МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Сорока Роман Володимирович

УДК 631.22:631.3.004.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Організація технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм з розробкою пункту технічного обслуговування

208 “Агроінженерія”

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

Керівник роботи
Дерев’янко Д.А.
доктор технічних наук, професор

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Сорока Роман Володимирович. Організація технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм з розробкою пункту технічного обслуговування. *– Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання організації технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм із розробкою пункту технічного обслуговування. Обґрунтовано актуальність підвищення надійності машин і технологічного обладнання, що використовуються під час утримання 600 дійних корів. Проаналізовано склад основного фермерського обладнання та визначено особливості його експлуатації в умовах безперервного виробничого процесу. Виконано розрахунок річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт, включаючи щозмінне технічне обслуговування, ТО-1, ТО-2 та поточні ремонти. Побудовано річний графік технічного обслуговування з урахуванням сезонного навантаження на обладнання ферми. Розраховано необхідну чисельність сервісного персоналу для забезпечення своєчасного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт. Розроблено пункт технічного обслуговування розміром 6×6 м, підібрано його технологічне оснащення та виконано зонування робочого простору. Запропоновані рішення спрямовані на скорочення простоїв обладнання, підвищення якості технічного сервісу та забезпечення стабільної роботи тваринницької ферми.

Ключові слова: технічний сервіс; тваринницька ферма; пункт технічного обслуговування; ремонт; обладнання ферми; дійні корови.

ANNOTATION

Roman Volodymyrovych Soroka. Organisation of technical servicing for livestock farm equipment, including the development of a maintenance centre. – *Qualification work on the rights of the manuscript*.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This thesis examines the organisation of technical servicing for livestock farm equipment, including the development of a maintenance centre. It justifies the need to improve the reliability of machinery and process equipment used in the management of a herd of 600 dairy cows. The composition of the farm's main equipment is analysed, and the specific features of its operation within a continuous production process are identified. The annual volume of repair and maintenance work has been calculated, including shift-by-shift maintenance, TO-1, TO-2 and routine repairs. An annual maintenance schedule has been drawn up, taking into account the seasonal workload on the farm's equipment. The required number of service personnel to ensure the timely completion of repair and maintenance work has been calculated. A 6×6 m maintenance bay has been designed, its technical equipment selected and the workspace zoned. The proposed solutions are aimed at reducing equipment downtime, improving the quality of technical service and ensuring the stable operation of the livestock farm.

Keywords: technical service; livestock farm; maintenance centre; repairs; farm equipment; dairy cows.

ЗМІСТ

ВСТУП…….5
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ОБЛАДНАННЯ ФЕРМИ…….8
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ……19
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РОЗБИРАННЯ ГНОЄТРАНСПОРТЕРІВ……..…….27
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…….…..38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….…….40

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасне тваринництво є однією з важливих галузей агропромислового виробництва, від ефективності функціонування якої значною мірою залежить продовольча безпека держави та стабільність забезпечення населення молочною продукцією. В умовах інтенсивного розвитку молочного скотарства особливого значення набуває використання сучасного технологічного обладнання для доїння, годівлі, напування, прибирання гною, вентиляції, освітлення та підтримання належного мікроклімату у тваринницьких приміщеннях. Надійна робота цього обладнання безпосередньо впливає на продуктивність тварин, якість продукції, санітарно-гігієнічний стан ферми та економічні результати діяльності господарства.

Експлуатація обладнання тваринницьких ферм має низку специфічних особливостей. Більшість машин і механізмів працюють щоденно, часто в умовах підвищеної вологості, забрудненості, дії агресивного середовища, значних коливань температури та постійного контакту з органічними залишками. Такі умови прискорюють зношування деталей, спричиняють корозію, послаблення кріплень, порушення регулювань, пошкодження електричних елементів і зниження загальної надійності технологічних ліній. Тому своєчасне проведення технічного обслуговування і ремонту є необхідною умовою безперервної роботи ферми.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена потребою удосконалення системи технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм та створення раціонально організованого пункту технічного обслуговування. Для ферми, де утримується 600 дійних корів, навіть короткочасна відмова доїльного, кормороздавального, гноєприбирального або насосного обладнання може призвести до порушення технологічного процесу, збільшення трудових витрат, погіршення умов утримання тварин і зниження продуктивності. Саме тому

організація планово-попереджувальної системи технічного сервісу та забезпечення ферми необхідним ремонтно-обслуговуючим оснащенням є важливим завданням для сучасного аграрного підприємства.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності технічного сервісу обладнання тваринницької ферми шляхом обґрунтування системи ремонтно-обслуговуючих робіт і розробки пункту технічного обслуговування.

Для досягнення **поставленої мети** необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати особливості експлуатації обладнання тваринницьких ферм; визначити річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт для основних видів обладнання; побудувати річний графік технічного обслуговування з урахуванням сезонності та режиму роботи ферми; розрахувати чисельність сервісного персоналу; обґрунтувати склад обладнання пункту технічного обслуговування; виконати планувальне рішення пункту ТО розміром 6×6 м; оцінити ефективність запропонованих організаційно-технічних рішень.

Об’єктом дослідження є процес технічного сервісу машин і обладнання тваринницької ферми молочного напряму.

Предметом дослідження є організаційно-технологічні параметри системи технічного обслуговування та ремонту обладнання ферми, а також планувальні й технічні рішення пункту технічного обслуговування.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Дерев’янко Д.А., Веремій Т.Б., **Сорока Р.В.,** Ніконенко М.С., Силін Л.М. Технічний сервіс машин і обладнання тваринницьких ферм. VI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Запоріжжя: ТДАТУ. URL: https://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/derevjanko_26-5.pdf (дата звернення 02.06.2026).

2. Дерев’янко Д.А., **Сорока Р.В.** Доцільність організації пункту технічного обслуговування як умова підвищення надійності обладнання

тваринницьких ферм. Збірник тез XII Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». 29 квітня 2026 року. Житомир. Видавничий центр ЖАТФК. 2026. С. 147-150.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропонована система технічного сервісу дає змогу підвищити рівень готовності обладнання до роботи, скоротити тривалість простоїв, поліпшити умови праці сервісного персоналу та забезпечити своєчасне виконання профілактичних і ремонтних операцій. Розроблений пункт технічного обслуговування може бути використаний у господарствах молочного напряму для виконання слюсарних, діагностичних, регулювальних, мийних і ремонтних робіт безпосередньо на території ферми.

Таким чином, удосконалення організації технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм є важливим напрямом підвищення ефективності молочного виробництва. Запропоновані у роботі рішення спрямовані на забезпечення стабільної роботи технологічного обладнання, зменшення експлуатаційних витрат і підвищення надійності виробничого процесу на фермі.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 23 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінки комп’ютерного тексту, містить 9 рисунків, 21 таблицю та 3 додатки.

РОЗДІЛ 1
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ОБЛАДНАННЯ ФЕРМИ

Ефективність молочної ферми на 600 дійних корів значною мірою залежить від стабільної роботи технологічного обладнання. Доїльні установки, молочні лінії, охолоджувачі, вакуумні агрегати, системи гноєвидалення, кормороздавання, водопостачання та мікроклімату працюють щоденно і безпосередньо впливають на продуктивність тварин, якість молока, санітарний стан приміщень та рівень виробничих витрат.

