

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Модернізація процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з
удосконаленням доїльної установки**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-2-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кривцун Руслан Ігорович

Керівник: _____ Малегін Роман Дмитрович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Рівень вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

інжинірингу технічних систем

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кривцун Руслан Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Модернізація процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з удосконаленням доїльної установки

керівник проєкту Малєгін Роман Дмитрович, доктор філософії

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для доїння корів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика ферми на 100 корів прив'язного утримання. 2. Модернізація процесу доїння корів. 3. Удосконалення доїльної установки. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічні показники. Загальні висновки. Бібліографія

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема процесу (A1). 2. Патентний пошук (A1). 3. Маніпулятор (A1). 4. Доїльний апарат (A1). 5. Пульсатор (A2). 6. Сектор (A4). 7. Вал (A4). 8. Кронштейн (A4). 9. Шестерня (A4). 10. Охорона праці (A1). 11. Економічні показники (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Малєгін Р.Д.		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2026 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2026 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2026 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2026 р.	
5	Економічний	до 22.05.2026 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2026 р.	

Здобувач

(підпис)

Кривцун Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Малєгін Р.Д.

(прізвище та ініціали)

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.190.000.000П	Пояснювальна записка	72		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.190.002.000Т	Технологічна схема	1	1	
3	A1	46ДП.190.001.000П	Патентний пошук		2	
4	A1	46ДП.190.000.100В	Маніпулятор	1	3	
5	A1	46ДП.190.000.100С	Доїльний апарат	1	4	
6	A2	46ДП.190.000.110С	Пульсатор	1	5	
7	A4	46ДП.190.000.004	Сектор	1	5	
8	A4	46ДП.190.000.008	Вал	1	5	
1	A4	46ДП.190.000.005	Кронштейн	1	5	
1	A4	46ДП.190.000.002	Шестерня	1	5	
1	A1	46ДП.190.002.000О	Охорона праці	1	6	
1	A1	46ДП.190.002.000Е	Економічні показники	1	7	
				46ДП.190.000.000ПД		
Вм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	
Розробив	Кривцун					
Перевірів	Малєгін					
Т. контр						
Н. контр.	Івлєв					
Затверд.	Дудін				ДДАЕУ, АІ-2-22	
					літе	арку
						4
						72

АНОТАЦІЯ

Кривцун Р.І. Модернізація процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з удосконаленням доїльної установки / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті розглянуто питання модернізації процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з прив'язним утриманням. Запропоновано удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід шляхом застосування маніпулятора для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок після завершення молоковіддачі.

У роботі наведено характеристику ферми, розроблено технологічну схему модернізованого процесу доїння, виконано розрахунки основних параметрів доїльної установки та конструктивних елементів маніпулятора. Розглянуто вимоги охорони праці під час доїння корів і експлуатації удосконаленого обладнання. Проведено техніко-економічне порівняння базового та модернізованого варіантів.

Запропоноване удосконалення дозволяє зменшити трудомісткість процесу доїння, підвищити своєчасність зняття доїльного апарата, покращити умови праці оператора та знизити ризик холостого доїння.

Ключові слова: доїння корів, молокопровід, лінійна доїльна установка, доїльний апарат, маніпулятор доїння, автоматичне зняття стаканів, молочно-товарна ферма.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 Характеристика ферми на 100 корів прив'язного утримання.....	10
1.1 Структура стада та технологія утримання	10
1.2 Архітектурно-планувальні вирішення корівника	12
1.3 Технічне забезпечення технологічних процесів	15
1.4 Висновки до розділу	20
2 Модернізація процесу доїння корів.....	22
2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги	22
2.2 Розробка технологічної схеми процесу	25
2.3 Розрахунок технічних та технологічних параметрів процесу доїння.....	27
2.4 Розрахунок обладнання для обробки молока.....	33
2.5 Висновки до розділу	36
3 Удосконалення доїльної установки.....	38
3.1 Обґрунтування необхідності удосконалення	38
3.2 Огляд конструкцій маніпуляторів доїння	39
3.3 Опис вибраного варіанту удосконалення.....	42
3.4 Розрахунки конструктивних елементів маніпулятора.....	44
3.5 Висновки до розділу	50
4 Охорона праці.....	52
4.1 Загальні вимоги охорони праці при доїнні корів	52
4.2 Вимоги охорони праці при роботі з маніпулятором.....	55
4.3 Висновки до розділу	57
5 Техніко-економічні показники	59

5.1 Вихідні дані.....	59
5.2 Результати розрахунків економічних показників	60
5.3 Висновки до розділу	61
Загальні висновки.....	63
Бібліографія	64
Додатки	66

ВСТУП

Молочне скотарство є однією з важливих галузей тваринництва, ефективність якої значною мірою залежить від рівня механізації основних виробничих процесів. Одним із найбільш відповідальних процесів на молочно-товарній фермі є доїння корів, оскільки від його організації залежать продуктивність праці операторів, якість отриманого молока, санітарний стан обладнання та фізіологічний стан тварин (FAO & IDF, 2011).

На фермах з прив'язним утриманням корів широкого застосування набули лінійні доїльні установки з доїнням у молокопровід. Вони забезпечують закрите транспортування молока до молочної, зменшують контакт продукції з навколишнім середовищем і дають змогу виконувати доїння безпосередньо у стійлах. Разом з тим значна частина операцій під час роботи з доїльним апаратом залишається ручною. Особливої уваги потребує операція зняття доїльних стаканів після завершення молоковіддачі, оскільки несвоєчасне відключення апарата може призводити до холостого доїння, погіршення стану дійок і зростання трудового навантаження на оператора (ДСТУ ISO 5707:2012; ISO, 2007a).

Актуальність теми дипломного проєкту полягає у необхідності підвищення ефективності процесу доїння корів на молочно-товарній фермі шляхом модернізації існуючої лінійної доїльної установки без суттєвої зміни її загальної технологічної схеми. Одним із доцільних напрямів такого удосконалення є впровадження маніпулятора для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок після закінчення молоковіддачі.

Метою дипломного проєкту є модернізація процесу доїння корів на молочно-товарній фермі шляхом удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід за рахунок застосування пристрою для автоматичного зняття доїльних стаканів.

Об'єктом дослідження є технологічний процес машинного доїння корів на молочно-товарній фермі з прив'язним утриманням тварин.

Предметом дослідження є лінійна доїльна установка з доїнням у молокопровід та маніпулятор для автоматичного зняття доїльних стаканів.

Для досягнення поставленої мети у дипломному проєкті передбачено вирішити такі завдання: проаналізувати умови роботи молочно-товарної ферми; розглянути технологічну схему процесу доїння корів; обґрунтувати необхідність модернізації доїльної установки; розробити варіант удосконалення із застосуванням маніпулятора; виконати розрахунки основних конструктивних і технологічних параметрів; розглянути вимоги охорони праці під час експлуатації обладнання; визначити техніко-економічні показники запропонованого рішення.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження запропонованого удосконалення в умовах існуючої молочно-товарної ферми без повної заміни доїльної установки. Застосування пристрою автоматичного зняття доїльних стаканів дозволяє зменшити трудомісткість процесу доїння, підвищити своєчасність відключення апарата, покращити умови праці оператора та знизити ризик негативного впливу холостого доїння на вим'я корів.

1 Характеристика ферми на 100 корів прив'язного утримання

Молочно-товарна ферма, прийнята для розгляду у дипломному проєкті, призначена для утримання корів за прив'язною технологією з доїнням у молокопровід безпосередньо у стійловому приміщенні. Така схема є характерною для ферм середньої потужності, де основні технологічні операції виконуються у межах одного корівника: годівля, напування, доїння, первинне охолодження молока, прибирання гною, обслуговування сухостійних корів, молодняку і телят.

Планувальне рішення ферми прийнято за прикріпленою схемою корівника на 100 фуражних корів прив'язного утримання. На плані виділено виробничі зони для дійного поголів'я, сухостійних корів, нетелів, телиць і телят, а також приміщення для молочно-вакуумного обладнання, персоналу та санітарно-побутових потреб. Це дає змогу розглядати ферму не лише як місце утримання тварин, а як єдину технологічну систему, у якій доїльна установка є центральною ланкою одержання товарного молока.

Темою дипломного проєкту передбачено модернізацію процесу доїння корів на молочно-товарній фермі шляхом удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід. Конструктивне удосконалення спрямоване на запровадження у доїльний апарат маніпулятора доїння, який повинен зменшити частку ручних операцій, підвищити зручність роботи оператора та забезпечити стабільніше положення доїльного апарата під час машинного доїння.

1.1 Структура стада та технологія утримання

Структура стада на фермі формується з урахуванням безперервного виробництва молока, відтворення поголів'я і вирощування ремонтного молодняку. Основну виробничу групу становлять дійні корови, від продуктивності яких безпосередньо залежить завантаження доїльної установки,

молокопроводу, вакуумної системи та обладнання для охолодження молока. Окремо виділяються сухостійні корови, нетелі різного віку, телиці та телята після молозивного періоду. Такий поділ забезпечує можливість диференційованої годівлі, ветеринарного контролю, підготовки тварин до отелення і поступового введення молодняку до основного стада.

Згідно з експлікацією приміщень на плані корівника, поголів'я розміщується у кількох функціональних зонах. Для дійних корів передбачено 80 стійл, для сухостійних корів - 24 стійла. Крім того, у приміщенні розміщуються секції для нетелів віком 18-25 місяців і 12-18 місяців, група телиць 6-12 місяців, клітки для телят 2-6 місяців, а також бокси для отелення та обсушування новонароджених телят. Наявність цих зон дає змогу організувати технологічний цикл за принципом послідовного переміщення тварин між віковими і виробничими групами.

Прив'язна система утримання передбачає закріплення корови за індивідуальним стійлом, у якому вона відпочиває, споживає корми, отримує воду та доїться. За такої технології тварина менше переміщується всередині корівника, а більшість виробничих операцій виконуються вздовж стійлових рядів. Це спрощує індивідуальний контроль за твариною, але підвищує вимоги до організації праці оператора, раціонального розміщення обладнання та зручності виконання повторюваних операцій.

Годівля корів у такому корівнику організовується з використанням кормового проходу і кормороздавача. Корми доставляються вздовж фронту годівлі, після чого розміщуються на кормовому столі або у годівницях. Напування здійснюється індивідуальними автонапувалками, які за схемою встановлюються з розрахунку одна напувалка на два стійла, а для окремих груп молодняку застосовуються групові напувалки з підігрівом. Це особливо важливо у холодний період року, коли зниження температури води негативно впливає на споживання кормів і продуктивність тварин.

Основною технологічною операцією для дійного поголів'я є машинне доїння (FAO & IDF, 2011). У прийнятій схемі корови доються у стійлах лінійною доїльною установкою з транспортуванням молока по молокопроводу до молочної частини ферми. Оператор переміщується вздовж рядів, виконує підготовку вимені, підмивання і здоювання перших цівок, під'єднує доїльний апарат, контролює перебіг молоковіддачі та від'єднує апарат після завершення доїння. Саме ця операція є найбільш трудомісткою і потребує модернізації, оскільки при великій кількості повторень ручні дії оператора впливають і на продуктивність праці, і на якість доїння.

Сухостійні корови утримуються окремо від дійної групи. Це дає можливість змінювати раціон, контролювати вгодованість, своєчасно виявляти ознаки наближення отелення і переводити тварин до боксу для отелення. Молодняк утримується за віковими групами, що забезпечує кращу адаптацію до умов ферми та зменшує конкуренцію за корм і місце відпочинку. Передбачення на плані окремих боксів для отелення та обсушування телят підвищує технологічну завершеність ферми, оскільки новонароджені тварини обслуговуються безпосередньо у межах корівника.

Таким чином, структура стада відповідає виробничій логіці молочної ферми: дійні корови забезпечують основний потік молока; сухостійні корови формують резерв наступної лактації; нетелі і телиці забезпечують ремонт стада; телята є початковою ланкою відтворення. Для дипломного проєкту найбільше значення має дійна група, оскільки саме на її обслуговування припадає основне навантаження доїльної установки і найбільша частка ручної праці оператора машинного доїння.

1.2 Архітектурно-планувальні вирішення корівника

Корівник має прямокутну форму у плані з габаритними розмірами 72,0 × 18,0 м. Площа забудови основного приміщення становить 1296 м². Таке

планувальне рішення є зручним для організації поздовжніх технологічних потоків: роздавання кормів уздовж фронту годівлі, руху оператора під час доїння, транспортування молока по молокопроводу до молочного приміщення та видалення гною за допомогою гноєприбирального транспортера.

На плані корівника виробничі зони розташовані вздовж поздовжньої осі будівлі. Стійлові ряди розміщені паралельно один одному, що забезпечує раціональне використання площі і формує зручні проходи для обслуговування тварин. У торцевій частині передбачено приміщення для молочно-вакуумного обладнання, танк-охолоджувач молока, побутове приміщення для персоналу і санвузол. Розміщення цих приміщень біля технологічної лінії доїння скорочує довжину допоміжних комунікацій та полегшує санітарний контроль молока.

У поперечному перерізі корівника передбачено стійлові місця, проходи для обслуговування, кормові зони та конструктивні елементи покриття. На схемі показано розділювачі стійл, вентиляційні шахти і світло-вентиляційний коник, що забезпечують природну організацію повітрообміну. Світло-вентиляційний коник по гребеню покрівлі має довжину 62 м, а вентиляційні шахти, відповідно до специфікації, мають висоту 2,4 м. Таке рішення поліпшує видалення вологи, надлишкового тепла і шкідливих газів із зони перебування тварин.

Планувальна структура корівника дає змогу поєднати у межах однієї будівлі утримання продуктивного стада, ремонтного молодняку і телят. Разом з тим таке поєднання вимагає чіткого розмежування потоків: рух кормів не повинен перетинатися з потоками гною, а молочна лінія має бути ізольована від забруднених зон. У прикріпленій схемі це забезпечується за рахунок поздовжнього розміщення транспортерів гною, відокремлення молочно-вакуумного приміщення та винесення похилої гілки гноєприбирального транспортера до торцевої частини, де гній завантажується у тракторний причіп.

