АН СССР, ВАС ХНИ Л, 1975.
60. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. - Ленинград: Колос, - 1978 г. - 560 с.
61. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. - Л: Колос, 1972. - 200 с,
62. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. - Ленинград: Агропромиздат. - 1985г.-640 с
63. Мкртумян В.С., Стремнин В.А., Петухов Н.А., Комаров В.И., Пейнович М.Л., Петухова Р.С. Эксплуатация и техническое обслуживание доильных установок. - Новосибирск: Сибирское книжное издательств, 1964.
69. Закон України «Про охорону праці» Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція. Редакція від 16.10.2020, підстава - 124-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
70. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Київ: Держстандарт України, 1999. 22 с.
71. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів
72. Про затвердження Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Документ 687-2004-п, чинний, поточна редакція — Редакція від 04.03.2016, підстава - 76-2016-п. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2004-п#Text>
73. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. 01.07.2016.

74. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

75. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ДНАОП 0.00-1.21-98). Документ z0093-98, поточна редакція — Прийняття від 09.01.1998. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>

76. НПАОП 40.1-1.07-01 (ДНАОП 1.1.10-1.07-01) Правила эксплуатации электрозащитных средств. Приказ от 05.06.2001 № 253.

77. Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів. Документ z1143-06, чинний, поточна редакція — Редакція від 21.02.2017, підстава - z0132-17. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text>

78. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. МОЗ України. Наказ 08.04.2014 № 248. Документ z0472-14, чинний, поточна редакція. Прийняття від 08.04.2014. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>

79. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація. 01.01.1976. Чинність документа відновлена з 26.04.2019 до 01.01.2022 згідно з наказом від 24.04.2019 № 111.

80. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15 і зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 зі змінами. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>

81. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. 02.02.2011.

82. Закон України «Про пожежну безпеку». Документ 3745-XII від 01.07.2013, підстава - 5403-VI. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3745-12#Text>

Додатки

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

**Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів насос-дозатора
для систем промивання доїльних установок**

Виконав: студент групи МГМ-3-20
Бабич Артем Сергійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент.
Гаврильченко Олександр Степанович

Дніпро, 2021

Метою досліджень є вдосконалення технології механічного очищення внутрішньої поверхні молокопроводу шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів насоса-дозатора доїльної установки.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення таких **завдань**:

1. Провести аналіз конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи відомих насосів дозаторів мийних розчинів.
2. Виконати обґрунтування режимів миття молокопроводу і визначити якість санітарного стану поверхонь, що очищаються.
3. Обґрунтувати можливість інтенсифікації процесу видалення забруднень шляхом посилення перебігу газорідної миючої суміші і використання механічного очищення.
4. Визначити раціональні параметри системи миття молокопроводу.
5. Надати економічне обґрунтування використання насосів дозаторів для миття молокопроводу.

Аналіз конструктивно-технологічних схем систем доїння і промивання доїльних установок

3

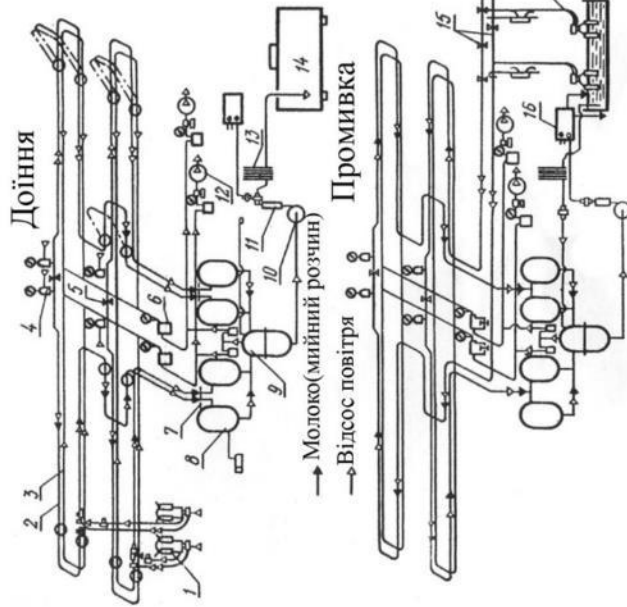


Схема агрегату АДМ-8 в режимах доїння і промивки:

- 1 - доїльна апаратура; 2 - молокопровід; 3 - вакуумпровід; 4 - головний вакуумрегулятор; 5 - розподільник;
6 - диференціальний клапан; 7 - перемикач; 8 - груповий лічильник молока; 9 - повітросподільник (молокозбірник);
10 - насос молочний; 11 - фільтр; 12 - насос вакуумний;
13 - охолодник пластинчатий; 14 - танк молочний;
15, 16 - пристрій і автомат промивки.

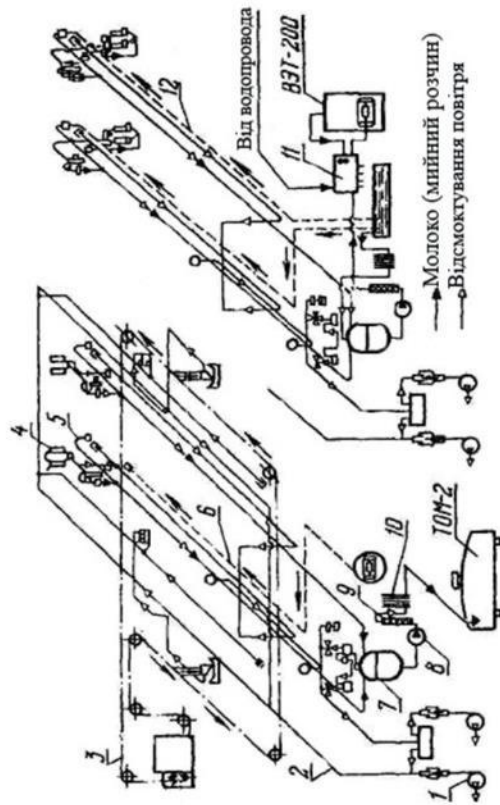


Схема установки УДЕ-8 в режимах доїння і промивки:

- 1 - насос вакуумний; 2 - вакуумна лінія (для приводу пневмокамер, підключення апаратів, системи первинної обробки молока і автомата промивки); 3 - кормороздавач; 4 - доїльна апаратура;
5 - молокопровід; 6 - лінія підмиву вимені; 7 - повітросподільник - молокозбірник; 8 - насос молочний;
9 - фільтр; 10 - охолодник молока; 11 - автомат промивки;
12 - трубопровід з промивочними головками.