Система технічного сервісу обладнання ферми повинна забезпечувати попередження відмов, своєчасне усунення несправностей і підтримання працездатності машин у періоди найбільшого виробничого навантаження. Для цього ремонтно-обслуговуючі роботи планують за видами впливів: щозмінне технічне обслуговування, періодичні ТО-1 і ТО-2 та поточний ремонт. Окремо враховують сезонні умови, оскільки взимку зростає навантаження на системи водопостачання, гноєвидалення і електрообладнання, а влітку – на вентиляцію, охолодження молока та автоматику мікроклімату.

У розділі виконано розрахунок річного обсягу робіт для проектної молочної ферми на 600 дійних корів. Розрахунки проведено за групами обладнання з урахуванням кількості машин, періодичності обслуговувань і питомої працемісткості однієї операції. Отримані результати використано для побудови річного графіка технічного сервісу і визначення необхідної чисельності сервісного персоналу.

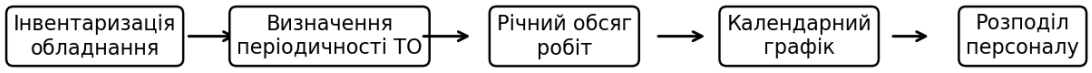


Рис. 1.1. Послідовність організації системи технічного сервісу обладнання ферми.

1.1. Визначення річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт

Річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт визначається через кількість виконань кожного виду технічного впливу та нормативну працемісткість цих робіт. Для проектної ферми прийнято, що основне технологічне обладнання експлуатується протягом року без тривалих сезонних зупинок, а окремі елементи мікроклімату працюють переважно у теплий період. Такий підхід дає змогу відобразити реальні умови молочного виробництва, де технологічний процес доїння, охолодження молока, годівлі, напування та видалення гною має безперервний характер.

До розрахунку включено обладнання, яке є типовим для сучасної механізованої молочної ферми: доїльну установку, молочну лінію з CIP-мийкою, охолоджувачі молока, вакуумні агрегати, обладнання кормоприготування та кормороздавання, системи гноєвидалення, насоси, автоматичні поїлки, вентиляцію, штори, автоматику мікроклімату та електрообладнання. Кількість обладнання прийнято відповідно до продуктивності ферми на 600 дійних корів і необхідності забезпечення резерву для безперервного виконання технологічних операцій.

Кількість щозмінних обслуговувань визначається за числом днів роботи обладнання протягом року, а кількість періодичних обслуговувань – за прийнятою кратністю їх проведення. Для більшості агрегатів ТО-1 планується щомісячно, ТО-2 – двічі на рік, поточний ремонт – за результатами оглядів та виявлення несправностей. Для автоматичних поїлок і обладнання мікроклімату застосовано квартальну періодичність ТО-1, оскільки ці елементи мають велику кількість однотипних вузлів і потребують групового обслуговування.

Таблиця 1.1 – Прийнятий склад обладнання та кратність ремонтно-обслуговуючих робіт

Група обладнання	Кіль-кість	Днів роботи, D	ТО-1, разів/рік	ТО-2, разів/рік	ПР, разів/рік
Доїльна установка типу «паралель 2×20»	1	365	12	2	1
Молочна лінія, насос, фільтр і CIP-мийка	1	365	12	2	1
Охолоджувачі молока	2	365	12	2	1
Вакуумна станція	2	365	12	2	1
Кормозмішувачі та роздавачі кормів	2	365	12	2	1
Кормові транспортери і шнеки	4	365	12	2	1
Скреперні установки гноєвидалення	8	365	12	2	1
Гнойові насоси та мішалки	3	365	12	2	1
Насосна станція водопостачання	2	365	12	2	1
Автоматичні поїлки	120	365	4	1	0.2
Вентилятори, штори, автоматика мікроклімату	68	244	4	1	0.25
Електрообладнання та шафи керування	1	365	12	2	1

Працемісткість одного технічного впливу прийнято з урахуванням складності обладнання, кількості контрольованих точок, потреби в очищенні, змащуванні, регулюванні, підтягуванні кріплень, перевірці електричних кіл та усуненні дрібних несправностей. Найбільш трудомісткими є доїльне обладнання, система гноєвидалення, електрообладнання і кормороздавальні машини, оскільки їх зупинка одразу впливає на виробничий ритм ферми.

Щозмінне обслуговування включає зовнішній огляд, очищення, перевірку герметичності, контроль роботи приводів, підшипникових вузлів, змащувальних точок, електричних захистів і засобів автоматики. ТО-1 охоплює поглиблену

перевірку, регулювання, підтягування кріплень, заміну мастильних матеріалів у вузлах із малим об'ємом, усунення виявлених дефектів. ТО-2 передбачає часткове розбирання, ревізію вузлів, перевірку стану робочих органів, відновлення регулювань і підготовку обладнання до наступного піврічного циклу експлуатації.

Таблиця 1.2 – Трудомісткість одного технічного впливу за групами обладнання

Група обладнання	ЩТО, люд.-год	ТО-1, люд.-год	ТО-2, люд.-год	ПР, люд.-год
Доїльна установка типу «паралель 2×20»	1.20	12.00	24.00	60.00
Молочна лінія, насос, фільтр і CIP-мийка	0.80	8.00	16.00	35.00
Охолоджувачі молока	0.35	3.00	8.00	12.00
Вакуумна станція	0.25	4.00	8.00	18.00
Кормозмішувачі та роздавачі кормів	0.50	6.00	12.00	25.00
Кормові транспортери і шнеки	0.20	3.00	6.00	10.00
Скреперні установки гноєвидалення	0.20	3.50	7.00	15.00
Гнойові насоси та мішалки	0.25	4.00	8.00	18.00
Насосна станція водопостачання	0.15	3.00	6.00	10.00
Автоматичні поїлки	0.03	0.35	0.60	0.50
Вентилятори, штори, автоматика мікроклімату	0.03	0.30	0.60	0.50
Електрообладнання та шафи керування	0.60	10.00	18.00	50.00

Узагальнений розрахунок кількості технічних впливів і річної працемісткості подано в таблиці 1.3. Значення округлено до одного десяткового знака, що є достатнім для планування річного навантаження сервісного персоналу.