Таблиця 1.1 – Основні архітектурно-планувальні показники корівника

Показник	Характеристика за планом
----------	--------------------------

Тип виробничого приміщення	Корівник для прив'язного утримання з доїнням у молокопровід
Габаритні розміри будівлі	72,0 × 18,0 м
Площа забудови основного приміщення	1296 м ²
Планувальна схема	Поздовжнє розміщення стійлових рядів, проходів, кормових і гноєприбиральних ліній
Основні виробничі зони	Дійні корови, сухостійні корови, нетелі, телиці, телята 2-6 місяців
Молочний блок	Молочно-вакуумне приміщення з вакуумним обладнанням і танком-охолоджувачем
Вентиляція та освітлення	Вентиляційні шахти висотою 2,4 м і світло-вентиляційний коник довжиною 62 м
Видалення гною	Горизонтальна і похила гілки гноєприбирального транспортера з подачею у тракторний причіп

Важливою особливістю плану є те, що доїльна установка розміщується безпосередньо у зоні утримання дійних корів. На відміну від доїльних залів, де тварини переміщуються до окремого доїльного приміщення, у даній системі доїння виконується у стійлах. Це зменшує потребу у додаткових приміщеннях, але збільшує довжину маршруту оператора і кількість маніпуляцій біля кожної корови. Саме тому модернізація доїльного апарата у напрямі часткової механізації ручних дій є доцільною для такого типу ферми.

Архітектурно-планувальне рішення створює передумови для потокової організації виробництва молока. Кормовий потік формується від місця завантаження кормороздавача до фронту годівлі; молочний потік - від вимені

корови через доїльний апарат і молокопровід до танка-охолоджувача; потік гною - від стійлових місць до гноєприбирального транспортера та далі до транспортного засобу. Узгодженість цих потоків визначає санітарний стан ферми, рівень трудомісткості робіт і технічну ефективність доїльного обладнання.

Недоліком прив'язної схеми є висока залежність результатів доїння від оператора. Під час роботи він змушений багаторазово нахилятися, переносити доїльні апарати, підводити колектор під вим'я, контролювати положення дійкової гуми і своєчасно завершувати доїння. При значній довжині корівника і великій кількості тварин ці дії накопичують втому, через що зростає ризик порушення режиму доїння. Тому архітектурно-планувальні умови ферми безпосередньо обґрунтовують потребу в удосконаленні доїльного апарата за рахунок маніпулятора.

1.3 Технічне забезпечення технологічних процесів

Технічне забезпечення ферми охоплює машини та обладнання для годівлі, напування, доїння, первинної обробки молока, утримання телят, видалення гною, вентиляції і допоміжного обслуговування тварин. За прикріпленою схемою основним обладнанням є лінійна доїльна установка УДМ-100, вакуум-компресорний агрегат, танк-охолоджувач молока, кормороздавач місткістю 6 м³, індивідуальні та групові автонапувалки, гноєприбиральні транспортери, вентиляційні елементи і обладнання для обслуговування окремих технологічних груп.

Таблиця 1.2 – Специфікація основного обладнання корівника

Найменування обладнання	Параметр	Технологічне призначення
-------------------------	----------	--------------------------

Індивідуальна автонапувалка	1 на 2 стійла	Напування корів і молодняку у стійлових рядах
Групова автонапувалка з підігрівом	-	Напування тварин у групових секціях, особливо в холодний період
Кормороздавач	6 м ³	Механізоване роздавання кормів уздовж фронту годівлі
Бокс для обсушування телят	-	Післяотельне обслуговування і первинний догляд за телятами
Бокс для отелення	-	Проведення отелення в окремій технологічній зоні
Клітка для телят 2-6 місяців	16 голів	Групове утримання телят після раннього молочного періоду
Станок для обробки копит	-	Фіксація тварин під час профілактичних і лікувальних робіт
Доїльна установка	УДМ-100	Машинне доїння корів у молокопровід
Вакуум-компресорний агрегат	-	Створення і підтримання робочого вакууму доїльної установки
Танк-охолоджувач	2500 л	Охолодження і короткочасне зберігання молока
Розділювач стійла	-	Формування індивідуального місця утримання корови
Вентиляційна шахта	висота 2,4 м	Видалення забрудненого повітря і вологи з приміщення
Світло-вентиляційний коник	довжина 62 м	Природне освітлення і витяжна вентиляція через покрівлю
Горизонтальна гілка гноєприбирального транспортера	-	Переміщення гною вздовж стійлових рядів

Похила гілка гноєприбирального транспортера	-	Підйом і вивантаження гною за межі приміщення
Тракторний причіп	-	Транспортування гною від корівника до місця зберігання або внесення

Система годівлі базується на використанні мобільного або причіпного кормороздавача, який забезпечує доставку кормової суміші вздовж кормового фронту. Місткість 6 м³ є достатньою для обслуговування стійлових рядів у кілька проходів залежно від кратності годівлі та складу раціону. Механізація роздавання кормів зменшує ручну працю, підвищує рівномірність розподілу корму і забезпечує можливість оперативно коригувати раціон для різних груп тварин.

Система напування включає індивідуальні автонапувалки, встановлені з розрахунку одна напувалка на два стійла. Це рішення відповідає прив'язному утриманню, оскільки тварина має постійний доступ до води без потреби переміщення по корівнику. Для групових кліток і секцій молодняку передбачені групові автонапувалки з підігрівом, що знижує ризик замерзання води та підтримує стабільність водоспоживання.

Доїльна установка УДМ-100 є основним технічним засобом одержання молока. Вона належить до лінійних установок з доїнням корів у стійлах і транспортуванням молока по молокопроводу. Основними вузлами такої системи є вакуумна лінія, молокопровід, доїльні апарати, пульсатори, колектори, молочні шланги, молокоприймальна арматура, вакуум-компресорний агрегат і обладнання для охолодження молока. За планом молоко після доїння надходить до танка-охолоджувача місткістю 2500 л, де забезпечується його зниження до температури короткочасного зберігання.

Робота лінійної доїльної установки у стійловому приміщенні має свої переваги і недоліки. Перевагою є відсутність потреби переганяти корів до окремого доїльного залу, що особливо зручно для прив'язного утримання. Проте

оператор виконує значну кількість ручних операцій безпосередньо біля кожної тварини. До таких операцій належать підведення доїльного апарата під вим'я, приєднання стаканів до дійок, контроль стабільності підвішування колектора, перевірка молоковіддачі і від'єднання апарата після завершення доїння.

Найбільш проблемною ділянкою є взаємодія доїльного апарата з вименем корови. Якщо апарат розташований нерівномірно або створює бокове навантаження на дійки, погіршується повнота видоювання, збільшується ризик підсмоктування повітря і порушення стабільності вакууму. Крім того, при ручному переміщенні апарата можливе його торкання до підлоги або забруднених поверхонь, що знижує санітарну надійність процесу. Тому запровадження маніпулятора доїння у конструкцію доїльного апарата є технічно обґрунтованим напрямом модернізації.

Маніпулятор доїння доцільно розглядати як допоміжний механізм, що утримує або направляє підвісну частину доїльного апарата у робочій зоні вимені. Його застосування має забезпечити стійке положення колектора, зменшити навантаження на дійкову гуму і руки оператора, скоротити час під'єднання стаканів та підвищити повторюваність виконання операцій. Для ферми з прив'язним утриманням це особливо важливо, оскільки модернізація повинна бути сумісною з існуючою лінійною установкою та не вимагати повної перебудови корівника.

Вакуум-компресорний агрегат забезпечує створення робочого вакууму у системі доїння. Стабільність вакууму є однією з головних умов якісного машинного доїння, адже коливання тиску впливають на роботу пульсаторів, стан дійкової гуми та комфорт тварини. У разі впровадження маніпулятора важливо, щоб новий вузол не погіршував герметичність молочно-вакуумної системи, не створював додаткових різких перегинів шлангів і не ускладнював промивання доїльного обладнання.

Первинна обробка молока здійснюється у молочному блоці. Молоко від дійних корів транспортується молокопроводом до приймальної частини, після

чого надходить до танка-охолоджувача. Місткість 2500 л дозволяє накопичувати молоко між вивезеннями та підтримувати його якість за умови своєчасного охолодження і промивання обладнання. Санітарний стан молокопроводу, доїльних апаратів і охолоджувача має вирішальне значення, тому модернізований доїльний апарат повинен залишатися придатним до штатного миття і дезінфекції.

Видалення гною організовано за допомогою горизонтальної та похилої гілок гноєприбирального транспортера. Горизонтальна гілка приймає гній із зони стійл і переміщує його вздовж приміщення, а похила гілка піднімає масу до місця вивантаження за межами корівника. Далі гній завантажується у тракторний причіп. Така схема зменшує забруднення проходів, поліпшує санітарний стан приміщення і створює кращі умови для роботи дояра під час обслуговування тварин.

Система вентиляції і природного освітлення представлена вентиляційними шахтами та світло-вентиляційним коником. Для прив'язного утримання це має велике значення, оскільки тварини тривалий час перебувають у межах одного приміщення, а якість повітря впливає на продуктивність, стан вимені, рівень вологості підстилки і загальний санітарний режим. Надмірна вологість та накопичення аміаку погіршують умови праці оператора і можуть підвищувати захворюваність тварин.

Допоміжне обладнання ферми включає бокс для отелення, бокс для обсушування телят, клітки для телят 2-6 місяців і станок для обробки копит. Наявність цих елементів підвищує технологічну самостійність корівника, оскільки значна частина ветеринарно-профілактичних та зоотехнічних операцій може виконуватися без переміщення тварин до інших будівель. Водночас у межах даного дипломного проєкту основну увагу зосереджено на доїльній установці, оскільки саме вона безпосередньо пов'язана з продуктивністю ферми та якістю молока.

Отже, наявне технічне забезпечення ферми в цілому відповідає прийнятій технології прив'язного утримання. Разом з тим лінійна доїльна установка з доїнням у молокопровід має резерв для удосконалення, пов'язаний із зменшенням ручної праці під час під'єднання та контролю доїльного апарата. Запровадження маніпулятора доїння може бути реалізоване як локальна модернізація без зміни загального планування корівника, що робить такий напрям технічно доцільним для розроблення у дипломному проєкті.

1.4 Висновки до розділу

У першому розділі розглянуто виробничу характеристику молочно-товарної ферми на 100 корів прив'язного утримання, для якої передбачено доїння дійних корів лінійною доїльною установкою у молокопровід. На основі прикріпленої схеми встановлено, що корівник має габаритні розміри $72,0 \times 18,0$ м і площу забудови 1296 м^2 , а його планувальна структура забезпечує розміщення дійного поголів'я, сухостійних корів, ремонтного молодняка, телят, молочного блоку та допоміжних приміщень.

Структура стада організована за виробничими та віковими групами. Основну групу становлять дійні корови, для яких передбачено 80 стійл. Окремо виділено сухостійних корів, нетелів, телиць і телят, що створює умови для послідовного відтворення стада та диференційованого обслуговування тварин.

Архітектурно-планувальне рішення корівника забезпечує поздовжню організацію технологічних потоків: роздавання кормів, доїння, транспортування молока, видалення гною та обслуговування тварин. Водночас прив'язна технологія з доїнням у стійлах зумовлює значне навантаження на оператора машинного доїння, оскільки більшість дій із доїльним апаратом виконується вручну.

Технічне забезпечення ферми включає доїльну установку УДМ-100, вакуум-компресорний агрегат, танк-охолоджувач молока місткістю 2500 л,

кормороздавач місткістю 6 м³, автонапувалки, гноєприбиральні транспортери, вентиляційні елементи та допоміжне обладнання для утримання телят і обслуговування тварин. Це обладнання формує завершену технологічну систему виробництва молока.

Аналіз плану ферми і наявного обладнання показав, що найбільш доцільним напрямом модернізації є удосконалення доїльного апарата шляхом запровадження маніпулятора доїння. Такий вузол може зменшити трудомісткість ручних операцій, стабілізувати положення підвісної частини апарата, поліпшити умови праці оператора і підвищити якість виконання машинного доїння без кардинальної перебудови корівника.

2 Модернізація процесу доїння корів

2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги

Молочно-товарна ферма, прийнята до розгляду у дипломному проєкті, розрахована на утримання 100 корів за прив'язною системою. За планувальним рішенням корівник має стійлове розміщення тварин, центральні та бокові проходи, приміщення для вакуумного обладнання, доїльну, молочну та санітарно-побутову зони. Основним процесом, який визначає якість одержання молока і рівень трудових витрат персоналу, є доїння корів у стійлах із транспортуванням молока закритим молокопроводом.

Базовим варіантом приймається лінійна доїльна установка з доїнням у молокопровід. Така система є доцільною для ферм прив'язного утримання, оскільки не потребує перегону корів до доїльної зали, дає можливість обслуговувати тварин безпосередньо на місцях утримання та забезпечує закрите транспортування молока до молочної. Водночас експлуатація лінійної установки пов'язана з підвищеним ручним навантаженням на оператора: підвісну частину доїльного апарата необхідно багаторазово переносити, підводити під вим'я, утримувати під час встановлення доїльних стаканів і правильно знімати після завершення молоковіддачі.

Модернізація процесу передбачає удосконалення доїльного апарата шляхом запровадження переносного маніпулятора зняття доїльних стаканів. За конструкцією маніпулятор включає опорну стійку, шарнірну стрілу, підвісний елемент, пружинно-компенсаційний вузол і механізм приєднання до підвісної частини апарата. Підготовка вимені, підведення апарата та надягання доїльних стаканів виконуються оператором вручну. Маніпулятор задіюється після завершення молоковіддачі і забезпечує кероване відведення підвісної частини та зняття стаканів з дійок.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку процесу доїння

Показник	Позначення	Значення	Одиниця вимірювання
Загальне поголів'я корів на фермі	N	100	гол.
Кількість корів, що доються	N_d	80	гол.
Середній добовий надій від однієї корови	$q_{\text{доб}}$	22,5	кг/добу
Кратність доїння	m_d	2	рази/добу
Прийнята тривалість одного доїння групи	T_d	1,30	год
Повний цикл роботи апарата на одній корові	$t_{\text{ц}}$	7,0	хв
Кількість операторів машинного доїння	$n_{\text{оп}}$	2	осіб
Прийнята кількість доїльних апаратів	z_a	8	шт.
Місткість наявного танка-охолоджувача	V_T	2500	л
Розрахункова густина молока	ρ_m	1030	кг/м ³

Зоотехнічні вимоги до машинного доїння спрямовані на одержання повного, швидкого і безпечного видоювання молока без травмування дійок та без погіршення санітарної якості продукції (ДСТУ ISO 5707:2012; ISO, 2007a). Для цього необхідно забезпечити сталість вакуумного режиму, правильне співвідношення тактів пульсації, своєчасне підключення і зняття апарата, недопущення передоювання, а також ефективне промивання молокопровідної системи після завершення роботи.