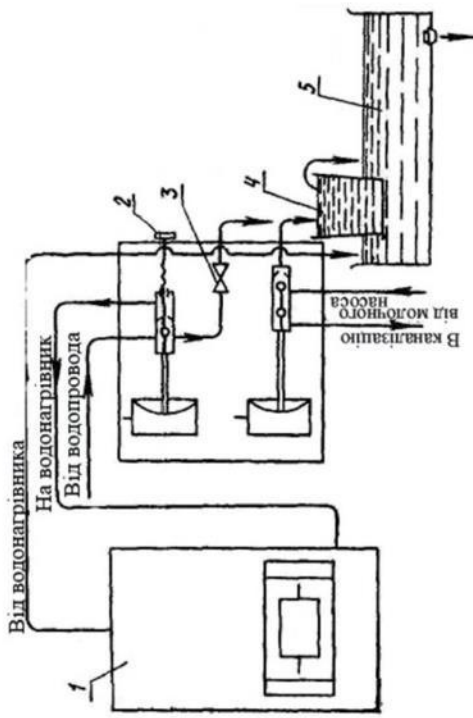
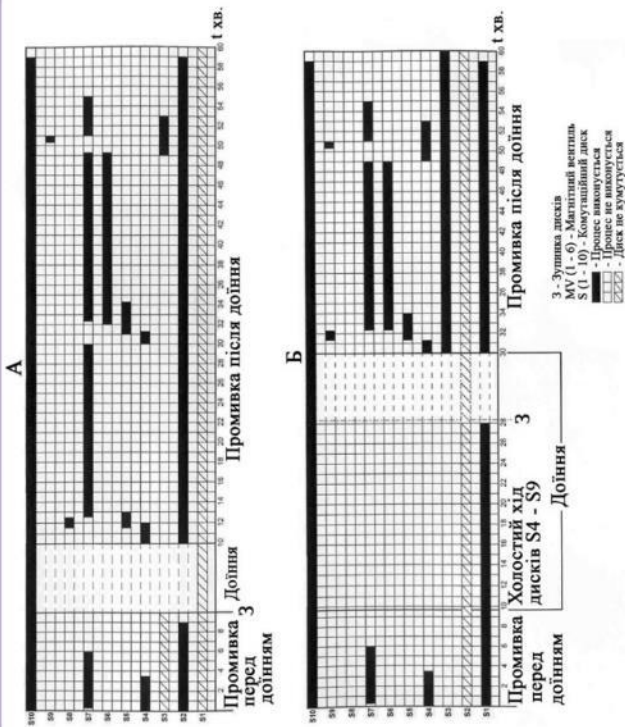


Схема роботи розподільника води:

1 - водонагрівач ВЭТ - 200; 2 - ручний вентиль гарячої води; 3 - ручний вентиль холодної води; 4 - чаша для мийного концентрату; 5 - ванна.

Циклограма промивки молочної лінії

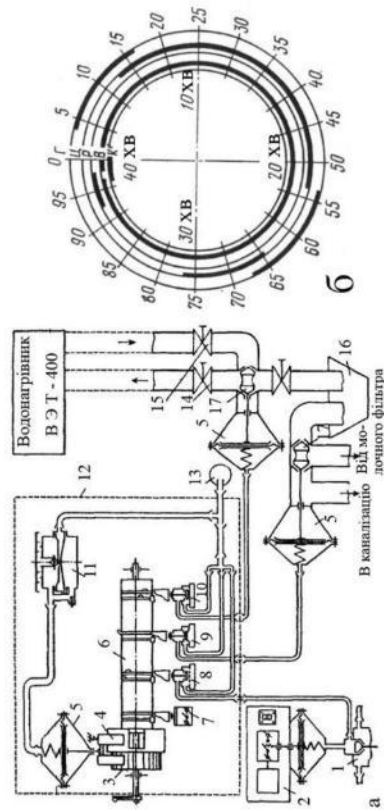


Схема системи автوماتа циркуляційної промивки уніфікованої доїльної установок АДМ-8 і циклограма промивки (б): а: 1 - молокозбірник; 2 - магнітний пускач молочного насоса; 3 - хрестове колесо; 4 - собачка; 5 - пневмокамера; 6 - валик; 7 - мікровимикач вакуумного насоса; 8 - клапан вимикання молочного насоса; 9 - клапан включення циркуляційної промивки; 10 - клапан включення гарячої води; 11 - пульсатор; 12 - шафа управління; 13 - вакуум - провід; 14, 15 - вентилі холодної і гарячої води; 16 - ванна; 17 - фасонний вентиль; б: Г - гаряча вода (Т=338 - 343 К); Ц - циркуляційна промивка; Р - включення молочного насоса; В - вакуумний і молочний насоси, командний пристрій (тільки для доведення циклу промивки до «0»).

Приготування освітлених розчинів хлорного ванна і гіпохлорату кальцію

Освітлений розчин хлорного ванна	Освітлений розчин гіпохлорату кальцію		Освітлений розчин хлорного ванна		Освітлений розчин гіпохлорату кальцію	
	Вміст хлору в ванні, %	Кількість хлорного ванна на 100л води, кг	Вміст активного хлору в ванні, %	Кількість хлорного ванна на 100л води, кг	Вміст хлору в гіпохлораті кальцію, %	Кількість соли кальцію на 100л води, кг
16	15,6	11,9	21	11,9	59	5,0
17	14,7	11,4	22	11,4	51	4,9
18	13,9	10,9	23	10,9	52	4,8
19	13,1	10,4	24	10,4	53	4,7
20	12,5	10,1	25	10,1	54	4,6

Технологічна карта щоденного технічного догляду за доїльною апаратурою

Операція	Обладнання, пристрій, інструменти	Технічні умови, вказівки
Перед доїнням пропустити через кожний апарат 5-6 л гарячої води	Ванна з гарячою водою, вакуумопровід	Температура води 65-70 °С Через кожен апарат пропустити 5-6л води
Поверхні апаратів обмити теплою водою	Ванна з теплою водою	Температура води не більше 39 °С
Пропустити через кожний апарат теплу, або холодну воду для видалення залишків молока	Установка для циркуляційного промивання доїльних апаратів	Промивати доти, поки не залишиться слідів молока у промивній воді
Приготувати мийний розчин із синтетичного порошку А, Б, В	Ванна циркуляційного промивання доїльних апаратів	50г порошку на 10л води. Температура розчину повинна бути 60 °С
Промити апарати (без розбирання) розчином мийного синтетичного порошку	Установка для циркуляційного промивання доїльних апаратів	Промивати 10-12хв. Пульсатор пульсопдсилювача повинен давати 12-15 пульсацій за хвилину
Просушити апарати	Стелаж для розвішування доїльних відер з колекторами і доїльними стаканами	Не допускати перекручування шлангів і попадання сонячних променів на гумові деталі
Один раз на день після вечірнього доїння розібрати колектор і промити всі деталі	Ванна	

Загальні втрати тиску в насосній установці складаються з втрат тиску у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах:

$$h_r = h_{ac} + h_{nr}$$

Масова подача m пов'язана з об'ємною співвідношенням:

$$m = \rho \cdot V_T,$$

де m - масова витрата рідини, кг/с;

ρ - густина рідини, кг/м³;

V_T - об'ємна витрата рідини, м³/с.