Таблиця 1.3 – Річна кількість технічних впливів і трудомісткість робіт

Група обладнання	N ЩТО	N ТО-1	N ТО-2	N ПР	T ЩТО	T ТО-1	T ТО-2	T ПР	Разом
Доїльна установка типу «паралель 2×20»	365	12	2	1.0	438.0	144.0	48.0	60.0	690.0
Молочна лінія, насос, фільтр і CIP-мийка	365	12	2	1.0	292.0	96.0	32.0	35.0	455.0
Охолоджувачі молока	730	24	4	2.0	255.5	72.0	32.0	24.0	383.5
Вакуумна станція	730	24	4	2.0	182.5	96.0	32.0	36.0	346.5
Кормозмішувачі та роздавачі кормів	730	24	4	2.0	365.0	144.0	48.0	50.0	607.0
Кормові транспортери і шнеки	1460	48	8	4.0	292.0	144.0	48.0	40.0	524.0

Продовження таблиці 1.3

Скреперні установки гноєвидалення	2920	96	16	8.0	584.0	336.0	112.0	120.0	1152.0
Гнойові насоси та мішалки	1095	36	6	3.0	273.8	144.0	48.0	54.0	519.8
Насосна станція водопостачання	730	24	4	2.0	109.5	72.0	24.0	20.0	225.5
Автоматичні поїлки	43800	480	120	24.0	1314.0	168.0	72.0	12.0	1566.0
Вентилятори, штори, автоматика мікроклімату	16592	272	68	17.0	497.8	81.6	40.8	8.5	628.7
Електрообладнання та шафи керування	365	12	2	1.0	219.0	120.0	36.0	50.0	425.0
Разом	69882	1064	240	67.0	4823.0	1617.6	572.8	509.5	7522.9

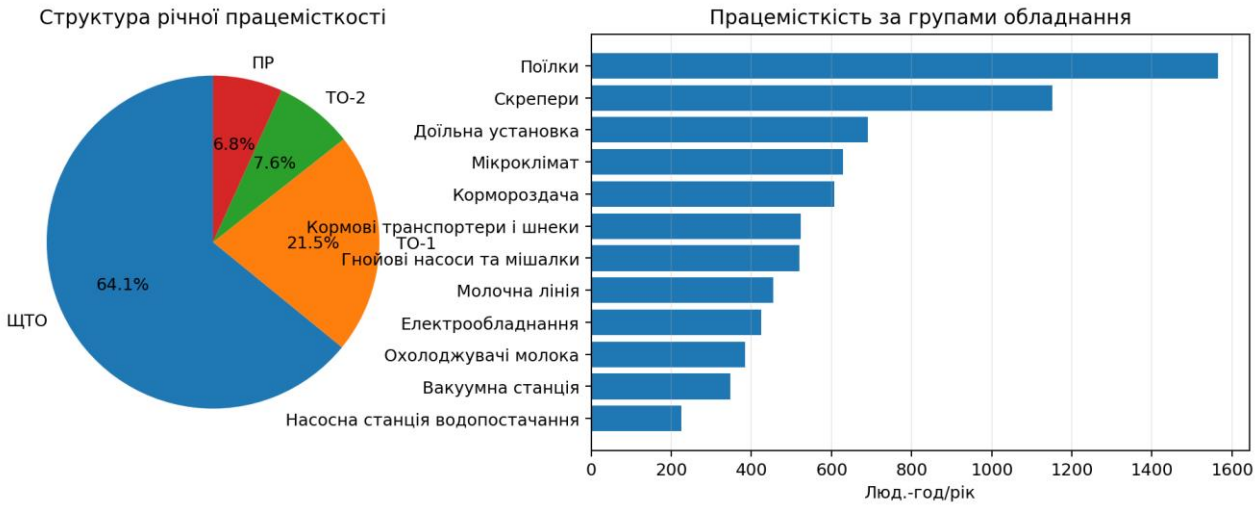


Рис. 1.2. Структура та розподіл річної трудомісткості ремонтно-обслуговуючих робіт.

За результатами розрахунку загальна річна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт становить 7522,9 люд.-год. Основну частку займає щозмінне технічне обслуговування – 4823,0 люд.-год, або близько 64,1 % від річного обсягу. Це пояснюється щоденною роботою доїльного, молочного, кормороздавального, насосного та гноєприбирального обладнання.

Тркдомісткість ТО-1 становить 1617,6 люд.-год, ТО-2 – 572,8 люд.-год, поточного ремонту – 509,5 люд.-год. Така структура є характерною для тваринницьких ферм без тривалих технологічних пауз: значна частина робіт виконується профілактично, а поточний ремонт має бути максимально коротким і

плануватися так, щоб не порушувати графік доїння, годівлі, напування та прибирання гною.

Найбільше навантаження припадає на автоматичні поїлки, скреперні установки, доїльне обладнання, мікроклімат і електрообладнання. Для поїлок висока сумарна працемісткість зумовлена великою кількістю однотипних вузлів, а для скреперних установок – регулярним контактом робочих органів з агресивним вологим середовищем. Доїльне обладнання потребує особливо ретельного догляду через прямий вплив на якість молока та санітарну безпеку виробництва.

1.2. Побудова річного графіка технічного обслуговування

Річний графік технічного обслуговування складається з метою рівномірного завантаження персоналу, своєчасного проведення профілактичних робіт і зменшення кількості аварійних зупинок. При побудові графіка враховано безперервний характер молочного виробництва, сезонні зміни навантаження на обладнання та необхідність виконання складніших робіт у періоди, коли їх вплив на технологічний процес є найменшим.

Щозмінне технічне обслуговування планується щоденно. Для доїльного обладнання воно узгоджується з проміжками між доїннями; для кормороздавальних машин – після завершення роздавання кормів; для систем гноєвидалення – після основних циклів очищення проходів; для насосів, електрообладнання та автоматики – під час обходу чергового персоналу. ТО-1 для основних агрегатів заплановано щомісяця, що дає змогу своєчасно виявляти зношування, ослаблення з'єднань, забруднення вузлів і відхилення в роботі електричних систем.

ТО-2 доцільно виконувати двічі на рік: навесні та восени. Весняне обслуговування спрямоване на підготовку обладнання до літнього режиму роботи, зокрема інтенсивного використання вентиляції та охолодження молока. Осіннє обслуговування забезпечує готовність ферми до зимового періоду, коли

підвищуються вимоги до водопостачання, електрообладнання, гноєвидалення та надійності приводів у вологих приміщеннях.

Поточний ремонт у графіку розміщено переважно в ті місяці, коли можна заздалегідь підготувати запасні частини, ущільнення, паси, підшипники, електричну апаратуру та інші матеріали. Непланові несправності не виключаються, однак наявність календарного графіка знижує їх імовірність і дає змогу заздалегідь розподілити обов'язки між виконавцями.

Таблиця 1.4 – Річний графік розподілу працемісткості технічного сервісу за місяцями

Місяць	ЩТО, люд.-год	ТО-1, люд.-год	ТО-2, люд.-год	ПР, люд.-год	Разом, люд.-год
Січень	367.4	114.0	0.0	35.0	516.4
Лютий	331.8	156.0	0.0	96.0	583.8
Березень	367.4	114.0	270.8	0.0	752.2
Квітень	416.7	134.4	72.0	28.5	651.6
Травень	430.6	156.0	0.0	24.0	610.6
Червень	416.7	134.4	0.0	114.0	665.1
Липень	430.6	114.0	0.0	0.0	544.6
Серпень	430.6	176.4	0.0	40.0	647.0
Вересень	416.7	114.0	230.0	50.0	810.7
Жовтень	430.6	134.4	0.0	0.0	565.0
Листопад	416.7	156.0	0.0	72.0	644.7
Грудень	367.4	114.0	0.0	50.0	531.4
Разом за рік	4823.2	1617.6	572.8	509.5	7523.1