Таблиця 2.2 - Основні зоотехнічні та технологічні вимоги до процесу доїння

Вимога	Рекомендоване або прийняте значення	Технологічне значення для модернізації
Робочий вакуум у піддійковому просторі	47...50 кПа	Забезпечує стабільне видоювання без надмірного навантаження на дійки
Частота пульсації	60 ± 5 циклів/хв	Визначає ритм стискання і розкриття діркової гуми
Співвідношення тактів пульсації	близько 60:40	Підтримує баланс між фазою молоковіддачі та фазою масажу дійки
Тривалість підготовки вимені	40...60 с	Сприяє рефлексу молоковіддачі і зменшує залишковий надій
Тривалість машинного доїння однієї корови	5...7 хв	Використовується для визначення кількості апаратів і тривалості процесу
Зняття апарата	після зниження молоковіддачі	Запобігає холостому доїнню і травмуванню діжок
Температура охолодження молока	4 ± 2 °C	Забезпечує пригнічення розвитку мікрофлори під час зберігання
Санітарне промивання	після кожного доїння	Забезпечує чистоту молокопроводу, колекторів, шлангів і танка

Для умов ферми доцільно не замінювати всю доїльну лінію, а модернізувати найбільш навантажений вузол - доїльний апарат у зоні контакту оператора з твариною. Впровадження маніпулятора дозволяє механізувати операцію зняття підвісної частини після завершення доїння, зменшити кількість

різких рухів і ривків шлангів, а також знизити фізичне навантаження на оператора під час багаторазового обслуговування корів.

2.2 Розробка технологічної схеми процесу

Технологічна схема модернізованого процесу доїння формується як послідовність операцій, у якій тварина залишається у стійлі, а оператор переміщується вздовж фронту обслуговування. Молоко після видоювання не переливається у відкриту тару, а відразу надходить у закриту молокопровідну систему, проходить фільтрацію, охолодження і зберігається у танку-охолоджувачі. У модернізованому варіанті до складу робочого вузла вводиться переносний маніпулятор, призначений не для автоматичного надягання стаканів, а для їх зняття з дійок після зниження молоковіддачі.

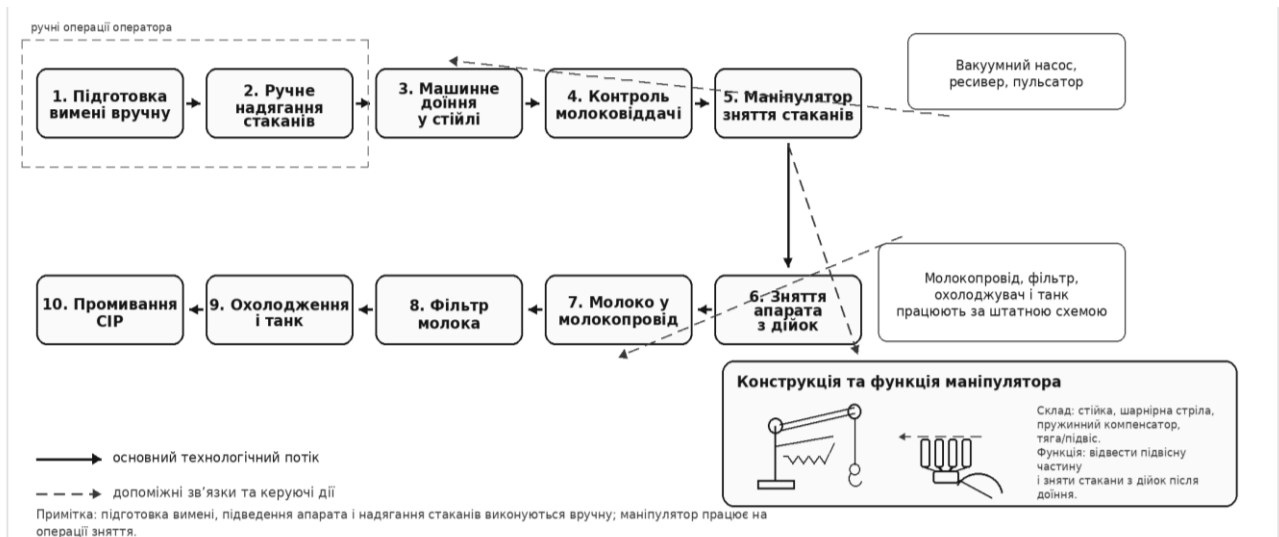


Рисунок 2.1 - Технологічна схема модернізованого процесу доїння корів у молокопровід

Підготовчий етап включає підхід оператора до тварини, візуальну оцінку стану вимені, здоювання перших цівок молока у контрольну посудину, очищення і обсушування дійок. Після підготовки оператор вручну підводить доїльний апарат до вимені та надягає доїльні стакани на дійки. На цих операціях

маніпулятор не виконує автоматичного позиціювання апарата, а знаходиться у робочій зоні та підготовлений до виконання завершальної операції - зняття підвісної частини.

Під час основного доїння молоко від дійкових стаканів надходить у колектор, далі через молочний шланг - до молокопроводу. Вакуумна система забезпечує необхідний розріджений тиск, а пульсатори створюють періодичну зміну тиску у міжстінковій камері доїльних стаканів. Маніпулятор не втручається у вакуумний режим і не змінює схему транспортування молока, а його функціональна дія пов'язана з керованим відведенням апарата після завершення молоковіддачі.

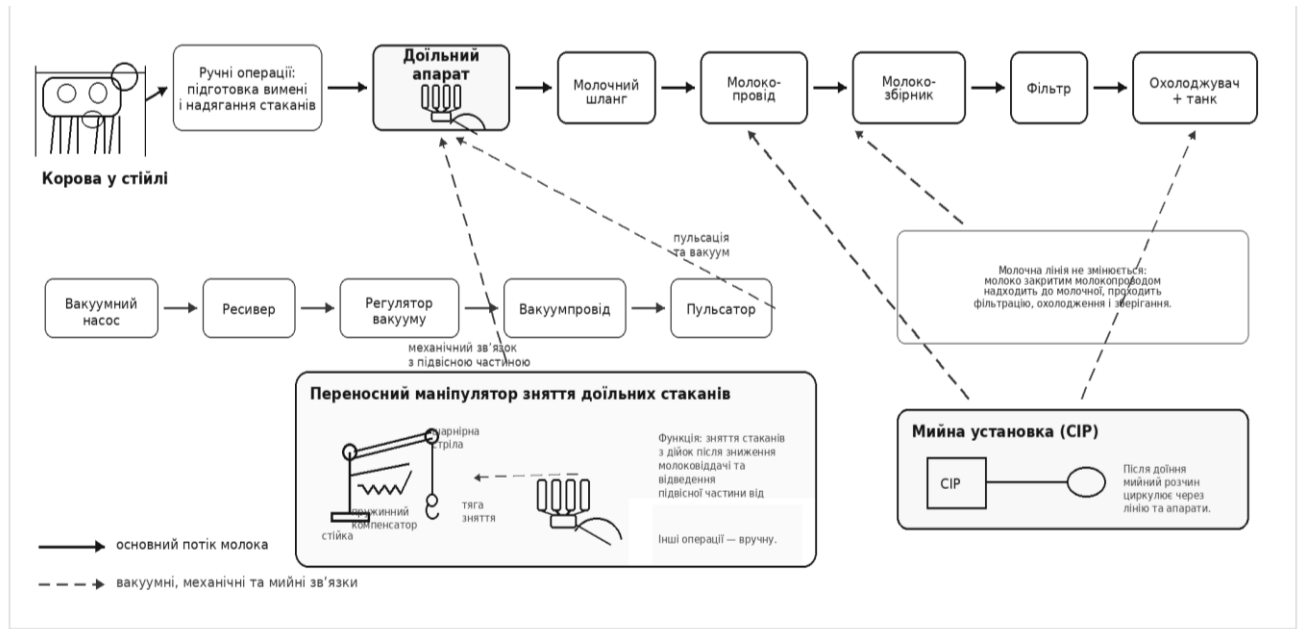


Рисунок 2.2 - Функціональна схема лінійної доїльної установки з маніпулятором зняття доїльних стаканів

Після зниження інтенсивності молоковіддачі оператор або відповідний вузол керування ініціює зняття доїльних стаканів. Маніпулятор приймає навантаження від підвісної частини, відводить її від вимені та зменшує ривки молочних і вакуумних шлангів. Після цього молочні залишки транспортуються до молочної, а лінія переводиться у режим санітарного промивання. Робочий

цикл модернізованої лінії не порушує прийнятої організації ферми, тому модернізація може бути виконана без суттєвої реконструкції корівника.

Таблиця 2.3 - Порівняння базового та модернізованого варіантів процесу доїння

Ознака порівняння	Базова лінійна установка	Модернізована установка з маніпулятором
Підведення апарата до вимені	Виконується оператором вручну	Вручну оператором; маніпулятор не задіюється
Зняття підвісної частини	Знімається оператором вручну	Стакани знімає переносний маніпулятор
Стабільність зняття апарата	Залежить від дій оператора і положення шлангів	Покращується завдяки напрямному руху стріли та тяги
Ризик перекручування шлангів	Підвищений при частому переміщенні апарата	Зменшується завдяки контрольованому відведенню апарата
Трудомісткість операцій	Вища, особливо при великій кількості корів	Нижча під час зняття доїльних стаканів
Вплив на молокопровід	Схема залишається незмінною	Схема незмінна; модернізується робочий вузол зняття

Отже, технологічна схема модернізації є локальною за конструктивним втручанням, але суттєвою за впливом на організацію праці. Основним результатом є не збільшення кількості доїльних місць, а підвищення зручності, стабільності та безпечності виконання операцій машинного доїння.

2.3 Розрахунок технічних та технологічних параметрів процесу доїння

Розрахунок технологічних параметрів процесу доїння виконано для виробничої групи з 80 корів, які підлягають машинному доїнню. Метою розрахунку є визначення разового надою, необхідної продуктивності лінії, кількості доїльних апаратів, параметрів вакуумної системи, пропускної здатності молокопроводу та орієнтовного моменту, який повинен забезпечувати маніпулятор під час зняття підвісної частини доїльного апарата.

Добову кількість молока, яку отримують від виробничої групи, визначають за формулою:

$$G_{\text{доб}} = N_{\text{д}} \cdot q_{\text{доб}} \quad (2.1)$$

де

$G_{\text{доб}}$ – добовий надій виробничої групи, кг;

$N_{\text{д}}$ – кількість корів, що доються, гол.;

$q_{\text{доб}}$ – середній добовий надій однієї корови, кг.

Для прийнятих умов $G_{\text{доб}} = 80 \cdot 22,5 = 1800$ кг. За дворазового доїння кількість молока, що надходить до лінії за одне доїння, становить:

$$G_{\text{раз}} = \frac{G_{\text{доб}}}{m_{\text{д}}} \quad (2.2)$$

де

$G_{\text{раз}}$ – разовий надій від виробничої групи, кг;

$m_{\text{д}}$ – кратність доїння протягом доби, разів.

Підставляючи вихідні дані, одержуємо $G_{\text{раз}} = 1800/2 = 900$ кг.

Необхідну годинну продуктивність лінії за кількістю корів визначають з урахуванням допустимої тривалості одного доїння групи:

$$Q_{\text{л}} = \frac{N_{\text{д}}}{T_{\text{д}}} \quad (2.3)$$

де

$Q_{\text{л}}$ – необхідна продуктивність лінії доїння, корів/год;

$N_{\text{д}}$ – кількість корів, що доються, гол.;

T_d – прийнята тривалість доїння групи, год.

За $T_d = 1,30$ год одержуємо $Q_d = 80/1,30 = 61,5$ корів/год.

Кількість доїльних апаратів визначають за тривалістю повного циклу обслуговування однієї корови:

$$z_a = \frac{Q_d \cdot t_{\text{ц}}}{60} \quad (2.4)$$

де

z_a – розрахункова кількість доїльних апаратів, шт.;

Q_d – необхідна продуктивність лінії, корів/год;

$t_{\text{ц}}$ – повний цикл роботи апарата на одній корові, хв.

$t_{\text{ц}} = 7,0$ $z_a = 61,5 \cdot 7,0/60 = 7,18$ $z_m = 8$ За хв маємо . До встановлення приймаємо 8 доїльних апаратів. Оскільки модернізація передбачає оснащення кожного апарата переносним маніпулятором зняття доїльних стаканів, кількість маніпуляторів також приймається шт.

Фактичну тривалість доїння групи за прийнятої кількості апаратів визначають за формулою:

$$T_{\text{ф}} = \frac{N_d \cdot t_{\text{ц}}}{60 \cdot z_a} + t_{\text{пз}} \quad (2.5)$$

де

$T_{\text{ф}}$ – фактична тривалість доїння групи, год;

N_d – кількість корів, що доються, гол.;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість повного циклу роботи апарата, хв;

z_a – прийнята кількість доїльних апаратів, шт.;

$t_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час на запуск і завершення роботи лінії, год.

За $z_a = 8$ і $t_{\text{пз}} = 0,15$ год отримуємо $T_{\text{ф}} = (80 \cdot 7,0)/(60 \cdot 8) + 0,15 = 1,32$ год. Отримане значення відповідає прийнятому діапазону тривалості доїння для ферми даного типорозміру.