Тиск насоса - це кількість енергії, що набуває кожною одиницею об'єму що протікає через насос - рідини, яку визначають по залежності:

$$P = P_2 - P_1 + \rho \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + \rho g(Z_2 - Z_1),$$

де P_2 і P_1 - тиск на виході і вході в насос, Па;

W_2 і W_1 - швидкість рідини на виході і на вході в насос, м/с;

Z_2 і Z_1 - висота центру тяжіння перетину виходу і входу в насос над рівнем рідини в приймальному резервуарі, м;

ρ - щільність рідини, кг/м³;

g - прискорення вільного падіння, 9,81 м/с².

Корисна потужність (Вт), що передається насосом рідкому середовищу

$$N_{\pi} = \rho g V_T H = \gamma V_T H = V_T P,$$

де ρ - щільність рідкого середовища, кг/м³;

g - прискорення вільного падіння, рівне 9,81 м/с²;

V_T - об'ємна подача насоса, м³/с;

H - тиск, м;

γ - питома вага рідкого середовища, Н/м³.

Споживана мембранним насосом потужність (кВт):

$$N = \frac{V_{т.д} H \rho}{102 \eta_{\text{нак}}},$$

де H - тиск, м,

ρ - щільність рідини, кг/м³,

$\eta_{\text{нак}}$ - ККД насоса, що враховує гідравлічні і механічні втрати витрати потужності (в середньому рівний 0,7)

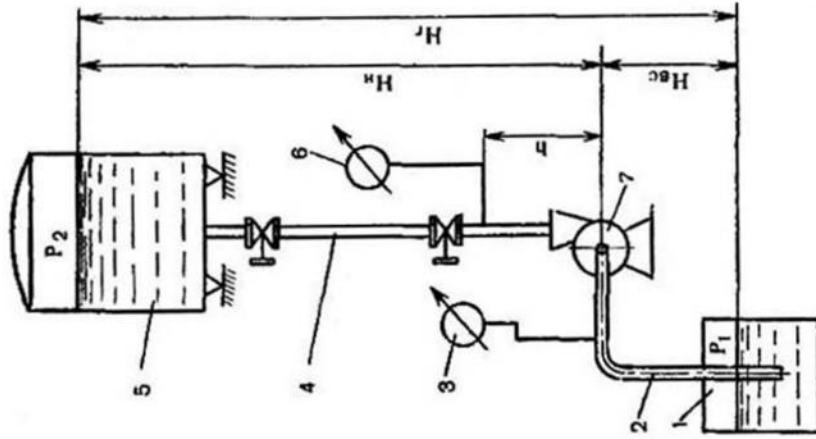
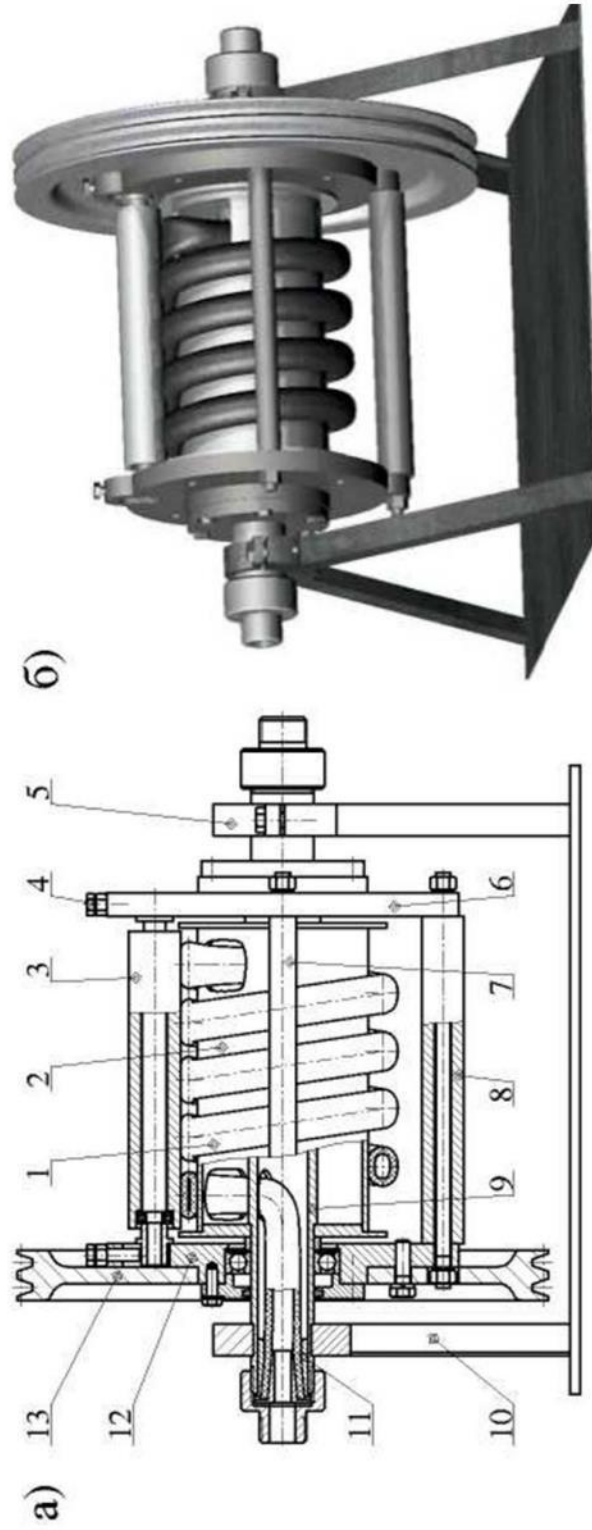


Схема насосної установки:

- 1 - приймальна місткість; 2 - всмоктувальний трубопровід; 3 - вакуумметр; 4 - нагнітальний трубопровід; 5 - резервуар; 6 - манометр; 7 - насос.