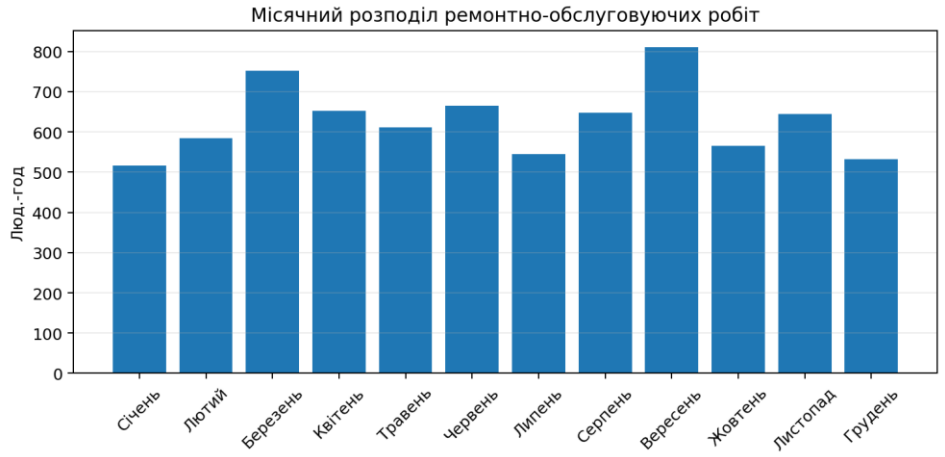


Рис. 1.4. Діаграма місячного навантаження ремонтно-обслуговуючих робіт.

Як видно з таблиці 1.4 і рисунка 1.4, найбільше навантаження припадає на березень, вересень, червень і квітень. У березні та вересні зосереджено ТО-2 основних агрегатів, що пояснюється необхідністю підготовки обладнання до сезонної зміни умов експлуатації. У червні підвищується обсяг робіт з гноєвидалення та насосного обладнання, а у квітні додається підготовка систем мікроклімату і водопостачання.

Найменше навантаження припадає на січень, липень і грудень. Проте навіть у ці місяці обсяг робіт залишається значним через щоденну потребу в технічному контролі доїльного, молочного, кормового, насосного та електричного обладнання. Тому при організації роботи персоналу необхідно передбачити чергування, взаємозамінність виконавців і оперативне усунення несправностей без тривалого очікування.

Для практичного використання річний графік потрібно деталізувати до місячних і тижневих планів. У місячних планах доцільно вказувати конкретні групи обладнання, перелік операцій, відповідального виконавця, очікувану тривалість робіт та потребу в матеріалах. Тижневий план має враховувати фактичний стан обладнання, результати оглядів, зауваження операторів і наявність запасних частин.

1.3. Розрахунок чисельності сервісного персоналу

Чисельність сервісного персоналу визначається за річною працемісткістю робіт, ефективним фондом робочого часу одного працівника та коефіцієнтом використання робочого часу. До складу виконавців включають слюсарів-наладчиків, електриків і майстра-наладчика. Такий поділ потрібний тому, що обладнання ферми поєднує механічні, гідравлічні, пневматичні, електричні та електронні системи керування.

Для розрахунку приймаємо ефективний річний фонд часу одного працівника Феф = 1840 год. Коефіцієнт використання робочого часу приймаємо $\eta = 0,85$,

оскільки частина часу витрачається на підготовчо-заключні операції, переміщення між виробничими приміщеннями, отримання матеріалів, оформлення журналів обліку та очікування технологічних пауз.

Необхідна чисельність персоналу визначається за формулою:

$$Ч = T_{річ} / (Ф_{еф} \cdot η), \quad (1.1)$$

де $T_{річ}$ – річна працемісткість робіт з урахуванням 10 % резерву на непередбачені роботи: $T_{річ} = 7522.9 \cdot 1{,}10 = 8275.2$ люд.-год; $Ф_{еф}$ – ефективний фонд робочого часу одного працівника; η – коефіцієнт використання робочого часу. Підставляючи прийняті значення, отримаємо: $Ч = 8275.2 / (1840 \cdot 0{,}85) = 5.29$ особи. Отже, для забезпечення своєчасного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт приймаємо 5 працівників сервісної групи.

Таблиця 2.6 – Розподіл чисельності сервісного персоналу за спеціалізацією

Посада	Частка робіт, %	Прийнято, осіб	Основні функції
Слюсар-наладчик з механічного обладнання	55	3	ЩТО, ТО-1, регулювання приводів, скреперів, транспортерів, кормороздавачів, насосів
Електрик	25	1	Обслуговування електроприводів, захистів, шаф керування, датчиків, освітлення, автоматики
Майстер-наладчик	20	1	Планування робіт, діагностика складних вузлів, контроль якості ТО, ведення графіків і журналів
Разом	100	5	Забезпечення виконання річного графіка технічного сервісу ферми

Таблиця 2.7 – Закріплення виконавців за основними групами робіт

Напрям робіт	Обладнання	Відповідальні виконавці	Періодичність контролю
Механічне обладнання	Доїльна установка, транспортери, скрепери, кормороздавачі, насоси	Слюсарі-наладчики	щоденно, за графіком ТО-1 і ТО-2
Електрообладнання	Електродвигуни, пускова апаратура, автоматика, датчики, освітлення	Електрик	щоденно, за заявками та графіком
Комплексні роботи	Діагностика, планування, контроль виконання, приймання робіт	Майстер-наладчик	щотижнево і за потребою

Прийнята чисельність дає змогу забезпечити щоденне обслуговування обладнання, виконання планових ТО-1 і ТО-2, а також резерв часу для усунення непередбачених відмов. Три слюсарі-наладчики доцільні через значну кількість механічних вузлів: скребкових контурів, транспортерів, насосів, редукторів, кормороздавальних машин, доїльних апаратів та арматури молочної лінії. Один електрик забезпечує справність електродвигунів, захисної апаратури, датчиків, систем керування і освітлення. Майстер-наладчик координує виконання графіка, проводить контроль якості робіт, аналізує повторювані відмови та організовує підготовку запасних частин.

Для ферми на 600 дійних корів важливо забезпечити взаємозамінність персоналу. Слюсарі повинні володіти навичками базової електробезпеки і діагностики приводів, а електрик має розуміти особливості роботи технологічного обладнання. Такий підхід зменшує час реагування на несправності і підвищує надійність виробничого процесу.

Облік виконаних робіт доцільно вести в журналі технічного сервісу із зазначенням дати, обладнання, виду робіт, виконавця, витраченого часу, використаних матеріалів і виявлених дефектів. Аналіз цих даних наприкінці кожного місяця дозволяє коригувати графік, уточнювати потребу в запасних частинах і оцінювати ефективність профілактичних заходів.

Висновки по розділу

У розділі розроблено організаційні положення системи технічного сервісу обладнання молочної ферми на 600 дійних корів. Визначено склад основного технологічного обладнання, прийнято періодичність виконання ЩТО, ТО-1, ТО-2 і поточного ремонту та розраховано річну кількість технічних впливів.

Загальна річна працемісткість ремонтно-обслуговуючих робіт становить 7522,9 люд.-год, з яких 4823,0 люд.-год припадає на щозмінне технічне

обслуговування. Побудовано річний графік, що враховує сезонність експлуатації обладнання і концентрацію складніших робіт у весняний та осінній періоди.