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку продуктивності лінії доїння

Показник	Розрахункове значення	Прийняте значення або висновок
Добовий надій від виробничої групи, кг	1800	Використовується для вибору танка та охолоджувача
Разовий надій, кг	900	Надходить до лінії за одне доїння
Необхідна продуктивність лінії, корів/год	61,5	Забезпечується 8 апаратами
Розрахункова кількість доїльних апаратів, шт.	7,18	Приймається 8 шт.
Кількість маніпуляторів доїння, шт.	8	За кількістю апаратів
Фактична тривалість одного доїння, год	1,32	Допустима для ферми на 100 корів

Для нормальної роботи доїльної установки необхідно забезпечити достатню продуктивність вакуумної системи (ISO, 2007b). Витрата повітря складається з робочої витрати доїльних апаратів, витрати через регулятор вакууму та втрат у з'єднаннях і трубопроводах:

$$Q_v = k_z(z_a \cdot q_a + q_p + q_{втр}) \quad (2.6)$$

де

Q_v – необхідна продуктивність вакуумного насоса, л/хв;

k_z – коефіцієнт запасу продуктивності;

z_a – кількість одночасно підключених доїльних апаратів, шт.;

q_a – розрахункова витрата повітря одним доїльним апаратом, л/хв;

q_p – витрата повітря через регулятор вакууму і допоміжні пристрої, л/хв;

$q_{втр}$ – втрати повітря у з'єднаннях і трубопроводах, л/хв.

Приймаємо $k_3 = 1,15$, $q_a = 55$ л/хв, $q_p = 150$ л/хв, $q_{втр} = 80$ л/хв. Тоді $Q_v = 1,15 \cdot (8 \cdot 55 + 150 + 80) = 770,5$ л/хв, або $46,2$ м³/год. Для установки доцільно прийняти вакуумний агрегат продуктивністю не менше 60 м³/год, що забезпечить необхідний запас для стабілізації вакууму.

Пропускную здатність молокопроводу перевіряють за піковою витратою молока. Пікове значення враховує нерівномірність надходження молока від окремих корів:

$$G_{\text{пik}} = k_n \cdot \frac{G_{\text{раз}}}{T_{\text{ф}}} \quad (2.7)$$

де

$G_{\text{пik}}$ – пікова масова витрата молока, кг/год;

k_n – коефіцієнт нерівномірності надходження молока до молокопроводу;

$G_{\text{раз}}$ – разовий надій виробничої групи, кг;

$T_{\text{ф}}$ – фактична тривалість доїння групи, год.

За $k_n = 1,4$ одержуємо $G_{\text{пik}} = 1,4 \cdot 900/1,32 = 955$ кг/год. Площу поперечного перерізу молокопроводу визначають за діаметром труби:

$$F_M = \frac{\pi \cdot d_M^2}{4} \quad (2.8)$$

де

F_M – площа поперечного перерізу молокопроводу, м²;

d_M – внутрішній діаметр молокопроводу, м.

За $d_M = 0,05$ м площа перерізу становить $F_M = 3,14 \cdot 0,05^2/4 = 0,00196$ м². Середню швидкість руху молока у молокопроводі визначають за формулою:

$$v_M = \frac{G_{\text{пik}}}{3600 \cdot \rho_M \cdot F_M} \quad (2.9)$$

де

v_M – середня швидкість руху молока, м/с;

$G_{\text{пik}}$ – пікова масова витрата молока, кг/год;

ρ_M – густина молока, кг/м³;

F_M – площа поперечного перерізу молокопроводу, м².

За $\rho_M = 1030 \text{ кг/м}^3$ отримуємо $v_M = 955 / (3600 \cdot 1030 \cdot 0,00196) = 0,13 \text{ м/с}$. Одержане значення не створює обмежень для транспортування молока у прийнятому молокопроводі.

Конструктивним параметром маніпулятора є момент, який необхідно забезпечити для піднімання та відведення підвісної частини доїльного апарата під час зняття стаканів з дійок. Розрахунок виконують за масою колектора зі стаканами, частини молочного і вакуумного шлангів та плечем відносно осі шарніра:

$$M_M = k_M \cdot m_{\Pi} \cdot g \cdot l \quad (2.10)$$

де

M_M – розрахунковий момент, що сприймається маніпулятором, Н·м;

k_M – коефіцієнт запасу на динамічні навантаження і зміщення апарата;

m_{Π} – приведена маса підвісної частини з ділянкою шлангів, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

l – плече від осі шарніра до центра мас підвісної частини, м.

$m_{\Pi} = 3,2l = 0,80k_M = 1,25M_M = 1,25 \cdot 3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,80 = 31,4$ Приймаємо кг, м, . Тоді Н·м. Отже, пружинний або газопружинний компенсатор маніпулятора повинен забезпечувати робочий компенсаційний момент близько 30...35 Н·м для надійного зняття та відведення підвісної частини апарата.

Таблиця 2.5 - Основні параметри модернізованого доїльного апарата з маніпулятором

Параметр	Значення
Кількість апаратів у лінії	8 шт.
Кількість маніпуляторів	8 шт.
Приведена маса підвісної частини	3,2 кг
Розрахункове плече	0,80 м

Параметр	Значення
Коефіцієнт запасу	1,25
Розрахунковий компенсаційний момент	31,4 Н·м
Робочий діапазон переміщення	0,6...0,8 м

Впровадження маніпулятора не потребує зміни кількості доїльних апаратів, однак зменшує ручні затрати на завершальну операцію зняття стаканів та відведення підвісної частини від вимені. Найбільший ефект очікується при багаторазовому повторенні операцій протягом зміни, коли навіть невелике зменшення фізичного навантаження на одну корову дає помітне зниження втоми оператора.

2.4 Розрахунок обладнання для обробки молока

Після видоювання молоко повинно швидко пройти первинну обробку, що включає закрите транспортування молокопроводом, фільтрацію, охолодження та зберігання у танку-охолоджувачі. Розрахунок обладнання для обробки молока виконується з урахуванням добового та разового надою, пікової витрати молока, густини молока і необхідної швидкості охолодження.

Мінімальну місткість танка-охолоджувача за умови щоденного вивезення молока визначають за формулою:

$$V_{\text{т.р}} = k_z \cdot \frac{G_{\text{доб}}}{\rho_{\text{м}}} \quad (2.11)$$

де

$V_{\text{т.р}}$ – розрахункова місткість танка-охолоджувача, м³;

k_z – коефіцієнт запасу місткості;

$G_{\text{доб}}$ – добовий надій молока, кг;

$\rho_{\text{м}}$ – густина молока, кг/м³.

За $k_3 = 1,10$, $G_{\text{доб}} = 1800$ кг і $\rho_m = 1030$ кг/м³ маємо $V_{\text{т.р}} = 1,10 \cdot 1800/1030 = 1,92$ м³. Наявний танк-охолоджувач місткістю 2500 л забезпечує запас близько 0,58 м³, тобто може використовуватися у модернізованій лінії за умови щоденного вивезення молока.

Необхідну холодопродуктивність обладнання визначають за кількістю теплоти, яку потрібно відвести від молока після доїння. Охолодження приймається від початкової температури 35 °С до температури зберігання 4 °С:

$$P_x = \frac{k_T \cdot G_{\text{раз}} \cdot c_m \cdot (t_{\text{п}} - t_3)}{\tau \cdot 3600} \quad (2.12)$$

де

P_x – розрахункова холодопродуктивність, кВт;

k_T – коефіцієнт запасу на теплопритоки і нерівномірність охолодження;

$G_{\text{раз}}$ – разовий надій молока, кг;

c_m – питома теплоємність молока, кДж/(кг·°С);

$t_{\text{п}}$ – початкова температура молока, °С;

t_3 – температура зберігання молока, °С;

τ – допустима тривалість охолодження, год.

За $k_T = 1,15$, $G_{\text{раз}} = 900$ кг, $c_m = 3,9$ кДж/(кг·°С), $t_{\text{п}} = 35$ °С, $t_3 = 4$ °С і $\tau = 2$ год одержуємо $P_x = 1,15 \cdot 900 \cdot 3,9 \cdot (35 - 4)/(2 \cdot 3600) = 17,4$ кВт. Отже, охолоджувальна система танка повинна забезпечувати холодопродуктивність не менше 18 кВт.

Для фільтрації молока продуктивність фільтра приймають не нижчою за пікову масову витрату молока з коефіцієнтом запасу:

$$Q_{\text{ф}} = k_{\text{ф}} \cdot G_{\text{пик}} \quad (2.13)$$

де

$Q_{\text{ф}}$ – необхідна продуктивність молочного фільтра, кг/год;

$k_{\text{ф}}$ – коефіцієнт запасу фільтрувального обладнання;

$G_{\text{пик}}$ – пікова масова витрата молока, кг/год.

За $k_{\phi} = 1,3$ і $G_{\text{пик}} = 955$ кг/год одержуємо $Q_{\phi} = 1,3 \cdot 955 = 1242$ кг/год. До встановлення приймається молочний фільтр продуктивністю не менше 1,5 т/год.

Після закінчення доїння доїльна установка підлягає санітарному промиванню. Подачу циркуляційного насоса для мийного розчину визначають за площею перерізу молокопроводу і рекомендованою швидкістю руху розчину:

$$Q_{\text{ц}} = 3600 \cdot F_{\text{м}} \cdot v_{\text{ц}} \quad (2.14)$$

де

$Q_{\text{ц}}$ – подача циркуляційного насоса, м³/год;

$F_{\text{м}}$ – площа поперечного перерізу молокопроводу, м²;

$v_{\text{ц}}$ – рекомендована швидкість руху мийного розчину, м/с.

За $F_{\text{м}} = 0,00196$ м² і $v_{\text{ц}} = 1,5$ м/с маємо $Q_{\text{ц}} = 3600 \cdot 0,00196 \cdot 1,5 = 10,6$ м³/год. Доцільно прийняти циркуляційний насос продуктивністю 12 м³/год. Об'єм води для одного циклу промивання лінії з 8 апаратами орієнтовно приймається 0,18...0,25 м³ залежно від довжини молокопроводу і режиму санітарної обробки.

Таблиця 2.6 - Розрахункові параметри обладнання для первинної обробки
молока

Обладнання або параметр	Розрахункове значення	Прийняте рішення
Розрахункова місткість танка-охолоджувача	1,92 м ³	Використати танк 2500 л
Запас місткості танка	близько 0,58 м ³	Достатній для щоденного вивезення молока

Обладнання або параметр	Розрахункове значення	Прийняте рішення
Розрахункова холодопродуктивність	17,4 кВт	Прийняти не менше 18 кВт
Необхідна продуктивність фільтра	1242 кг/год	Прийняти фільтр 1,5 т/год
Подача циркуляційного насоса	10,6 м³/год	Прийняти насос 12 м³/год
Орієнтовний об'єм води на промивання	0,18...0,25 м³	Уточнюється за довжиною лінії

Таким чином, наявний танк-охолоджувач місткістю 2500 л може бути використаний у модернізованій лінії доїння. Додаткові вимоги стосуються забезпечення належної холодопродуктивності, достатньої продуктивності фільтра і стабільної роботи циркуляційного промивання. Запровадження маніпуляторів не погіршує умови транспортування та обробки молока, оскільки не змінює гідравлічну схему молокопровідної частини.

2.5 Висновки до розділу

У розділі обґрунтовано доцільність модернізації процесу доїння корів на фермі прив'язного утримання шляхом удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід. Запропоновано впровадити переносний маніпулятор доїння, який призначений для зняття доїльних стаканів з дійок після завершення молоковіддачі. Підготовка корови, підведення апарата та надягання стаканів залишаються ручними операціями оператора.

Встановлено, що для виробничої групи з 80 дійних корів за середнього добового надою 22,5 кг разовий надій становить 900 кг, а необхідна продуктивність лінії - 61,5 корів/год. За повного циклу роботи апарата 7 хв

розрахункова кількість апаратів становить 7,18, тому до встановлення прийнято 8 доїльних апаратів і 8 маніпуляторів.

Розрахунком визначено, що необхідна продуктивність вакуумного агрегату має становити не менше 46,2 м³/год, тому доцільно застосувати агрегат із продуктивністю близько 60 м³/год. Для зняття та відведення підвісної частини доїльного апарата маніпулятор повинен забезпечувати компенсаційний момент близько 31,4 Н·м.

Проведено розрахунок обладнання для первинної обробки молока. За добового надою 1800 кг наявний танк-охолоджувач місткістю 2500 л має достатній запас для щоденного вивезення молока. Розрахункова холодопродуктивність становить 17,4 кВт, продуктивність фільтра має бути не менше 1,5 т/год, а подача циркуляційного насоса для промивання - близько 12 м³/год.

Отримані результати підтверджують технічну можливість модернізації існуючої лінійної доїльної установки без зміни загальної схеми молокопроводу. Очікуваними перевагами впровадження маніпулятора є зниження трудомісткості завершальних ручних операцій, покращення ергономіки робочого місця оператора, зменшення ривків шлангів під час зняття апарата і підвищення стабільності виконання процесу доїння.

3 Удосконалення доїльної установки

3.1 Обґрунтування необхідності удосконалення

Лінійна доїльна установка з доїнням у молокопровід залишається раціональним технічним рішенням для молочно-товарних ферм із прив'язним утриманням корів. Її перевагою є можливість доїння тварин безпосередньо у стійлах, закрите транспортування молока до молочної та використання наявної вакуумної і молокопровідної мережі без значної реконструкції корівника. Разом з тим така система має характерну експлуатаційну проблему: значна частина операцій у зоні вимені виконується вручну, а оператор протягом зміни багаторазово працює з підвісною частиною доїльного апарата, молочними та вакуумними шлангами.

У базовому варіанті оператор вручну підходить до корови, проводить підготовку вимені, здоює перші цівки, очищує та обсушує дійки, підводить доїльний апарат, надягає доїльні стакани і контролює хід доїння. Після зниження молоковіддачі або завершення доїння апарат потрібно своєчасно від'єднати від дійок. Саме ця операція є важливою з технологічної та зоотехнічної точки зору, оскільки запізніле зняття апарата призводить до холостого доїння, підвищеного вакуумного впливу на дійки, подразнення тканин вимені та зростання ризику маститів.

Удосконалення, що розглядається в дипломному проєкті, не передбачає автоматичного надягання доїльних стаканів. Підготовка корови, підведення апарата до вимені та надягання стаканів залишаються ручними операціями оператора. Призначення запропонованого маніпулятора полягає у своєчасному механізованому знятті доїльних стаканів з дійок після завершення молоковіддачі, а також у зменшенні натягу шлангів і впорядкуванні руху підвісної частини апарата в межах робочої зони.

Потреба в такому удосконаленні пояснюється трьома основними чинниками. Перший чинник - технологічний: зняття апарата повинно виконуватися у момент, коли молоковіддача зменшується до мінімального рівня, без затримки і без різкого ривка. Другий чинник - ергономічний: під час обслуговування групи корів оператор виконує багато однотипних рухів, тому навіть часткове механічне розвантаження наприкінці доїння знижує втому. Третій чинник - санітарно-зоотехнічний: контрольоване зняття стаканів зменшує ймовірність спадання апарата на підлогу, забруднення дійкової гуми та виникнення додаткових механічних впливів на вим'я.