а) збиральне креслення; б) зовнішній вигляд;

- 1 – еластичний шланг; 2 – циліндричний барабан; 3 – ролик; 4 – регулювальний гвинт;
 5 – зажим; 6 – диск ротора насоса; 7 – тяги; 8 – противага; 9 – вісь насоса (труба);
 10 – рама; 11 – шпундер; 12 – диск ротора насоса; 13 – шків пасової передачі.

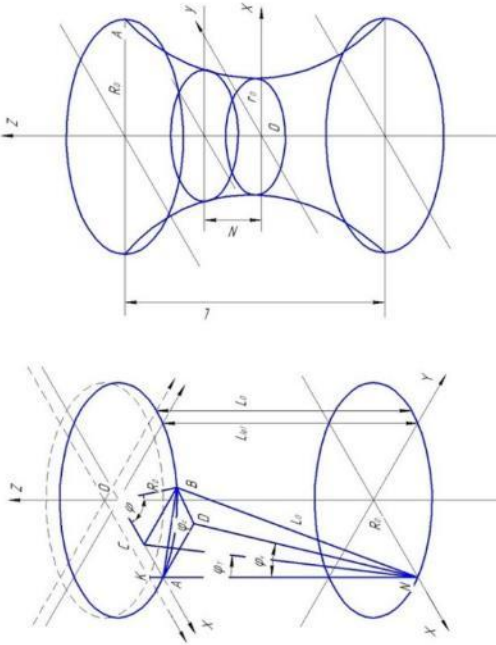
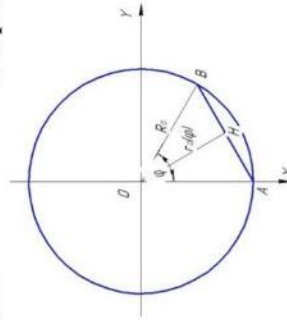


Схема поведінки однієї твірної

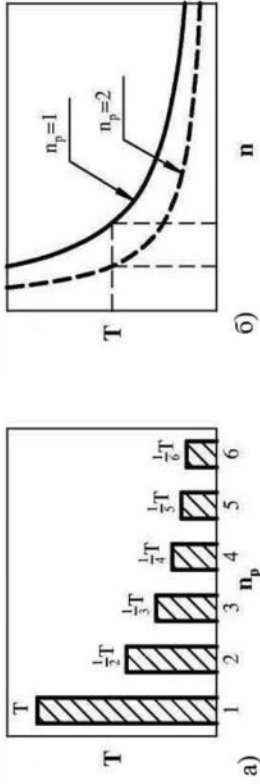
Площа перетину гіперболоїда



Проекція твірної в нахиленому стані на площину

Продуктивність насоса-дозатора:

$$Q = f(P, n_s, n_p, z, n, \rho, d_p, D_\delta, d_w, \delta, k_v),$$

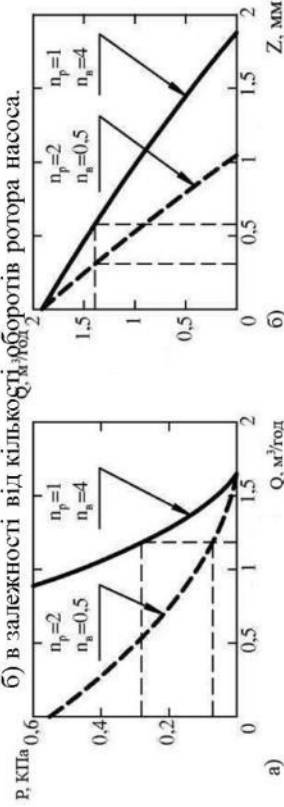


а)

б)

Ресурс роботи еластичного шланга:

а) в залежності від кількості вижимних роликів;
 б) в залежності від кількості оборотів ротора насоса.

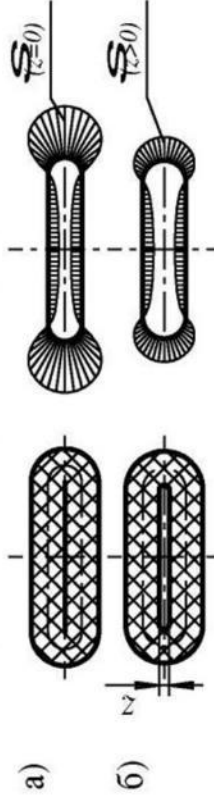


а)

б)

Подача перитинального шлангового насоса:

а) залежно від створеного перепаду тиску;
 б) залежно від зазору на стислому перетині шланга.



Напруження на стислому перетині шланга:

а) при повному стисненні; б) при неповному стисненні.

Програма і методика експериментальних досліджень

9

Програмою дослідження передбачалося:

- визначення параметрів милової рідини і її фізико-механічних властивостей;
- вдосконалення технології механічного очищення внутрішньої поверхні молокопроводу за допомогою пружних пробок;
- експериментальна перевірка одержаних теоретичних залежностей і визначення деяких величин, що входять в них;
- застосування одержаних результатів дослідження в цілях розрахунку і проектування систем циркуляційного миття молокопроводу доїльних установок.