За розрахунком чисельності прийнято 5 працівників сервісної групи: 3 слюсарі-наладчики, 1 електрик і 1 майстер-наладчик. Такий склад персоналу забезпечує виконання планових робіт, поточне реагування на несправності та підтримання стабільної роботи технологічного обладнання ферми.

РОЗДІЛ 2
РОЗРОБКА ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

2.1. Призначення та вихідні дані

Пункт технічного обслуговування обладнання тваринницької ферми призначений для оперативного виконання слюсарно-складальних, регулювальних, мийно-дефектувальних і допоміжних ремонтних робіт. Його створення дає змогу скоротити простої доїльного, молочного, кормороздавального, водопостачального, вентиляційного та гноєприбирального обладнання, яке працює у безперервному технологічному циклі ферми.

Проектною базою є молочна ферма на 600 дійних корів. Приміщення пункту прийнято розміром 6×6 м за наданим планом. Загальна площа становить:

$$F_п = L \cdot B = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2.$$

У межах цієї площі передбачено два слюсарні робочі місця, мийну ванну, стелажі, шафи, настільні верстати, засоби пожежної безпеки та вільні проходи. Пункт не замінює спеціалізовану ремонтну майстерню, а виконує роботи, які доцільно проводити безпосередньо на території ферми: заміну підшипників, ущільнень, ланцюгів, кріпильних деталей, очищення й дефектування вузлів, дрібне свердління, заточування та регулювання механізмів.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для проектування пункту

Показник	Значення	Пояснення
Поголів’я ферми	600 дійних корів	вихідна виробнича потужність
Розмір приміщення	6×6 м	за наданим рисунком
Площа пункту	36 м²	для розміщення обладнання та проходів
Робочі місця	2	за кількістю верстаків і тисків
Верстатне обладнання	2 одиниці	свердлильний і точильно-шліфувальний верстати
Встановлена потужність верстатів	1,2 кВт	2×0,6 кВт

2.2. Аналіз плану та складу обладнання

На плані пункт має квадратну форму з входом у нижній частині. Основне обладнання розміщене переважно вздовж стін, що залишає центральну зону для переміщення працівників, занесення знятих вузлів і тимчасового розміщення деталей. Таке компонування є зручним для невеликого приміщення, оскільки зменшує перехрещення потоків і забезпечує доступ до верстаків, шаф та верстатів.

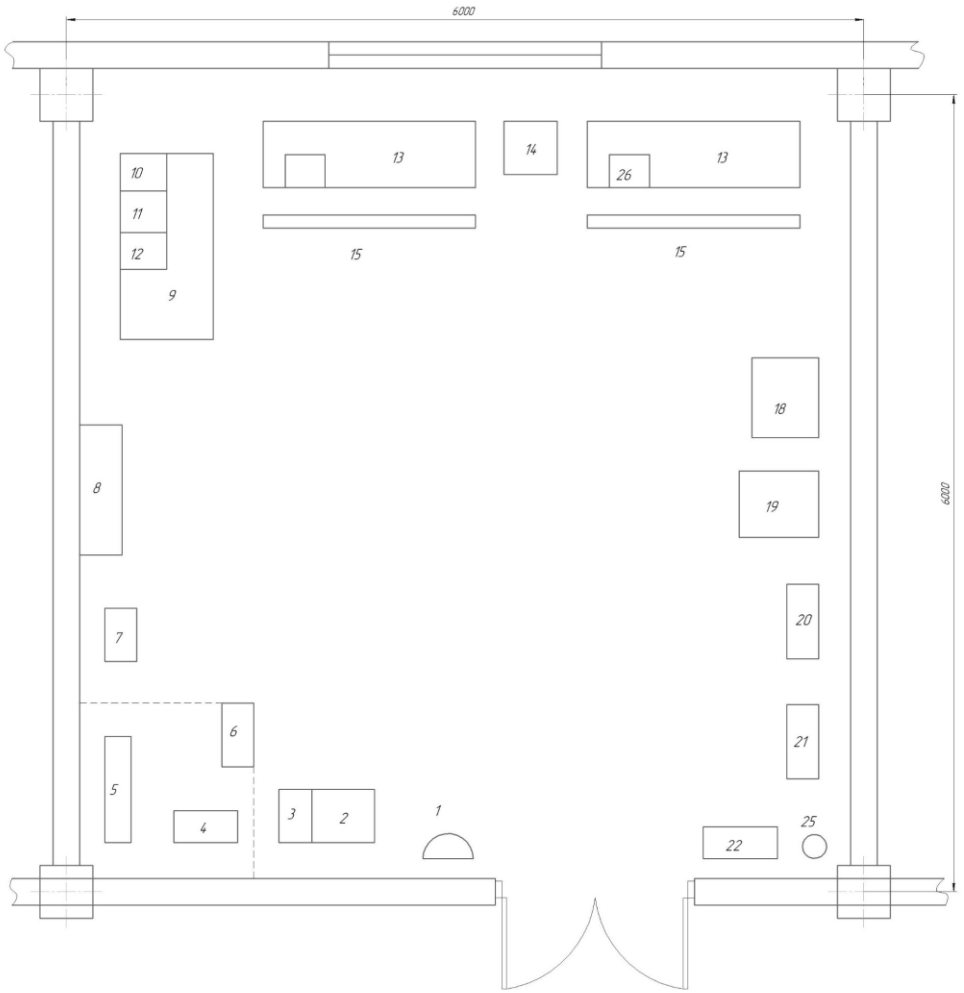


Рис. 2.1. План розміщення обладнання пункту технічного обслуговування 6×6 м

Експлікація передбачає санітарно-побутове оснащення, обладнання для зберігання інструменту і запасних частин, два слюсарні верстаки з тисками, мийну ванну, стенд-верстак, свердлильний та точильно-шліфувальний верстати, а також засоби охорони праці й пожежогасіння. Перелік обладнання наведено в табл. 3.2.

Таблиця 2.2 – Експлікація обладнання пункту технічного обслуговування

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1		Умивальник	1	
2		Шафа для одягу	1	
3		Аптечка	1	
4	ДПР-6	Шафа для гумових виробів і запчастин	1	
5	ОРГ-1468-05-320	Стелаж для деталей і вузлів	1	
6	ОР-8721	Стенд-верстак	1	
7	ОРГ-5133	Ящик для ганчір’я	1	
8		Стенд з охорони праці і ТБ	1	
9	ОРГ-5126	Шафа для інструмента	1	
10	ПИМ-582А	Набір слюсарного інструмента	1	
11		Лампа галогенна	1	
12		Понижуючий трансформатор	1	до 12 В
13	ОРГ-5365	Верстак слюсарний з тисками	2	
14	ОМ-1316	Ванна мийна рухома	1	
15		Решітка підніжна	2	
18	2М112	Станок свердлильний настільний	1	0,6 кВт
19	3Б631А	Станок точильно-шліфувальний	1	0,6 кВт
20		Шафа канцелярська	1	
21		Ємність для мастильних матеріалів	1	
22	ОРГ-1468-03-320	Ящик для піску	1	
25	ОУ-2	Вогнегасник	1	
26		Тиски слюсарні	2	125 мм

2.3. Функціональне зонування приміщення

Для забезпечення прямоточності робіт пункт поділено на функціональні зони. Слюсарно-складальна зона є основною, оскільки саме тут виконуються розбирання, складання, регулювання та заміна деталей. Мийно-дефектувальна зона використовується для очищення вузлів перед ремонтом. Верстатна зона призначена для свердління, зачищення і заточування. Складська та інструментальна зони забезпечують швидкий доступ до запасних частин і ручного інструменту.