Таким чином, модернізація доїльної установки доцільна не через зміну принципової схеми доїння, а через удосконалення завершальної операції циклу. Установка зберігає роботу з молокопроводом, вакуумною лінією, пульсаторами, фільтрами та танком-охолоджувачем, а новий технічний елемент інтегрується у вузол доїльного апарата і працює як пристрій для зняття доїльних стаканів.

3.2 Огляд конструкцій маніпуляторів доїння

Аналіз конструкцій пристроїв для автоматичного або напівавтоматичного зняття доїльного апарата показує (DeLaval, 2020; GEA Farm Technologies, 2020), що в практиці машинного доїння застосовують кілька типових компоновальних схем. Їх можна поділити на пневматичні, тросово-барабанні, важільні, комбіновані та пристрої з датчиком потоку молока. Усі вони мають спільне призначення - від'єднати підвісну частину апарата після завершення молоковіддачі та відвести її від вимені.

Найпростішими є пристрої з пневмоциліндром, у яких зусилля зняття створюється стисненим повітрям або вакуумом, а передача руху до доїльного апарата здійснюється через гнучку тягу, трос або важіль. Їх перевагою є відносна простота, можливість використання наявної вакуумної інфраструктури та

компактність. Недоліком є необхідність узгодження ходу штока з траєкторією руху підвісної частини апарата.

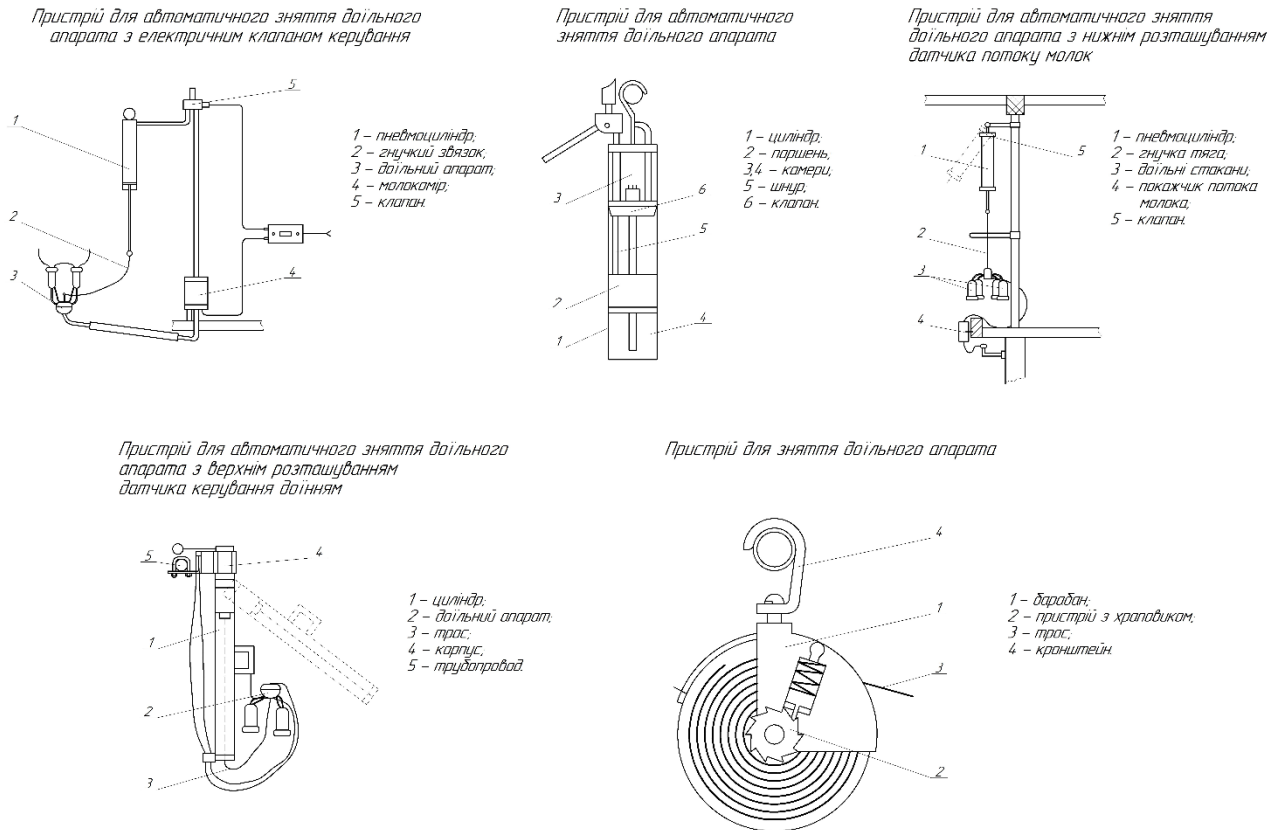


Рисунок 3.1 - Варіанти конструкцій пристроїв для автоматичного зняття доїльного апарата

Тросово-барабанні пристрої формують тягове зусилля через барабан, пружину або електромеханічний привод. Такі схеми зручні тоді, коли апарат потрібно не лише зняти, а й підтягнути у визначене положення для очікування наступної корови. Конструкція може бути компактною, але потребує захисту троса від забруднення, контролю натягу і надійного стопоріння барабана.

Пристрої з датчиком потоку молока мають вищий рівень автоматизації. Сигналом для зняття апарата є зменшення інтенсивності молоковіддачі до заданого рівня. Перевагою такої схеми є зоотехнічна точність моменту зняття, а

недоліком - більша складність і потреба у надійному датчику, стійкому до вологи, мийних розчинів, механічних домішок та коливань вакууму.

Таблиця 3.1 - Порівняння конструктивних схем пристроїв для зняття доїльного апарата

Конструктивна схема	Принцип дії	Переваги	Обмеження
Пневматична	Зняття апарата виконується штоком пневмоциліндра через тягу або трос	Проста будова, достатнє зусилля, можливість регулювання швидкості	Потрібна герметичність і стабільний тиск керування
Тросово-барабанна	Апарат підтягується тросом на барабан або пружинний механізм	Компактність, зручне відведення апарата від вимені	Потрібний контроль натягу і захист троса
Важільна	Рух передається системою шарнірних важелів	Визначена траєкторія, висока жорсткість	Більші габарити у зоні стійла
З датчиком потоку молока	Зняття виконується після зниження потоку молока до заданого рівня	Зменшення ризику холостого доїння	Складніша система керування і обслуговування
Комбінована	Поєднання датчика, клапана, пневмоциліндра і троса	Найкраще узгодження технології та механіки	Вища вартість і складність монтажу

Для умов ферми на 100 корів найбільш доцільним є варіант, який не змінює молокопровідну частину установки і може бути встановлений на наявні доїльні апарати. Тому за основу приймається переносний маніпулятор із гнучким зв'язком, пневматичним або електропневматичним керуванням і механізмом відведення підвісної частини після завершення доїння. Такий варіант відповідає вимогам локальної модернізації: його можна встановити без реконструкції стійлового обладнання, вакуумної магістралі та молочної лінії.

3.3 Опис вибраного варіанту удосконалення

Вибраний варіант удосконалення являє собою переносний маніпулятор, конструкція якого призначена для зняття доїльних стаканів з дійок корови після завершення доїння. За компонуванням пристрій складається з опорної частини, напрямної або несучої штанги, вузла керування, виконавчого механізму, гнучкої тяги та елемента з'єднання з підвісною частиною доїльного апарата.

Під час роботи оператор вручну готує вим'я, підводить доїльний апарат і надягає доїльні стакани на дійки. Після підключення апарата маніпулятор перебуває у режимі очікування і не заважає нормальному проходженню процесу доїння. Гнучка тяга або трос з'єднується з підвісною частиною апарата так, щоб після спрацювання виконавчого механізму доїльні стакани рівномірно знімалися з дійок і відводилися від вимені без удару та перекосу.

Сигнал на зняття може подаватися оператором вручну або автоматично від датчика закінчення молоковіддачі. Для навчального проєкту приймається комбінований варіант керування: основним є сигнал від датчика потоку молока, а ручне керування залишається як дублювальне. Після отримання сигналу клапан подає повітря у пневмоциліндр або вмикає виконавчий механізм, який створює тягове зусилля у тросі. Трос піднімає і відводить колектор з доїльними стаканами, після чого апарат переводиться у безпечне положення.

Доїльний апарат у модернізованій системі зберігає основні функціональні елементи: колектор, доїльні стакани, молочні та вакуумні патрубки, пульсаційну частину і з'єднання з молокопроводом. Тому модернізація не змінює принцип видоювання молока, а лише удосконалює операцію завершення доїння.

До складу виконавчої частини можуть входити пульсатор, клапанний вузол, кронштейн, сектор, вал, шестерня та інші деталі, які забезпечують синхронну роботу доїльного апарата і механізму зняття.

Принцип роботи удосконаленої установки можна подати у вигляді послідовності операцій. Спочатку оператор виконує зоотехнічно необхідну підготовку корови. Далі вручну встановлює доїльні стакани і контролює початок машинного доїння. У період стабільної молоковіддачі маніпулятор не створює додаткового навантаження на дійки, а лише утримує підвісну частину у впорядкованому положенні. Після зниження потоку молока пристрій спрацьовує і знімає доїльні стакани. Після цього оператор переходить до наступної тварини або виконує завершальні санітарні операції.

Таблиця 3.2 - Основні елементи вибраного варіанта маніпулятора

Елемент	Призначення	Особливість застосування у проєкті
Опорна стійка або кронштейн	Сприймає навантаження від виконавчого механізму і тяги	Кріпиться у зоні робочого місця оператора без зміни молокопроводу
Несуча штанга	Формує робочу зону руху тяги і апарата	Забезпечує відведення підвісної частини від вимені
Гнучка тяга або трос	Передає зусилля від виконавчого механізму до апарата	Дає змогу компенсувати зміщення апарата відносно тварини

Елемент	Призначення	Особливість застосування у проєкті
Пневмоциліндр або привод	Створює тягове зусилля для зняття стаканів	Підбирається за потрібним зусиллям і ходом
Клапан керування	Вмикає виконавчий механізм після сигналу	Може працювати від датчика або ручної кнопки
Датчик потоку молока	Визначає момент завершення молоковіддачі	Дає змогу зменшити ризик холостого доїння
З'єднувальний елемент з апаратом	Передає зусилля на колектор і підвісну частину	Не повинен заважати ручному надяганню стаканів

Перевагою такого варіанта є те, що оператор зберігає контроль над найбільш відповідальними підготовчими операціями, а механізація застосовується саме там, де потрібна повторюваність, своєчасність і зменшення ризику передоювання. Це робить конструкцію придатною для умов невеликої та середньої ферми, де повна роботизація доїння є економічно недоцільною.

3.4 Розрахунки конструктивних елементів маніпулятора

Розрахунок конструктивних елементів маніпулятора виконано для визначення зусилля зняття доїльних стаканів, тягового зусилля у гнучкому зв'язку, параметрів пневмоциліндра, міцності несучого кронштейна та діаметра троса. Розрахунки мають орієнтовний інженерний характер і використовуються для вибору основних розмірів та перевірки працездатності конструкції.

Вихідні дані для розрахунку наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Вихідні дані для розрахунку маніпулятора зняття доїльних стаканів

Показник	Позначення	Прийняте значення	Одиниця вимірювання
Приведена маса підвісної частини апарата	m_p	3,2	кг
Прискорення вільного падіння	g	9,81	м/с ²
Додатковий опір шлангів	F_{sh}	8	Н
Опір від залишкового вакуумного притискання	F_p	5	Н
Коефіцієнт динамічного запасу	k_d	1,25	-
Кут відхилення тяги від вертикалі	α	20	град
Коефіцієнт корисної дії тросового зв'язку	η_t	0,90	-
Робочий тиск у пневмоциліндрі	p_r	0,45	МПа
Коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра	η_c	0,80	-
Робочий виліт кронштейна	l_k	0,75	м
Діаметр круглого стержня кронштейна	d_k	18	мм
Допустиме напруження для сталі	$[\sigma]$	160	МПа

Зусилля, яке потрібно прикласти для зняття підвісної частини доїльного апарата, визначаємо з урахуванням її маси, додаткового опору шлангів, залишкового притискання дійкової гуми і коефіцієнта динамічного запасу:

$$F_z = k_d(m_p g + F_{sh} + F_p) \quad (3.1)$$

де

F_z - розрахункове зусилля зняття доїльних стаканів, Н;

k_d - коефіцієнт динамічного запасу;

m_p - приведена маса підвісної частини апарата, кг;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

F_{sh} - додатковий опір від молочних і вакуумних шлангів, Н;

F_p - опір від залишкового притискання стаканів до дійок, Н.

Підставляючи прийняті значення, одержуємо:

$$F_z = 1,25(3,2 \cdot 9,81 + 8 + 5) = 55,5 \text{ Н}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $F_z = 56 \text{ Н}$.

Тягове зусилля у тросі залежить від кута його відхилення і втрат у напрямних елементах:

$$S_t = \frac{F_z}{\eta_t \cos \alpha} \quad (3.2)$$

де

S_t - розрахункове тягове зусилля у тросі, Н;

η_t - коефіцієнт корисної дії тросового зв'язку;

α - кут відхилення троса від вертикального напрямку, град.

За $\alpha = 20^\circ$ і $\eta_t = 0,90$ маємо:

$$S_t = \frac{55,5}{0,90 \cos 20^\circ} = 65,6 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля, яке повинен розвивати пневмоциліндр, визначаємо з урахуванням запасу на пускові навантаження:

$$F_c = k_z S_t \quad (3.3)$$

де

F_c - необхідне зусилля пневмоциліндра, Н;

k_z - коефіцієнт запасу для виконавчого механізму.

Приймаємо $k_z = 1,5$, тоді:

$$F_c = 1,5 \cdot 65,6 = 98,4 \text{ Н}$$

Необхідний діаметр поршня пневмоциліндра визначаємо за робочим тиском і коефіцієнтом корисної дії:

$$d_c = \sqrt{\frac{4F_c}{\pi p_r \eta_c}} \quad (3.4)$$

де

d_c - розрахунковий діаметр поршня пневмоциліндра, м;

p_r - робочий тиск у пневмоциліндрі, Па;

η_c - коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра.