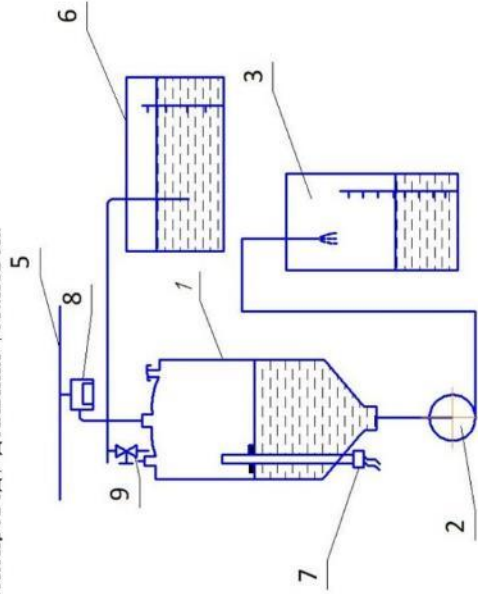
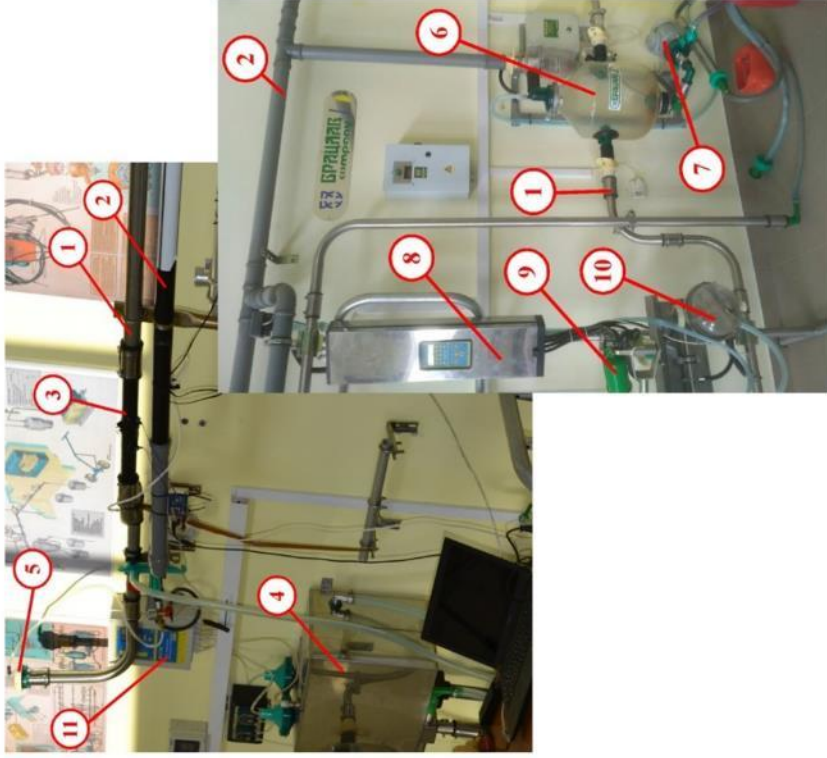


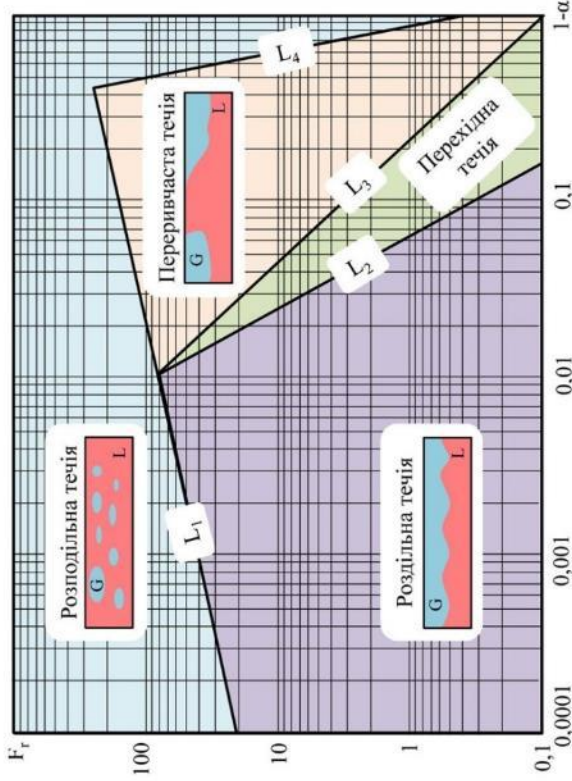
Схема пристрою для визначення витрати милової розчину системою миття:

- 1 - молокозбірник; 2 - молочний насос; 3 - ємність для збирання і вимірювання милової розчину; 4 - ємність з початковим розчином; 5 - вакуумпривід; 6 - молокопровід; 7 - блок герметичних контактів; 8 - вакуумний регулятор; 9 - кран.



Загальний вигляд лабораторної установки:

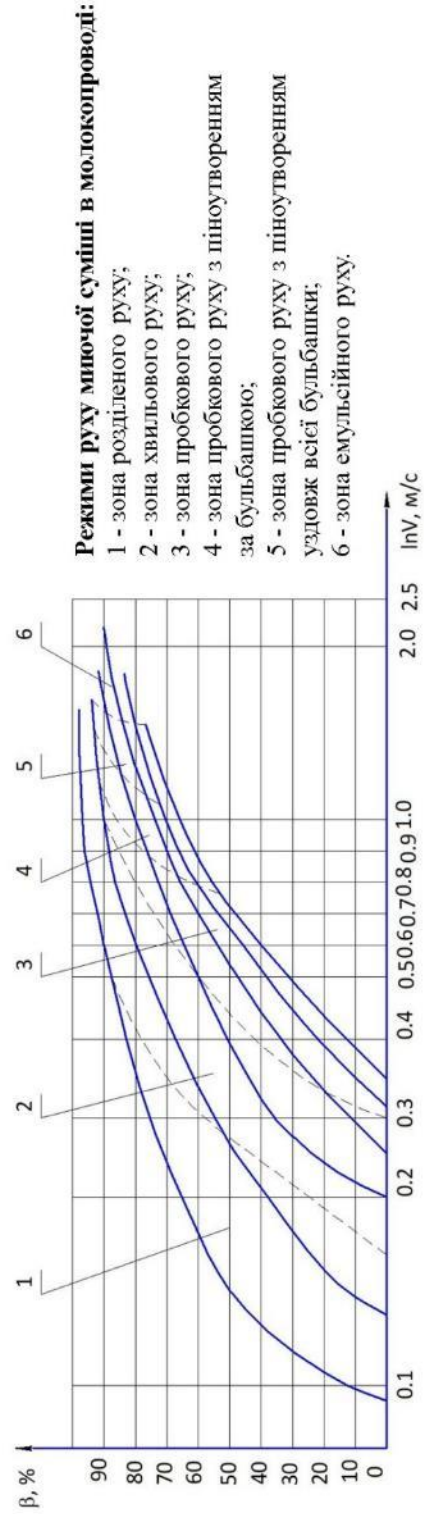
- 1 – молокопровідна система; 2 – вакуумна система; 3 – фотодатчик визначення забрудненості молокопровідної лінії; 4 – бак з миловим розчином; 5 – повітряний інжектор; 6 – молокозбірник; 7 – молочний насос; 8 – блок керування процесом доїння; 9 – доїльний апарат із маніпулятором; 10 – індивідуальний лічильник молока; 11 – автомат промивання



Форми руху, газорідної суміші в молокопроводі

Залежність форми руху суміші в трубопроводі діаметром 52 мм від величини її об'ємного газовмісту

Характер руху газорідної суміші	Швидкість руху, м/с	Об'ємний газовміст руху, β
З суцільним наповненням	0...0,25	0...0,05
Розділене	0,08...0,45	0,05...0,7
Хвильове	0,15...0,7	0,15...0,8
Пробкове	0,35...1,5	0,4...0,85
Пробкове руху з піноутворенням за бульбашкою	0,95...1,5	0,7...0,9
Пробковий рух з піноутворенням уздовж всієї пробки	1,2...1,6	0,8...0,9
Емульсійний рух	1,5...2,3	0,85...0,95