Таблиця 2.3 – Розподіл площі за функціональними зонами

Функціональна зона	Площа, м²	Частка, %
Слюсарно-складальна	10.8	30.0
Мийно-дефектувальна	3.2	8.9
Верстатна	4.0	11.1
Складська	6.2	17.2
Інструментальна	3.0	8.3
Санітарія і безпека	3.0	8.3
Проходи	5.8	16.1

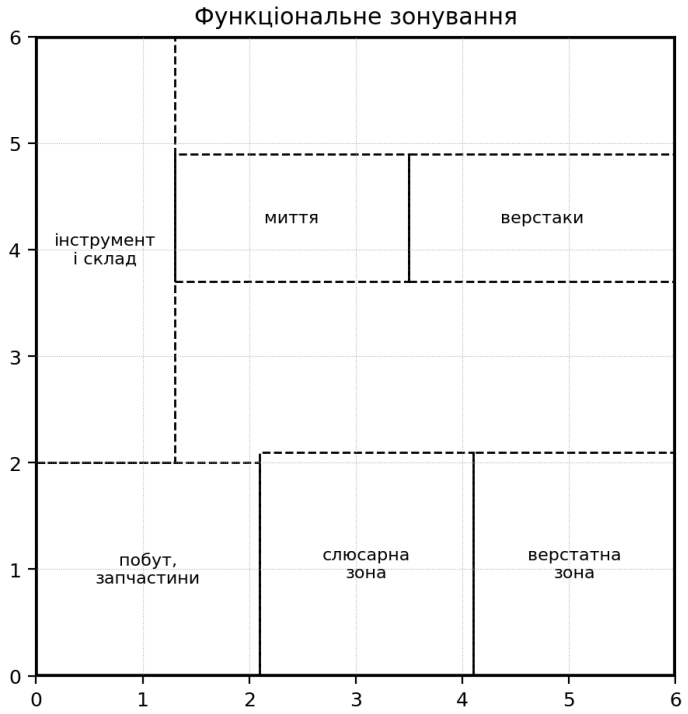


Рис. 2.2 . Узагальнена схема функціонального зонування



Рис. 2.3. Діаграма розподілу площі пункту

2.4. Розрахунок використання площі

Раціональність компонування оцінюється за площею, яку займає обладнання. Орієнтовна площа визначається за габаритами обладнання у плані:

$$F_{обл} = \Sigma(a_i \cdot b_i \cdot n_i), \quad (2.1)$$

де a_i і b_i – довжина та ширина відповідної одиниці обладнання, м; n_i – кількість одиниць. Для дипломного проектування габарити прийнято укрупнено за типовими розмірами обладнання.

Таблиця 2.4 – Укрупнений розрахунок площі, зайнятої обладнанням

Група обладнання	Зайнята площа, м²
Верстаки, стенд-верстак і тиски	3.15
Мийна ванна і підніжні решітки	1.98
Свердлильний та точильно-шліфувальний верстати	0.73
Шафи, стелажі, ємність мастил, ящики	3.29
Санітарно-побутове і протипожежне оснащення	0.46
Разом	9.61

Безпосередньо обладнанням зайнято 9.61 м², а вільна операційна площа становить 26.39 м². Коефіцієнт насичення приміщення обладнанням дорівнює:

$$K_{обл} = F_{обл} / Fп = 9.61 / 36 = 0.27.$$

Отриманий коефіцієнт перебуває в межах, характерних для невеликих ремонтно-обслуговуючих приміщень. Це означає, що пункт не перевантажений обладнанням, має достатні проходи і може використовуватися для роботи двох виконавців без взаємного заважання.

2.5. Технологічна організація робіт

Технологічний процес у пункті повинен бути коротким і зрозумілим для персоналу. Після виявлення несправності вузол або деталь знімають із машини, доставляють до пункту, очищують, миють, дефектують і визначають спосіб відновлення. Якщо ремонт можливий на місці, виконують слюсарні, свердлильні, заточувальні або складальні операції; якщо ні – вузол готують до передачі у спеціалізований ремонт.



Рис. 2.4. Послідовність виконання ремонтно-обслуговуючих робіт.

Таблиця 2.5 – Технологічна послідовність виконання робіт

Етап	Операція	Зміст
1	Приймання заявки	фіксація несправності та обладнання
2	Очищення і миття	видалення бруду, мастила, залишків корму
3	Дефектування	визначення зношених і пошкоджених деталей
4	Ремонт	заміна, свердління, заточування, регулювання
5	Контроль	перевірка кріплень, ходу, герметичності
6	Повернення в роботу	монтаж вузла і запис у журнал

Основними об’єктами обслуговування є редуктори, електроприводи, натяжні пристрої транспортерів, підшипникові опори, ролики, скребки, елементи насосів, запірна арматура, дрібні деталі доїльного й молочного обладнання. Для кожного вузла після ремонту необхідно перевірити якість складання, відсутність підтікання, надійність кріплення та легкість переміщення рухомих частин.

2.6. Розрахунок виробничої спроможності

Річна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт для ферми на 600 дійних корів орієнтовно становить 5700 люд.-год. Проте не весь цей обсяг виконується у приміщенні пункту: частина щозмінного обслуговування проводиться біля обладнання, а складні ремонти передаються у ремонтну майстерню. Для пункту прийнято виконання 2346 люд.-год на рік.

Таблиця 2.6 – Розрахунок річного обсягу робіт пункту

Вид робіт	Загальна трудомісткість, люд.-год	Частка у пункті, %	Трудомісткість пункту, люд.-год
Технічне обслуговування	4800	35	1680
Поточні ремонти	810	80	648
Підготовка до капітального ремонту	90	20	18
Разом	5700	–	2346

Ефективний фонд часу одного робочого місця при 250 робочих днях, тривалості зміни 8 год і коефіцієнті використання часу 0,85 становить:

$$Ф_{еф} = 250 \cdot 8 \cdot 0{,}85 = 1700 \text{ год.}$$

Для двох робочих місць виробнича спроможність дорівнює 3400 люд.-год на рік. Коефіцієнт завантаження пункту:

$$K_з = 2346 / 3400 = 0{,}69.$$

Коефіцієнт завантаження 0,69 підтверджує, що прийняте планування має резерв для аварійних звернень, сезонного збільшення кількості робіт і короткочасного залучення другого виконавця.