За $p_r = 0,45$ МПа і $\eta_c = 0,80$ одержуємо:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 98,4}{\pi \cdot 0,45 \cdot 10^6 \cdot 0,80}} = 0,0187 \text{ м} = 18,7 \text{ мм}$$

До встановлення приймаємо пневмоциліндр з номінальним діаметром поршня $d_c = 20$ мм. Хід штока приймаємо $s_c = 250$ мм, що забезпечує піднімання і відведення підвісної частини апарата від вимені після завершення доїння.

Згинальний момент у несучому кронштейні від дії зусилля зняття визначаємо за формулою:

$$M_b = F_z l_k \quad (3.5)$$

де

M_b - згинальний момент у кронштейні, Н·м;

l_k - робочий виліт кронштейна, м.

За $F_z = 55,5$ Н і $l_k = 0,75$ м:

$$M_b = 55,5 \cdot 0,75 = 41,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору круглого стержня кронштейна визначаємо як:

$$W = \frac{\pi d_k^3}{32} \quad (3.6)$$

де

W - момент опору перерізу, м³;

d_k - діаметр стержня кронштейна, м.

Для $d_k = 18$ мм = 0,018 м:

$$W = \frac{\pi \cdot 0,018^3}{32} = 5,73 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

Напруження згину становить:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} \quad (3.7)$$

де

σ_b - розрахункове напруження згину, Па.

Підставляючи значення, одержуємо:

$$\sigma_b = \frac{41,6}{5,73 \cdot 10^{-7}} = 72,7 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності визначаємо як відношення допустимого напруження до розрахункового:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_b} \quad (3.8)$$

де

n - коефіцієнт запасу міцності;

$[\sigma]$ - допустиме напруження для матеріалу кронштейна, МПа.

За $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ маємо:

$$n = \frac{160}{72,7} = 2,20$$

Отриманий коефіцієнт запасу перевищує мінімально допустиме значення для малонавантажених елементів допоміжного обладнання, тому прийнятий діаметр кронштейна можна вважати достатнім.

Діаметр троса визначаємо з умови розтягу з урахуванням запасу міцності:

$$d_t = \sqrt{\frac{4k_s S_t}{\pi[\sigma_t]}} \quad (3.9)$$

де

d_t - розрахунковий діаметр троса, м;

k_s - коефіцієнт запасу для троса;

$[\sigma_t]$ - допустиме напруження для троса, Па.

За $k_s = 4$, $S_t = 65,6$ Н і $[\sigma_t] = 80$ МПа:

$$d_t = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot 65,6}{\pi \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,00204 \text{ м} = 2,04 \text{ мм}$$

До встановлення приймаємо сталевий або полімерно-армований трос діаметром 3 мм, що забезпечує необхідний запас міцності і зручність кріплення до підвісної частини апарата.

Результати розрахунку зведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку конструктивних параметрів маніпулятора

Розрахунковий параметр	Отримане значення	Прийняте конструктивне рішення
Зусилля зняття доїльних стаканів	55,5 Н	Прийняти 56 Н
Тягове зусилля у тросі	65,6 Н	Прийняти не менше 70 Н
Необхідне зусилля пневмоциліндра	98,4 Н	Прийняти не менше 100 Н
Розрахунковий діаметр поршня	18,7 мм	Прийняти пневмоциліндр діаметром 20 мм
Хід штока	200...250 мм	Прийняти 250 мм
Згинальний момент у кронштейні	41,6 Н·м	Використати стержень або трубчастий елемент достатньої жорсткості
Напруження згину	72,7 МПа	Менше допустимого 160 МПа
Коефіцієнт запасу міцності	2,20	Умова міцності виконується

Розрахунковий параметр	Отримане значення	Прийняте конструктивне рішення
Розрахунковий діаметр троса	2,04 мм	Прийняти трос діаметром 3 мм

Отримані параметри свідчать, що для зняття підвісної частини доїльного апарата не потрібен потужний привод. Основні вимоги до маніпулятора пов'язані не з великою силою, а з плавністю руху, надійністю фіксації, стійкістю до вологості та мийних розчинів, а також з безпечним відведенням апарата від вимені. Прийняті конструктивні параметри дозволяють реалізувати компактний пристрій, який не заважає оператору під час ручного надягання стаканів і забезпечує своєчасне механізоване зняття апарата.

3.5 Висновки до розділу

У розділі обґрунтовано необхідність удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід шляхом введення пристрою для зняття доїльних стаканів. Встановлено, що підготовка корови, підведення апарата і надягання стаканів залишаються ручними операціями, а маніпулятор призначається для завершальної операції - зняття підвісної частини після закінчення молоковіддачі.

Розглянуто основні конструктивні схеми маніпуляторів і пристроїв автоматичного зняття доїльного апарата. Найбільш доцільним для умов ферми на 100 корів визначено переносний пристрій із гнучким зв'язком, пневматичним або електропневматичним керуванням та можливістю роботи від датчика потоку молока або ручного сигналу оператора.

Описано вибраний варіант удосконалення, який не змінює принципову схему молокопровідної лінії, але забезпечує контрольоване відведення доїльного

апарата від вимені. Такий підхід дає змогу зменшити ризик холостого доїння, запобігти випадковому падінню апарата та підвищити ергономічність роботи оператора.

Виконано розрахунок основних конструктивних параметрів маніпулятора. Визначено, що зусилля зняття доїльних стаканів становить близько 56 Н, тягове зусилля у тросі - 65,6 Н, необхідне зусилля пневмоциліндра - близько 100 Н. До встановлення прийнято пневмоциліндр діаметром 20 мм із ходом штока 250 мм і трос діаметром 3 мм. Перевірка кронштейна на згин показала коефіцієнт запасу міцності 2,20, що підтверджує працездатність прийнятого конструктивного рішення.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги охорони праці при доїнні корів

Організація безпечного виконання робіт під час доїння корів є обов'язковою умовою експлуатації молочно-товарної ферми, оскільки технологічний процес поєднує роботу з тваринами, вакуумним обладнанням, електроприводами, водою, мийними розчинами та елементами молокопровідної системи. У дипломному проєкті розглядається модернізована лінійна доїльна установка з доїнням у молокопровід, у якій додатково застосовується переносний маніпулятор для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок після завершення молоковіддачі. Підготовка вимені, підведення доїльного апарата та надягання стаканів виконуються оператором вручну, тому заходи охорони праці повинні охоплювати як традиційні операції машинного доїння, так і роботу з новим механізованим вузлом.

Вимоги безпеки для даного процесу формуються з урахуванням загальних положень законодавства з охорони праці (Верховна Рада України, 1992; Міністерство соціальної політики України, 2018), правил безпеки у сільськогосподарському виробництві, санітарно-гігієнічних вимог до виробництва молока, а також принципів безпечного конструювання машин. Працівник, який обслуговує доїльну установку, повинен пройти вступний та первинний інструктажі, навчання безпечним методам роботи, перевірку знань з охорони праці, а також бути ознайомленим із технологічною картою доїння, порядком роботи з вакуумною системою, правилами застосування мийних і дезінфекційних засобів та алгоритмом дій у разі аварійної ситуації.

До самостійного виконання робіт допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, знають поведінку тварин, уміють користуватися доїльною апаратурою та можуть безпечно виконувати ручні операції в зоні стійла. Оператор повинен працювати у справному спецодязі: халаті або

комбінезоні, гумових чоботах із неслизькою підошвою, фартусі, головному уборі та захисних рукавичках. При приготуванні і застосуванні мийних розчинів додатково використовують захисні окуляри або щиток, рукавички, стійкі до хімічних речовин, і фартух, що захищає від бризок.

Перед початком доїння необхідно перевірити стан робочої зони: проходи біля стійл мають бути вільними від сторонніх предметів, підлога - очищеною від гною, води і залишків корму, освітлення - достатнім для контролю вимені та з'єднань доїльного апарата. Не допускається робота на слизькій підлозі, при пошкоджених решітках, несправних дверях, відсутності фіксації тварин або при наявності гострих виступів на огородженнях. Особливу увагу приділяють розміщенню молочних і вакуумних шлангів: вони не повинні створювати петель у проході, зачіпатися за ноги оператора чи тварини та перекручуватися під час переміщення апарата.

Перед вмиканням лінії оператор перевіряє герметичність молокопроводу, справність вакуумного насоса, вакуум-регулятора, пульсаторів, колектора, дійкової гуми, молочних шлангів, фільтра і запірної арматури. Робочий вакуум повинен відповідати технологічному режиму, а покази вакуумметра мають бути стабільними. Забороняється експлуатувати установку при пошкодженні ізоляції електропроводки, відсутності заземлення, несправності вимикачів, підтіканні води на електрообладнання, появі сторонніх шумів у приводі вакуумного насоса або різкому падінні вакууму в системі.

Робота з тваринами потребує спокійної поведінки оператора. Підхід до корови виконують збоку, без різких рухів, крику та ударів. Тварину необхідно надійно зафіксувати у стійлі, а під час обробки вимені оператор повинен займати положення, яке зменшує ризик удару задньою кінцівкою. Особливо обережно працюють із коровами після отелення, неспокійними або хворими тваринами. Якщо корова проявляє агресивну поведінку, процес доїння припиняють до усунення небезпечної ситуації або залучають додаткового працівника.

Підготовка вимені до доїння виконується вручну із дотриманням санітарних вимог. Спочатку проводять огляд вимені й дійок, здоюють перші цівки молока у контрольну посудину, очищують і обсушують дійки. Забороняється доїти корів із явними ознаками запалення вимені без відповідного ветеринарного рішення. Для запобігання інфікуванню оператор не повинен торкатися чистих дійок забрудненими руками або рукавичками, а використані серветки і матеріали необхідно складати у призначену тару.

Надягання доїльних стаканів виконується вручну після перевірки справності підвісної частини. Оператор не повинен вставляти пальці між стаканами, колектором і елементами кріплення, тягнути шланги за різкі перегини або піднімати апарат за молочні трубки. При надмірному підсосі повітря, спаданні стакана, порушенні пульсації або різкій зміні поведінки тварини апарат необхідно відключити від вакууму і лише після цього усувати несправність. Від'єднання під вакуумом без попереднього вирівнювання тиску може травмувати дійки та створити небезпеку для оператора.

Під час доїння слід контролювати положення апарата, молоковіддачу, роботу пульсаторів та відсутність підтікання молока. Оператору забороняється залишати працюючий апарат без нагляду, переходити через шланги, торкатися мокрими руками електричних частин, відкривати кришки електрошаф або виконувати регулювання вузлів, що перебувають у русі. У приміщенні не допускається зберігання зайвих інструментів, відкритої тари з хімічними речовинами або предметів, які можуть упасти в зону руху тварини чи оператора.

Після закінчення доїння лінію переводять у режим санітарного промивання. Мийні та дезінфекційні засоби готують відповідно до інструкції виробника, не допускаючи змішування несумісних речовин. Розчини не можна переливати у харчовий посуд або залишати без маркування. При потраплянні луку, кислоти або дезінфектанту на шкіру уражену ділянку негайно промивають водою і повідомляють відповідальну особу. Після завершення роботи оператор повинен вимити руки, привести робоче місце в порядок, вимкнути обладнання

згідно з інструкцією та зафіксувати виявлені несправності у журналі технічного стану.

4.2 Вимоги охорони праці при роботі з маніпулятором

Удосконалення доїльної установки передбачає використання переносного маніпулятора, призначеного для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок після зниження інтенсивності молоковіддачі. За конструктивною схемою маніпулятор включає опорний кронштейн, поворотний або напрямний важіль, підвісний зв'язок із підвісною частиною доїльного апарата, пружний або пневматичний виконавчий елемент, клапан керування та елементи кріплення. У процесі роботи він не виконує автоматичного надягання стаканів: оператор готує корову, підводить апарат і встановлює стакани вручну, а маніпулятор забезпечує підтримування апарата і його зняття після завершення доїння.

Безпечність роботи з маніпулятором визначається надійністю кріплення, справністю виконавчого механізму, плавністю переміщення підвісної частини та правильним розміщенням шлангів. До початку зміни необхідно переконатися, що опора і кронштейн надійно закріплені, шарніри не мають надмірного люфту, тяга або шнур не пошкоджені, ролики вільно обертаються, пневмолінії не мають витоків, а клапан керування спрацьовує без заїдань. Забороняється працювати з маніпулятором при тріщинах у кронштейні, деформації важеля, пошкодженні шнура, самовільному опусканні підвісної частини або відсутності обмежувачів ходу.

Робоча зона маніпулятора повинна бути організована так, щоб траєкторія переміщення апарата не перетиналася з головним проходом, ногами оператора і задніми кінцівками тварини. Підвісну частину розміщують на висоті, зручній для ручного надягання стаканів, але без надмірного натягу молочного і вакуумного шлангів. Перед підключенням до корови оператор перевіряє, щоб шланги не були

перекручені, а з'єднання з маніпулятором не заважало природному положенню колектора під вим'ям.

Послідовність безпечної роботи з маніпулятором повинна відповідати технологічному циклу. Спочатку оператор вручну готує вим'я і дійки, після чого бере доїльний апарат, підводить його до вимені і надягає доїльні стакани. Після початку стабільної молоковіддачі підвісна частина залишається з'єднаною з маніпулятором, який компенсує частину навантаження від апарата і шлангів. У період доїння оператор контролює відсутність перекосу колектора, спадання стаканів, перетискання шлангів і сторонніх коливань. Після зниження потоку молока або після сигналу датчика виконавчий механізм відключає вакуум у підвісній частині та плавно знімає стакани з дійок.

Під час спрацювання механізму зняття оператору забороняється тримати руки між доїльними стаканами, колектором, тягою, роликами і нерухомими частинами кронштейна. Не допускається вручну прискорювати рух механізму, різко відтягувати підвісну частину, блокувати клапан керування або примусово фіксувати тягу у натягнутому положенні. Якщо стакани не знялися повністю або виникло підсмоктування повітря, апарат спочатку відключають від вакууму, а потім знімають вручну без різких ривків.