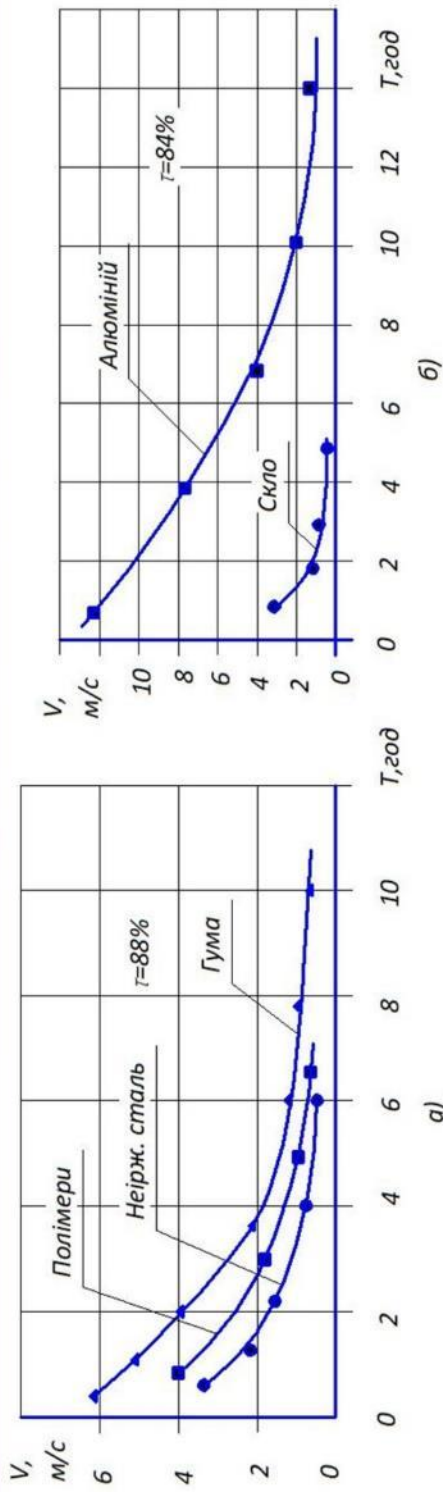


Режими руху миної суміші в молокопроводі:

- 1 - зона розділеного руху;
- 2 - зона хвильового руху;
- 3 - зона пробкового руху;
- 4 - зона пробкового руху з піноутворенням за бульбашкою;
- 5 - зона пробкового руху з піноутворенням уздовж всієї бульбашки;
- 6 - зона емульсійного руху.

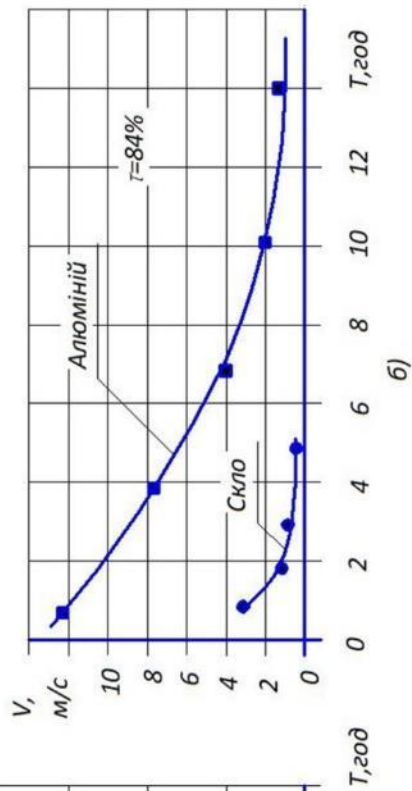
Результати експериментальних досліджень

11

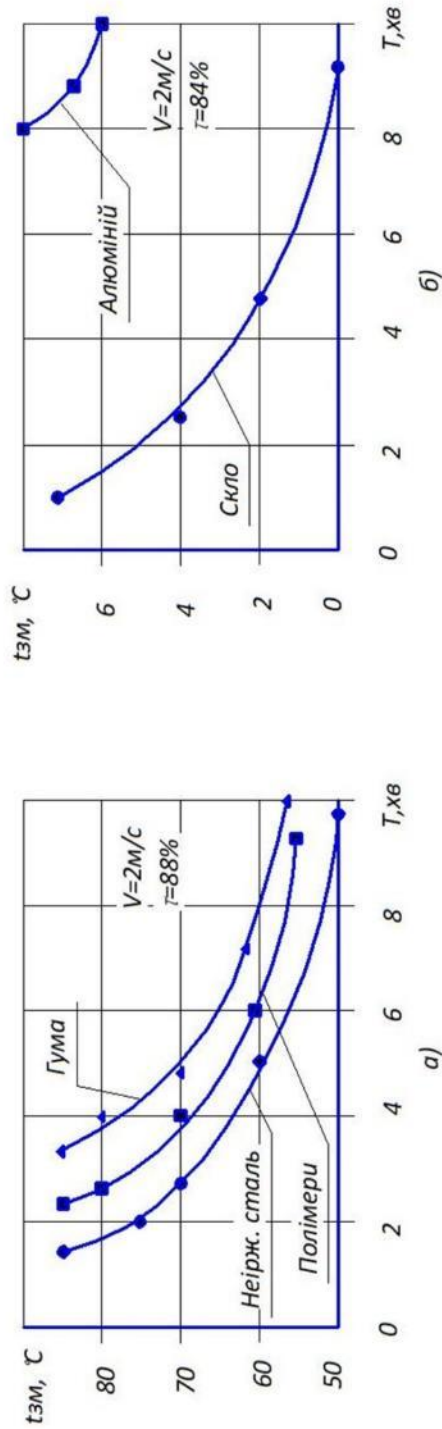


a)

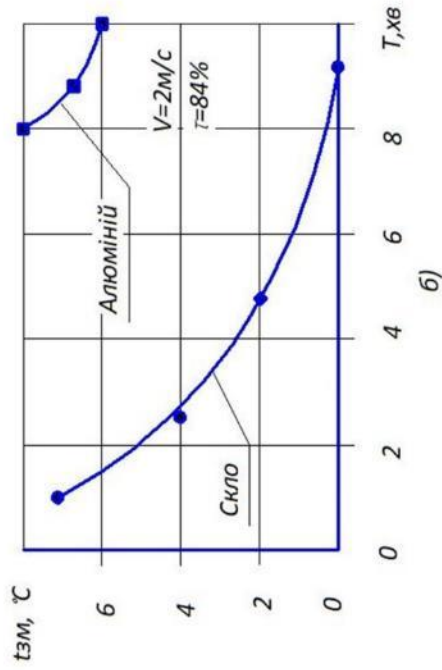
Залежність тривалості очищення молокопроводу діаметром 52 мм від швидкості руху мийного розчину в нім на основі синтетичного порошку типу А ($t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$) а-змиви сірчаної кислоти; б-змиви розчину Блюра.