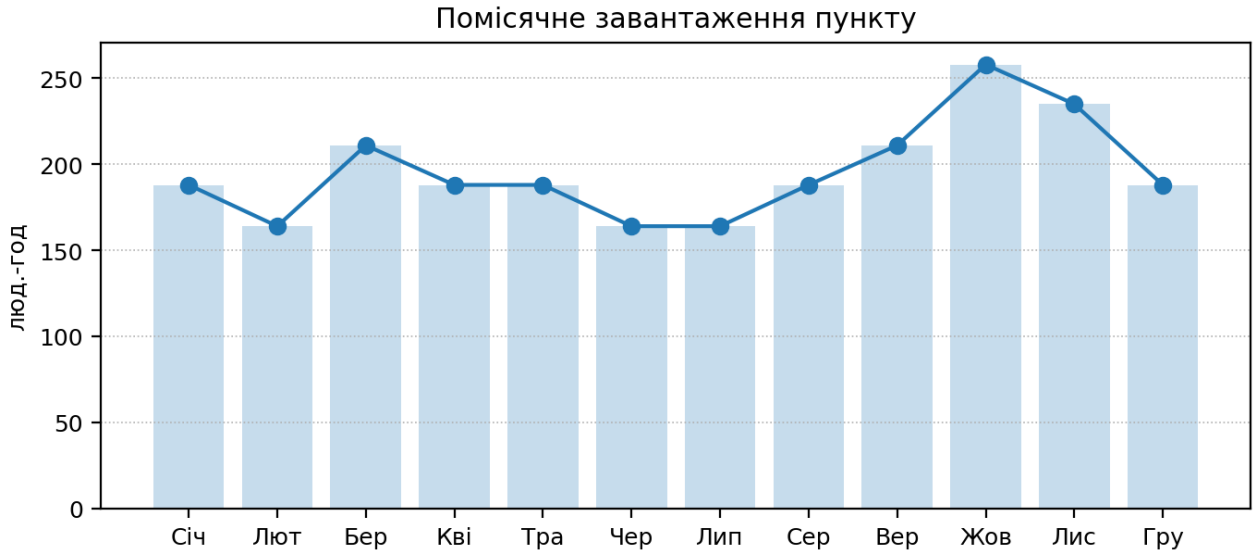


Рис. 2.5. Орієнтовний помісячний графік завантаження пункту.

2.7. Енергетичне забезпечення та безпека праці

Електричне навантаження пункту формують два верстати потужністю по 0,6 кВт, переносне освітлення через понижуючий трансформатор і загальне освітлення. Сумарна встановлена потужність приймається 1,70 кВт, а з урахуванням коефіцієнта одночасності 0,65 розрахункова потужність становить:

$$P_р = 1{,}70 \cdot 0{,}65 = 1{,}11 \text{ кВт}.$$

Для безпечної експлуатації передбачають заземлення верстатів, справні кабелі живлення, захисні кожухи на точильно-шліфувальному верстаті та використання переносної лампи напругою до 12 В. Біля входу розміщують вогнегасник ОУ-2 і ящик для піску, а брудне ганчір’я зберігають в окремому металевому ящику. Мастильні матеріали повинні знаходитися в закритій ємності, відокремлено від джерел іскроутворення.

Таблиця 2.7 – Основні заходи безпеки в пункті

Напрям	Передбачені заходи
Електробезпека	заземлення, справний кабель, трансформатор до 12 В
Пожежна безпека	вогнегасник ОУ-2, ящик з піском, окреме зберігання мастил
Санітарія	умивальник, ящик для ганчір'я, регулярне прибирання
Безпека верстатів	кожухи, окуляри, закріплення деталей у тисках
Організація робочого місця	вільні проходи, інструмент у шафах, деталі на стелажах

Висновки до розділу

У розділі розроблено пункт технічного обслуговування обладнання тваринницької ферми на 600 дійних корів. Приміщення прийнято розміром 6×6 м із загальною площею 36 м², що дає змогу розмістити два слюсарні робочі місця, мийно-дефектувальну зону, верстатне обладнання, стелажі, шафи, засоби пожежогасіння та необхідні проходи.

На основі наданої експлікації сформовано склад обладнання пункту. Розрахунок показав, що укрупнена площа, зайнята обладнанням, становить 9,61 м², а коефіцієнт насичення приміщення обладнанням дорівнює 0,27. Це забезпечує достатню операційну площу для виконання ремонтно-обслуговуючих робіт.

Виробнича спроможність двох робочих місць становить 3400 люд.-год на рік, тоді як прийнятий обсяг робіт пункту дорівнює 2346 люд.-год. Коефіцієнт завантаження 0,69 підтверджує працездатність прийнятого планувального рішення та наявність резерву для сезонних і аварійних робіт.

РОЗДІЛ 3
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РОЗБИРАННЯ ГНОЄТРАНСПОРТЕРІВ

3.1 Особливості технічного сервісу гноєприбирального обладнання

Гноєприбиральні транспортери, скреперні установки, насосні та пневмогідравлічні системи належать до найбільш відповідальних елементів технологічного обладнання тваринницької ферми. Вони працюють у середовищі з підвищеною вологістю, значною забрудненістю і постійним впливом органічних залишків. За таких умов інтенсивно розвиваються корозійні процеси, прискорюється зношування деталей тертя, погіршується стан різьбових з’єднань і підвищується ймовірність раптових відмов.

Справність обладнання для видалення гною має не лише технічне, а й санітарно-технологічне значення. Затримка прибирання гною спричиняє погіршення мікроклімату, підвищення вологості, збільшення концентрації шкідливих газів у приміщенні та ускладнює роботу обслуговуючого персоналу. Тому підтримання працездатності гноєприбиральних машин повинно здійснюватися за планово-попереджувальною системою, яка поєднує регулярні профілактичні операції та оперативне усунення несправностей.

Для машин і агрегатів тваринницьких ферм передбачають такі основні види ремонтно-обслуговувальних впливів: щозмінне технічне обслуговування, періодичне технічне обслуговування першого рівня, періодичне технічне обслуговування другого рівня, технічний огляд, обслуговування під час зберігання, поточний ремонт, а для складних агрегатів – капітальний ремонт. Зміст цих робіт визначається конструкцією обладнання, режимом його роботи, надійністю вузлів і виробничим ритмом ферми.

Особливість експлуатації фермерського обладнання полягає у тому, що воно майже не має тривалих сезонних перерв. Більшість операцій повторюється

щоденно, а допустима тривалість зупинки обмежується технологічними паузами. Саме тому технічний сервіс повинен виконуватися у заздалегідь заплановані проміжки часу, без порушення годівлі, доїння, прибирання та інших виробничих процесів.

Таблиця 3.1 – Орієнтовна періодичність технічного обслуговування обладнання для видалення та переробки гною

Вид обладнання	ЩТО	ТО-1	ТО-2	Обслуговування при зберіганні
Транспортні та скреперні гноєприбиральні установки	+	через 120 год або 1 місяць	не передбачено	+
Установки пневмогідравлічного видалення гною	+	через 120 год або 1 місяць	через 1440 год або 12 місяців	+
Обладнання для переробки, накопичення та транспортування гною	+	через 120 год або 1 місяць	через 720 год або 6 місяців	+

Щозмінне технічне обслуговування є первинною і найбільш масовою формою підтримання працездатності обладнання. Його виконують безпосередньо перед запуском, під час технологічних пауз або після завершення зміни. При цьому обладнання очищають від забруднень, перевіряють стан робочих органів, оглядають привідні ланцюги, муфти, редуктори, натяжні пристрої, кріплення скребків і захисні огородження. У разі потреби відновлюють рівень мастила, усувають підтікання, прибирають сторонні предмети з жолобів і перевіряють роботу кінцевих вимикачів.