Небезпека при роботі з маніпулятором пов'язана з можливим защемленням пальців у зоні шарнірів і роликів, ударом підвісною частиною при різкому спрацюванні, обривом тяги, падінням апарата на підлогу, натягуванням шлангів, а також несподіваним рухом тварини в момент автоматичного зняття стаканів. Для зменшення цих ризиків конструкція повинна мати обмежувачі переміщення, плавне спрацювання виконавчого органу, достатню міцність кріплення, захист шлангів від перегину та можливість швидкого ручного відключення вакууму.

Регулювання, очищення і технічне обслуговування маніпулятора виконують лише після зупинки доїльної установки, відключення вакууму, зняття залишкового тиску у пневмолінії та від'єднання електроживлення клапана керування. Перед початком ремонтних робіт підвісну частину необхідно

зафіксувати у безпечному положенні. Забороняється підтягувати кріплення, замінювати тягу, регулювати клапан або змащувати шарніри під час роботи механізму. Після ремонту проводять пробне спрацювання без підключення до тварини і лише після цього допускають установку до виробничої експлуатації.

Електричний клапан керування і датчик потоку молока повинні бути захищені від потрапляння води та мийних розчинів. Кабелі прокладають так, щоб вони не перегиналися, не потрапляли під ноги тварин і не створювали перешкод для оператора. При промиванні доїльної установки не допускається направляти струмінь води безпосередньо на електричні роз'єми, блоки керування і корпуси клапанів. При виявленні нагрівання, запаху ізоляції, нестійкого спрацювання або механічного пошкодження кабелю роботу припиняють до усунення несправності.

У разі аварійної ситуації оператор повинен негайно припинити доїння даної тварини, відключити вакуум, зняти апарат безпечним способом, зупинити механізм і повідомити відповідальну особу. До аварійних ознак належать різке падіння вакууму, обрив тяги, заклинювання важеля, самовільне спрацювання клапана, пошкодження дійки, удар тварини, травмування працівника, потрапляння мийного розчину на шкіру або електрообладнання. Поновлення роботи допускається тільки після огляду маніпулятора, усунення причини несправності та перевірки безпечного спрацювання.

4.3 Висновки до розділу

У розділі визначено основні вимоги охорони праці при виконанні машинного доїння корів у стійлах із транспортуванням молока молокопроводом. Встановлено, що найбільш характерними небезпечними факторами є робота з тваринами, вологе виробниче середовище, вакуумна система, електрообладнання, мийні розчини, рухомі елементи доїльного апарата та багаторазові ручні операції оператора.

Для модернізованої установки особливу увагу приділено безпеці роботи з переносним маніпулятором, який призначений для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок. Зазначено, що підготовка вимені, підведення апарата і надягання стаканів залишаються ручними операціями, тому маніпулятор не повинен створювати додаткових перешкод у робочій зоні оператора та не повинен погіршувати положення підвісної частини під час доїння.

Запропоновані заходи безпеки передбачають перевірку кріплення, шарнірів, тяги, пневмо- та електроелементів, контроль траєкторії руху підвісної частини, недопущення перебування рук у зоні защемлення, відключення вакууму перед усуненням несправностей і виконання технічного обслуговування тільки після зняття залишкового тиску та від'єднання електроживлення.

Дотримання наведених вимог дає можливість зменшити ризик травмування оператора, запобігти пошкодженню дійок тварин, підвищити стабільність роботи доїльного апарата і забезпечити безпечну експлуатацію модернізованої лінійної доїльної установки в умовах молочно-товарної ферми.

5 Техніко-економічні показники

5.1 Вихідні дані

Техніко-економічну оцінку виконано для порівняння базового варіанта лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід та удосконаленого варіанта, у якому доїльний апарат доповнюється пристроєм для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок корови. Удосконалення не змінює загальної схеми транспортування, фільтрації та охолодження молока, тому основний економічний результат пов'язаний зі зменшенням трудомісткості заключної операції доїння, скороченням непродуктивних витрат часу оператора, зниженням ризику холостого доїння і підвищенням стабільності режиму роботи апарата.

Розрахунок прийнято виконувати методом порівняння річних експлуатаційних витрат (Бойчик, 2016; Шваб, 2015). До складу витрат включено оплату праці з нарахуваннями, витрати на електроенергію, технічне обслуговування і поточний ремонт, а також амортизаційні відрахування. Окремо враховано одноразові капітальні вкладення на придбання, монтаж і налагодження пристроїв автоматичного зняття доїльних стаканів.

Наведені вихідні дані відповідають умовам ферми на 100 корів прив'язного утримання, де основна виробнича група становить 80 дійних корів. Прийнята модернізація передбачає оснащення кожного доїльного апарата пристроєм автоматичного зняття стаканів. Це дає можливість оператору швидше переходити до наступної тварини, зменшує тривалість перебування апарата на вимені після завершення молоковіддачі та знижує фізичне навантаження під час багаторазового повторення операції протягом зміни.

5.2 Результати розрахунків економічних показників

Порівняння базового та удосконаленого варіантів виконано за однакового поголів'я, однакової кратності доїння і незмінної молокопровідної частини установки. У базовому варіанті зняття доїльних стаканів виконується оператором вручну, тому частина робочого часу витрачається на очікування завершення молоковіддачі та своєчасне відключення апарата. В удосконаленому варіанті цю операцію виконує автоматичний пристрій, що дозволяє скоротити тривалість одного циклу обслуговування групи корів.

За рахунок додаткового механізму зростають витрати на технічне обслуговування, ремонт, амортизацію та незначно збільшується споживання електроенергії. Водночас зменшення затрат праці компенсує ці додаткові витрати. Узагальнені результати порівняння наведено в таблиці 5.1.

За результатами порівняння встановлено, що впровадження пристроїв автоматичного зняття доїльних стаканів забезпечує скорочення тривалості одного доїння групи з 1,60 до 1,25 год. Основна частина економії формується за рахунок зменшення витрат на оплату праці. Додаткові витрати на електроенергію, обслуговування і амортизацію є меншими за отриманий ефект, тому загальні річні експлуатаційні витрати з урахуванням амортизації знижуються з 420492 до 394150 грн.

Орієнтовна річна економія експлуатаційних витрат становить 26342 грн. Для визначення строку окупності доцільно використовувати грошову економію без амортизаційних відрахувань, оскільки амортизація не є прямим поточним платежем. У такому разі очікувана річна грошова економія становить 45342 грн, а строк окупності капітальних вкладень на впровадження пристроїв автоматичного зняття доїльних стаканів становить близько 3,35 року.

Крім безпосереднього економічного результату, удосконалення має організаційно-технологічний ефект: підвищується своєчасність зняття апарата, зменшується імовірність холостого доїння, покращуються умови праці оператора

і знижується втомлюваність під час обслуговування великої кількості тварин. Такі переваги особливо важливі для ферм прив'язного утримання, де оператор багаторазово виконує однотипні операції протягом кожного доїння.

Таблиця 5.1- Результати розрахунків економічних показників

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант	Економічний результат
Тривалість одного доїння групи, год	1,60	1,25	зменшення на 0,35 год
Річні витрати на оплату праці з нарахуваннями, грн	284992	222650	економія 62342 грн
Річні витрати на електроенергію, грн	58500	61500	збільшення на 3000 грн
Річні витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн	32000	46000	збільшення на 14000 грн
Річні амортизаційні відрахування, грн	45000	64000	збільшення на 19000 грн
Загальні річні експлуатаційні витрати з урахуванням амортизації, грн	420492	394150	економія 26342 грн
Річна грошова економія без урахування амортизації, грн	-	-	45342 грн
Капітальні вкладення на впровадження удосконалення, грн	-	152000	152000 грн
Орієнтовний строк окупності за грошовою економією, років	-	-	3,35

5.3 Висновки до розділу

У розділі виконано техніко-економічне порівняння базової лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід та удосконаленого варіанта, у якому доїльний апарат оснащується пристроєм автоматичного зняття доїльних стаканів. Порівняння проведено за основними складовими експлуатаційних витрат: оплатою праці, електроенергією, технічним обслуговуванням, ремонтом та амортизацією.

Встановлено, що удосконалення дозволяє зменшити тривалість одного доїння виробничої групи на 0,35 год і забезпечити річну економію витрат на оплату праці 62342 грн. Незважаючи на певне збільшення витрат на електроенергію, технічне обслуговування та амортизацію, загальні річні експлуатаційні витрати з урахуванням амортизації зменшуються на 26342 грн.

Капітальні вкладення на впровадження пристроїв автоматичного зняття доїльних стаканів прийнято на рівні 152000 грн. За річної грошової економії 45342 грн орієнтовний строк окупності становить 3,35 року. Отже, запропоноване удосконалення є технічно доцільним і економічно обґрунтованим для умов молочно-товарної ферми на 100 корів.

Загальні висновки

У дипломному проєкті розглянуто модернізацію процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з прив'язним утриманням шляхом удосконалення лінійної доїльної установки з доїнням у молокопровід.

У першому розділі наведено характеристику ферми на 100 корів, проаналізовано структуру стада, планувальні рішення корівника та технічне забезпечення основних технологічних процесів. Встановлено, що існуюча схема доїння відповідає умовам ферми, однак потребує підвищення рівня механізації окремих ручних операцій.

У другому розділі обґрунтовано технологічну доцільність модернізації доїльної установки. Визначено основні параметри процесу доїння, продуктивність лінії, кількість доїльних апаратів, вимоги до вакуумної системи, молокопроводу та обладнання для первинної обробки молока.

У третьому розділі запропоновано конструктивне удосконалення доїльного апарата шляхом застосування маніпулятора для автоматичного зняття доїльних стаканів з дійок після завершення молоковіддачі. Виконано опис конструкції, принципу дії та розрахунки основних елементів маніпулятора.

У четвертому розділі розглянуто вимоги охорони праці при доїнні корів та роботі з маніпулятором. Визначено основні небезпечні фактори, заходи безпеки та порядок контролю справності обладнання під час експлуатації.

У п'ятому розділі виконано техніко-економічне порівняння базового та удосконаленого варіантів. Встановлено, що впровадження пристрою автоматичного зняття доїльних стаканів зменшує трудомісткість процесу, скорочує тривалість доїння та забезпечує економічний ефект із прийнятним строком окупності.

Отже, запропонована модернізація є технічно доцільною, підвищує ергономічність роботи оператора, зменшує ризик холостого доїння та покращує організацію процесу машинного доїння на молочно-товарній фермі.

Бібліографія

1. Бойчик, І. М. (2016). Економіка підприємства: підручник. Кондор.
2. Верховна Рада України. (1992). Закон України «Про охорону праці» № 2694-XII. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
3. Гевко, Б. М., & Рогатинський, Р. М. (2012). Технологічні основи проектування та виготовлення машин і обладнання: навчальний посібник. ТНТУ.
4. ДСТУ EN ISO 12100:2016. (2016). Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризику та зменшення ризику. ДП «УкрНДНЦ».
5. ДСТУ EN 60204-1:2015. (2015). Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги. ДП «УкрНДНЦ».
6. ДСТУ ISO 5707:2012. (2013). Установки доїльні. Конструкція і технічні характеристики (ISO 5707:2007, IDT). Мінекономрозвитку України.
7. ДСТУ ISO 6690:2012. (2013). Установки доїльні. Механічні випробування (ISO 6690:2007, IDT). Мінекономрозвитку України.
8. FAO & IDF. (2011). Guide to good dairy farming practice (Animal Production and Health Guidelines No. 8). Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Dairy Federation.
9. GEA Farm Technologies. (2020). Milking and dairy farming technology: Technical information. GEA Group.
10. ISO. (2007a). ISO 5707:2007: Milking machine installations-Construction and performance. International Organization for Standardization.
11. ISO. (2007b). ISO 6690:2007: Milking machine installations-Mechanical tests. International Organization for Standardization.
12. ISO. (2007c). ISO 3918:2007: Milking machine installations-Vocabulary. International Organization for Standardization.
13. ISO. (2007d). ISO 20966:2007: Automatic milking installations-Requirements and testing. International Organization for Standardization.

14. Кабінет Міністрів України. (2013). Технічний регламент безпеки машин: Постанова № 62 від 30 січня 2013 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-%D0%BF>

15. Міністерство соціальної політики України. (2018). Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: Наказ № 1240 від 29 серпня 2018 р. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1090-18>

16. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». (2017). Машини та обладнання для тваринництва: рекомендації з експлуатації та обслуговування. ННЦ «ІМЕСГ».

17. Ревенко, І. І., Брагінець, М. В., & Ребенко, В. І. (2009). Машини та обладнання для тваринництва. Кондор.

18. Спірін, А. В., & Іщенко, Т. Д. (2015). Проектування технологічних процесів у тваринництві: навчальний посібник. НУБіП України.

19. Шваб, Л. І. (2015). Економіка підприємства: навчальний посібник. Каравела.

20. DeLaval. (2020). Milking equipment and automatic cluster removal systems: Technical overview. DeLaval International AB.