б)



a)



б)

Залежність тривалості очищення молокопроводу діаметром 52 мм з різних матеріалів від температури мийного розчину (0,5%-ого розчину порошку типу А) а-змиви сірчаної кислоти; б-змиви розчину Блюра.

Показники	Порівнювальні варіанти	
	базовий: 3 серійною системою миття	новий: 3 удосконаленою системою миття
Продуктивність корів, кг.	3400	3400
Тривалість доїння корів, днів.	365	365
Надій від стада корів (100 голів) за рік, ц	3365	3378
Річні затрати праці на миття, год.	832,20	733,65
Ріст продуктивності праці оператора при митті,	-	11
Питомі виробничо-експлуатаційні затрати від використання системи миття, грн./ц	75,56	74,62
Річна економічна ефективність, грн. в тому числі: від зниження виробничо- експлуатаційних затрат від підвищення якості молока	-	8934,86
	-	3154,86
	-	5780
Термін окупності додаткових грошових вкладів, років	-	0,1

1. Витримка забруднень на поверхні молокопроводу веде до зміни їх властивостей: кінетична в'язкість через годину до миття підвищується в 3 рази, кислотність - в 1,7 рази, мікробна забрудненість - майже в 2 рази, тому сили адгезії зростають і погіршується процес очищення.
2. Взаємодія між білково-жировим забруднювачем і поверхнями досліджених матеріалів молочної лінії доїльних установок обумовлена переважно міжмолекулярними силами зчеплення, які залежать від міжфазної енергії дотичних середовищ. Найбільше значення міжфазної енергії спостерігається на межі середовищ "забруднювач - повітря", "вода - повітря" і "0,5%-ий розчин миючого порошку типу А - повітря". Із збільшенням температури миючого розчину на основі синтетичного порошку А від 20 до 70°C міжфазна енергія знижується від $5,7 \cdot 10^{-3}$ до $3,1 \cdot 10^{-3}$ Дж/м².
3. В технології миття молокопроводу доїльної установки доцільно використовувати пробковий режим руху газорідної суміші з об'ємним газовмістом 0,8...0,9 при швидкості руху 1,2...2 м/с. При цьому необхідно забезпечити переривисту подачу повітря в молокопровід з частотою 0,33 Гц і співвідношенням тактів впускання повітря в молокопровід до такту припинення подачі його 62%:38%.
4. Молокопровід з будь-якого матеріалу краще очищається гарячим миючим розчином, ніж холодним. Так при збільшенні температури 0,5%-го розчину миючого порошку типу А від 60°C до 85°C час очищення молокопроводу скорочується з 9,5 хвилин до 1,5 хвилин, або в 6 раз.
5. Якість миття деталей молочної лінії істотно залежить від їх матеріалу і режимів миття. Найгірше очищаються деталі з алюмінію харчового і гуми, навіть при достатньо високих швидкостях газорідної суміші в пробковому режимі її руху, краще з неіржавіючої сталі і скла.
6. Збільшення часу перехідних процесів в керуючій камері пульсопідсилювача для подачі повітря в молокопровід прямо пропорційно збільшенню її об'єму при одному і тому ж діаметрі шланга (5 мм) пневмоприводу і його довжині (30 см). Підвищення частоти пульсації скорочує тривалість тактів t_1 і t_2 в пневмоприводі клапанів пульсопідсилювача. Максимальна частота пульсації, при якій процес подачі повітря в промиваючий трубопровід не порушується, складає 2 Гц.

7. Періодична подача пружних пробок в молокопровід при промивці підвищує якість його очищення від забруднень. Як матеріал пружних пробок, використовуваних при очищенні молокопроводу, рекомендується поролон марки ST 5050 і ST 2025. Місткість магазину для пружних пробок в автоматі їх введення в молокопровід повинна бути рівною 5-ти, циклічність їх існуку - одна в хвилину, а швидкість переміщення 2...3 м/с. Частота пульсатора пневмоприводу автомата - 0,017 Гц.
8. Процес промивання молокопроводу містить фази попереднього прополіскування після доїння, циркуляційного промивання і дезінфекції і заключного прополіскування для видалення залишків миючого розчину.
Попереднє прополіскування молокопроводу доїльної установки необхідно здійснювати теплою водою температурою 25...30°C протягом 4,5...5 хв. Витрата води при цьому знаходиться в межах 46...52 л.
Тривалість фази циркуляційної, промивки і дезінфекції молокопроводу за наявності значної кількості деталей і вузлів з харчового алюмінію повинна бути не менше 9...12 хв при температурі миючого розчину 70...80°C. При пробковому режимі руху газорідної суміші із швидкістю 1,6 м/с і середньому об'ємному газомістості її $\beta = 0,7...0,8$ витрата води за час цієї фази складе 100...130 л.
Завершальне прополіскування молочної лінії повинне здійснюватися водою температурою 25...30°C протягом 4,5...5 хв. Витрата води на цю операцію складає 40...45 л.
9. За час фази промивання молокопроводу відбувається значне зменшення температури миючого розчину (приблизно на 30%), що знижує ефективність очищення деталей системи. Тому виникає необхідність підтримка температури його за допомогою електронагрівачів, вмонтованих у ванну для миючого розчину.
10. Питома енергія адгезії забруднювача у воді майже в 2 рази вища, ніж в миючому розчині. З підвищенням температури розчину на кожні 10°C зниження питомої енергії адгезії забруднень складає в середньому 13%. Із збільшенням проміжку часу після закінчення доїння корів до початку промивання молокопроводу питома енергія його очищення підвищується. Це збільшення вельми істотне при великих проміжках часу до початку промивання молокопроводу і особливо для ділянок його, виконаних з важко відмиваючих матеріалів.

**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» (зарєстровано 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 Єфремова, 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 ПІДПРИЄМСТВА З ВІДНОВЛЕННЯ 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
Теліпко В.М. МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОРМОРОЗДАВАЧА	54
Потапов М.В. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ СИПКИХ КОРМІВ	57
Салогуб Б.Р. КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОДРІБНЮВАЧІВ ЗЕРНА	60
Сажарський В.С. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІДКОЇ ГОДІВЛІ СВИНЕЙ	63

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ МИЙНОГО РОЗЧИНУ ПО МОЛОКОПРОВІДНІЙ ЛІНІЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Бабич А.С.

*здобувач вищої освіти СВО Магістр,
ОПП Агроінженерія, ІТФ ДДАЕУ*

*Науковий керівник – Гаврильченко О.С.,
кандидат технічних наук, доцент*

Мийний розчин в молокопровідній лінії доїльній установці під час руху представляється як двофазне середовище рідина-повітря. Аналіз теоретичних досліджень [1, 2] показав, що рух мийного розчину, як двофазного середовища не досліджено в повній мірі.

Розглянемо ділянку молокопроводу (рис. 1), яка знаходиться під деяким кутом φ до горизонту. По молокопроводу рухається мийний розчин, який представляється у вигляді двофазного середовища рідина-газ. Рідину приймаємо, як не стискаюче середовище, а газ – як ідеальний. Падіння тиску вздовж молокопроводу пов'язано з гравітаційною силою двофазного середовища, сили прискорення і тертя. Баланс імпульсу для прийнятої ділянки молокопроводу із двофазним потоком мийного розчину представимо у вигляді рівняння градієнта тиску:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{gr} + \left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{ac} + \left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{fr}, \quad (1)$$

де $\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{gr}$ – градієнт тиску, що виникає за рахунок гравітаційної сили, Па/м; $\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{ac}$

– градієнт тиску, що виникає за рахунок сили інерції, Па/м; $\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{fr}$ – градієнт тиску,

що виникає за рахунок сили тертя, Па/м.

Гradient тиску, що виникає за рахунок гравітаційної сили можна записати у вигляді (виходячи з рівняння Бернуллі):

$$\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{gr} = g\rho_M \sin \varphi, \quad (2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; ρ_M – щільність двофазного середовища, кг/м³; φ – кут нахилу ділянки молокопроводу.

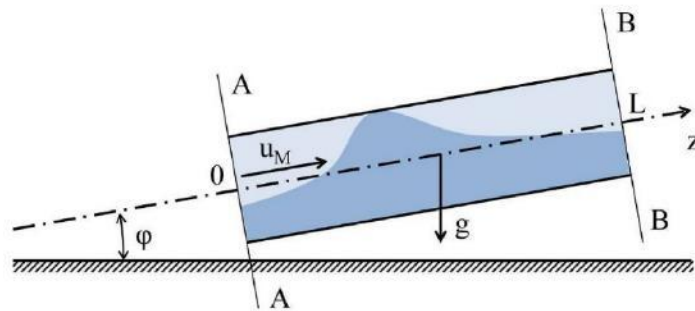


Рисунок 1 – Розрахункова схема ділянки молокопроводу

Гradient тиску, що виникає за рахунок сили інерції можна записати у вигляді:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_{ac} = \rho_M u_M \frac{du_M}{dz}, \quad (3)$$

де u_M – швидкість руху двофазного середовища по молокопроводу, м/с.

Гradient тиску, що виникає за рахунок сили тертя двофазного середовища по стінках молокопроводу можна записати у вигляді:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)_f = \frac{2f_M \rho_M u_M^2}{D}, \quad (4)$$

де D – діаметр молокопроводу (молочного шланга), м; f_M – коефіцієнт тертя двофазного середовища по стінках молокопроводу (молочного шланга).

Підставляючи (2)-(4) в (1) отримуємо рівняння градієнта тиску по довжині ділянки молокопроводу в процесі руху двофазного середовища:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = g\rho_M \sin \varphi + \rho_M u_M \frac{du_M}{dz} + \frac{2f_M \rho_M u_M^2}{D}. \quad (5)$$

Мийний розчин транспортується по молокопровідним лініям, таким як молочні шланги і молокопровід. Течія мийного розчину, як двофазного середовища, по молокопровідній лінії в залежності від умов відповідає кореляції Beggs і Brill (рис. 2).

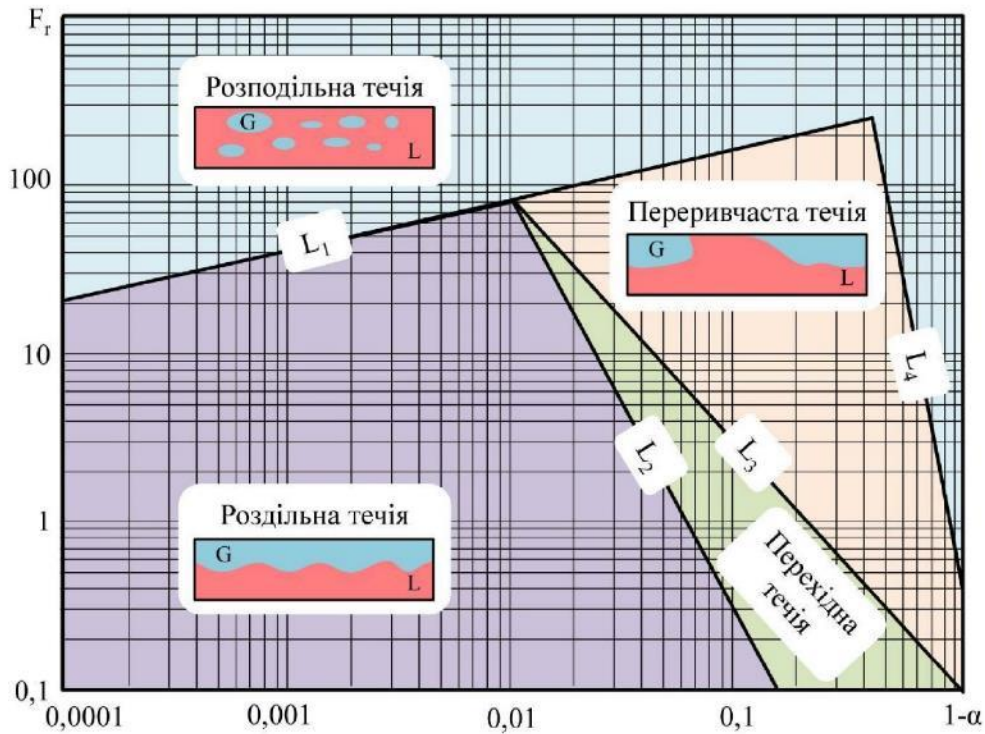


Рисунок 2 – Карта течії двофазного середовища

Список використаних джерел:

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..

from different materials from contaminants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1 (112)), 76–85. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237070>.