Додатки

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

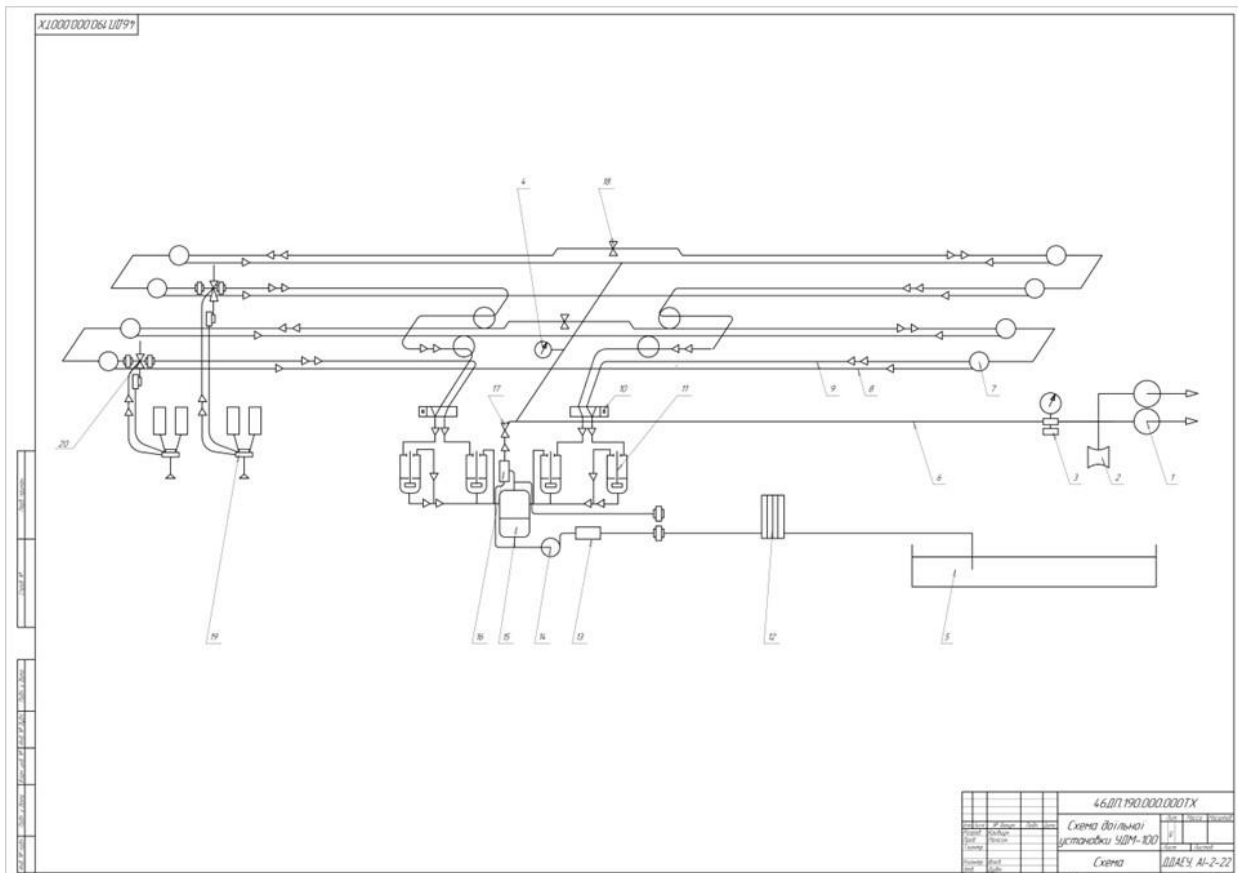
Модернізація процесу доїння корів на молочно-товарній фермі з удосконаленням доїльної установки

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22
 Кривцун Руслан Ігорович

Керівник: доктор філософії, старший викладач
 Малєгін Роман Дмитрович

Дніпро-2026



1100000000064 10791

Пристрій для автоматичного зняття доїльного апарата з електричним клапаном керування

1 – пневмоциліндр;
2 – зчужний зв'язок;
3 – доїльний апарат;
4 – молокомір;
5 – клапан.

Пристрій для автоматичного зняття доїльного апарата

1 – циліндр;
2 – поршень;
3,4 – камери;
5 – шнур;
6 – клапан.

Пристрій для автоматичного зняття доїльного апарата з нижнім розташуванням датчика потоку молока

1 – пневмоциліндр;
2 – зчужка тяги;
3 – доїльний апарат;
4 – показчик потоку молока;
5 – клапан.

Пристрій для автоматичного зняття доїльного апарата з верхнім розташуванням датчика керування доїнням

1 – циліндр;
2 – доїльний апарат;
3 – трос;
4 – карус;
5 – трудозберігаючий пристрій.

Пристрій для зняття доїльного апарата

1 – барабан;
2 – пристрій з кропівником;
3 – трос;
4 – кранштейн.

46.01.190.000.000071

Патентний пошук

ДДАЄУ АІ-2-22

1100000000064 10791

Технічна характеристика

Тип пристрою – переносний маніпулятор для зняття доїльного апарата

Призначення – автоматичне зняття доїльних стаканів з дійок корови після завершення молоковіддачі

Об'єкт застосування – лінійна доїльна установка з доїнням у молокопривід

Спосіб використання – переносний, з послідовним обслуговуванням корів у стійлах

Кількість доїльних стаканів, що знімаються – 4 шт.

Операції, що виконуються вручну – підготовка вимені, підведення апарата, надягання доїльних стаканів

Автоматизована операція – зняття доїльних стаканів після зниження молоковіддачі

Тип приводу виконавчого механізму – пневматичний

Робоче середовище приводу – підтиск від вакуумної системи доїльної установки

Робочий вакуум доїльної установки – 47...50 кПа

Основний виконавчий елемент – пневмоциліндр з тягою

Діаметр пневмоциліндра – 20 мм

Орієнтовний хід штока пневмоциліндра – 120...160 мм

Розрахункове зусилля зняття доїльного апарата – не менше 65 Н

Розрахункове зусилля пневмоциліндра – не менше 98 Н

Орієнтовне плече дії тяги – 0,75 м

Розрахунковий момент, що сприймається механізмом – 416 Нм

Маса підвісної частини, що переміщується – близько 3,2 кг

Конструктивне виконання – переносна рама зі штангою, кранштейном, пневмоциліндром, тягою та елементами фіксації

Спосіб приєднання до доїльного апарата – через зчужку тягу до колектора або підвісної частини апарата

Матеріал основних несучих елементів – сталь конструкційна

Орієнтовна маса маніпулятора – 8...12 кг

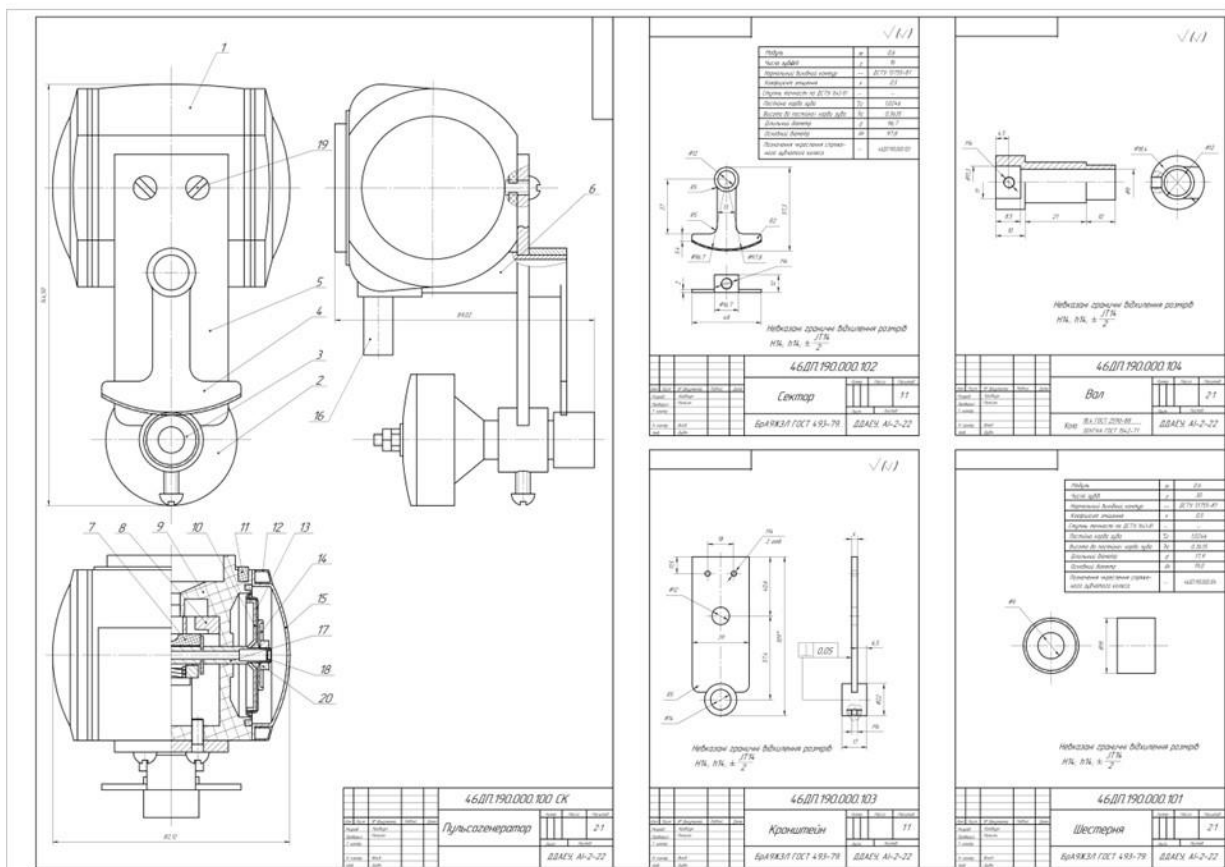
Кількість маніпуляторів для ферми – 8 шт., за кількістю доїльних апаратів

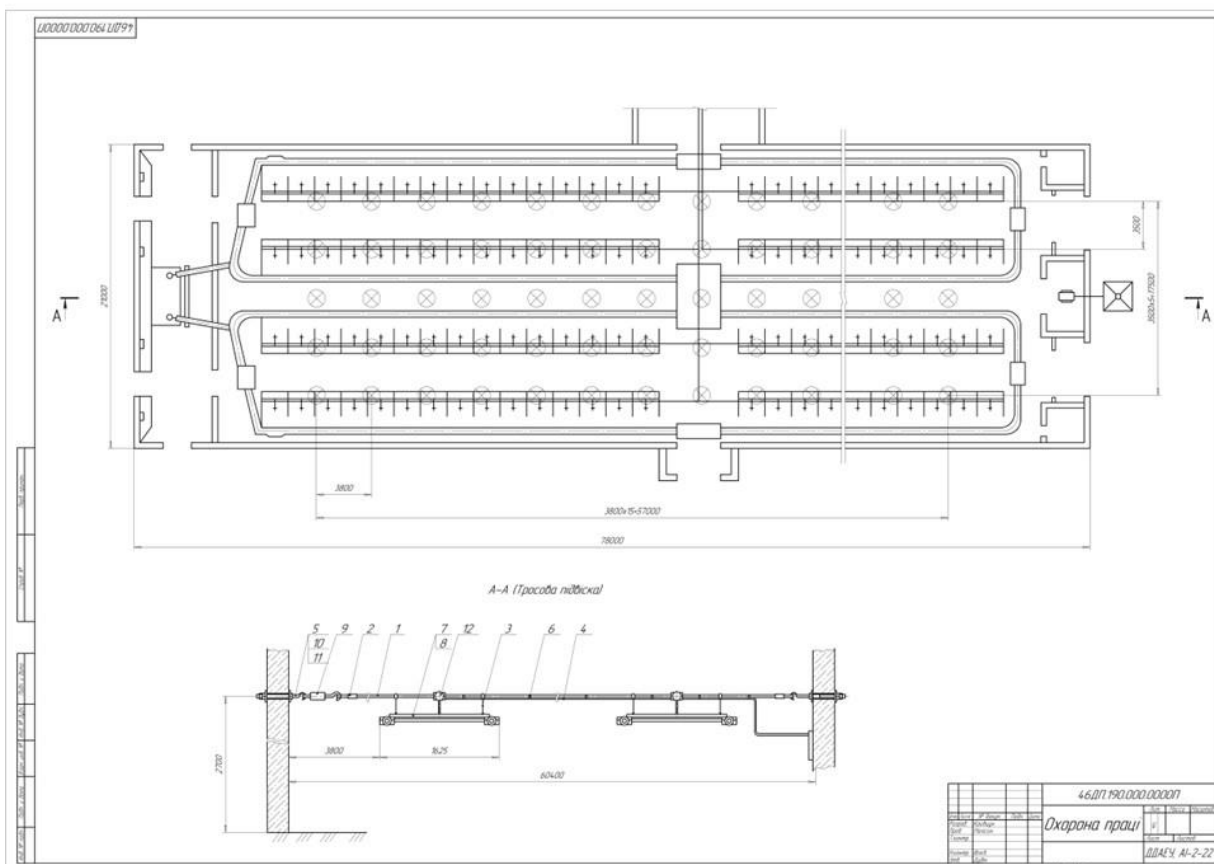
Очікуваний технологічний ефект – зменшення холостого доїння, зниження трудомісткості та покращення умов праці оператора

46.01.190.000.000083

Переносний маніпулятор

ДДАЄУ АІ-2-22





U00000000064 UB991

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант	Економічний результат
Тривалість одного доїння групи, год	1,60	1,25	зменшення на 0,35 год
Річні витрати на оплату праці з нарахуваннями, грн	284992	222650	економія 62342 грн
Річні витрати на електроенергію, грн	58500	61500	збільшення на 3000 грн
Річні витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн	32000	46000	збільшення на 14000 грн
Річні амортизаційні відрахування, грн	45000	64000	збільшення на 19000 грн
Загальні річні експлуатаційні витрати з урахуванням амортизації, грн	420492	394150	економія 26342 грн
Річна грошова економія без урахування амортизації, грн	-	-	45342 грн
Капітальні вкладення на впровадження удосконалення, грн	-	152000	152000 грн
Орієнтовний строк окупності за грошовою економією, років	-	-	3,35

46.011.190.000.000001
Економічні показники
ДДАЄУ АІ-2-22

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Формат	Зона	Поз.					
Справ. №									
						Документація			
					46ДП.190.000.100 СК	Складальне креслення			
						Складальні одиниці			
			1		46ДП.190.000.100 СК	Пульсатор			
			2		46ДП.190.000.200 СК	Генератор			
						Деталі			
			3		46ДП.190.000.101	Шестерня	1		
			4		46ДП.190.000.102	Сектор	1		
			5		46ДП.190.000.103	Кронштейн	1		
			6		46ДП.190.000.104	Вал	1		
			7		46ДП.190.000.105	Комутатор	1		
			8		46ДП.190.000.106	Розподільник	1		
			9		46ДП.190.000.107	Остов	1		
Подп. и дата				10	46ДП.190.000.108	Шайба	2		
				11	46ДП.190.000.109	Кільце гумове	2		
				12	46ДП.190.000.110	Накладка	2		
				13	46ДП.190.000.111	Мембрана	2		
				14	46ДП.190.000.112	Шайба	2		
				15	46ДП.190.000.113	Кришка	2		
				16	46ДП.190.000.114	Патрубок	2		
				17	46ДП.190.000.015	Трубка	1		
				18	46ДП.190.000.116	Жиклер	2		
Инв. № подл.						46ДП.190.000.100СК			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Кривцун						
		Пров.	Малєгін						
		Н.контр.	Івлєв						
	Утв.	Дудін							
Пульсогенератор						Лит.	Лист	Листов	
						ДДАЕУ, АІ-2-22			