Участь у ЩТО беруть оператори, які обслуговують технологічну лінію, та черговий слюсар ферми. Такий порядок є доцільним, оскільки оператор першим помічає зміну шуму, вібрації, швидкості руху або нерівномірність переміщення скребків, а слюсар може оперативно оцінити технічний стан вузла і виконати нескладне регулювання. Керівництво роботою здійснює механік або відповідальна особа ферми.

ТО-1 має глибший характер порівняно зі щозмінним обслуговуванням. Під час його виконання проводять ретельне очищення, перевірку і регулювання

механізмів, змащування згідно з картою мащення, підтягування різьбових з’єднань, заміну окремих дрібних деталей, огляд електродвигунів і пускозахисної апаратури. Для ферм доцільно поєднувати ТО-1 із санітарним днем, коли технологічні лінії зупиняються на більший проміжок часу, а приміщення прибираються, миються та дезінфікуються.

ТО-2 виконують для складніших і відповідальніших систем. У його межах перевіряють внутрішні порожнини редукторів, насосів і резервуарів, оцінюють стан валів, підшипників, ущільнень, зірочок, ланцюгів, скребків та металоконструкцій. За потреби відновлюють антикорозійне покриття, замінюють деформовані або гранично зношені деталі, уточнюють регулювання приводів і перевіряють роботу систем автоматики. Результати огляду заносять до журналу обліку роботи обладнання.

Періодичні технічні огляди доцільно проводити один або два рази на рік, а також перед періодами найбільшого навантаження на ферму. Метою огляду є оцінка фактичного стану обладнання, перевірка повноти виконання регламентних операцій, визначення потреби у ремонті, запасних частинах і матеріалах. За результатами огляду уточнюють графік ремонту та перелік вузлів, які потрібно підготувати до заміни.

Таблиця 3.2 – Характеристика основних ремонтно-обслуговувальних робіт

Вид робіт	Основний зміст операцій	Виконавці	Очікуваний результат
ЩТО	Огляд, очищення, контроль кріплень, перевірка рівня мастила, усунення дрібних відхилень	Оператор, черговий слюсар	Підготовка обладнання до безпечної щоденної роботи
ТО-1	Миття, змащування, регулювання, підтягування, заміна дрібних деталей	Слюсар-наладчик, майстер-наладчик	Запобігання розвитку несправностей і стабілізація режиму роботи
ТО-2	Поглиблений огляд вузлів, перевірка внутрішніх частин, заміна зношених деталей, відновлення покриттів	Спеціалізована ланка під керівництвом механіка	Продовження ресурсу відповідальних вузлів
Поточний ремонт	Розбирання, дефектація, заміна деталей, складання, випробування	Слюсарі, електрик, майстер	Відновлення працездатності після відмови або значного зношування

3.2 Обґрунтування способу ремонту та потреби у спеціальному пристосуванні

Поточний ремонт обладнання тваринницьких ферм має свої організаційні обмеження. Технологічні перерви зазвичай короткі і часто не перевищують кількох годин. Через це ремонтні операції необхідно виконувати швидко, без тривалого демонтажу всієї установки і без порушення основного виробничого процесу. Найбільш раціональним для таких умов є агрегатний метод ремонту, коли несправний вузол замінюють справним, а ремонт знятого вузла виконують окремо у більш зручних умовах.

Агрегатний підхід особливо доцільний для гноєтранспортерів, конструкція яких складається з окремих складальних одиниць: приводу, редуктора, натяжного пристрою, ланцюгового контуру, скребків, опорних елементів і кріпильних деталей. Під час експлуатації значна частина відмов пов’язана з послабленням або заклинюванням різьбових з’єднань, зношуванням пальців і втулок, деформацією скребків, спрацюванням ланцюгів, корозією та забрудненням вузлів.

Найбільш трудомісткими при розбиранні є операції відкручування гайок і болтів, що тривалий час працювали в агресивному середовищі. Через забруднення різьби, корозію, затягування під дією змінних навантажень та відсутність регулярного очищення з’єднання часто вимагають значного моменту. Використання звичайних гайкових ключів у таких випадках призводить до збільшення часу ремонту, перевантаження працівника, пошкодження граней гайки або навіть травмування.

Для підвищення продуктивності ремонтних робіт доцільно застосувати спеціальне пристосування у вигляді силового ключа з механічним підсиленням крутного моменту. Таке пристосування дає змогу багаторазово збільшити зусилля, яке прикладає працівник, і передати його на різьбове з’єднання без використання громіздкого обладнання. Конструкція повинна бути простою, ремонтопридатною,

надійною, зручною для перенесення і придатною для роботи безпосередньо біля гноєтранспортера.

Запропоноване пристосування розглядається як допоміжний засіб для виконання демонтажних операцій під час поточного ремонту гноєтранспортерів. Його застосування скорочує час розбирання вузлів, зменшує фізичне навантаження на слюсаря, підвищує безпеку робіт і знижує ризик пошкодження кріпильних елементів.

Таблиця 3.3 – Вимоги до пристосування для відкручування тугозатягнутих різьбових з’єднань

Вимога	Зміст вимоги	Практичне значення
Підсилення моменту	Передавальне число механізму повинно забезпечувати збільшення крутного моменту у 6,5…7 разів	Демонтаж з’єднань, які закисли або забруднені
Компактність	Габарити мають дозволяти працювати біля вузлів транспортера в обмеженому просторі	Зручність роботи без повного демонтажу агрегату
Надійність	Робочі елементи повинні витримувати змінні навантаження і короткочасні перевантаження	Зменшення ризику поломки під час ремонту
Універсальність	Можливість використання змінних головок і подовжувачів	Обслуговування різних типорозмірів гайок
Безпека	Наявність упору та фіксації нерухомих елементів	Запобігання самовільному провороту під час роботи

3.3 Будова і принцип роботи силового ключа

Конструктивно пристосування являє собою ручний силовий ключ, у якому збільшення крутного моменту досягається за рахунок зубчастого зачеплення та храпового механізму. На відміну від звичайного ключа, працівник прикладає зусилля до рукоятки, а механізм перетворює це зусилля у значно більший момент на вихідному валу. Завдяки цьому відкручування тугозатягнутих гайок виконується з меншими затратами фізичної праці.

Основними елементами пристосування є зубчастий сектор, приводна шестерня, храпове колесо, стопор храповика, пружина, вал із внутрішнім шестигранником, рукоятка, фіксувальні отвори та стопорні кільця. Зубчастий сектор під час роботи повинен залишатися нерухомим. Для цього на його кінці

передбачено отвори, через які сектор фіксують до елементів машини за допомогою осей, струбцин або різьбових фіксаторів.

Передача крутного моменту на гайку здійснюється через храпове колесо, виконане у вигляді втулки з внутрішнім шестигранним отвором. Така форма дає змогу застосовувати змінні головки або подовжувачі, що розширює діапазон використання пристосування. Стопор храповика входить у зачеплення із зубами колеса і під дією пружини утримує його від зворотного провертання.

Приводна частина працює за принципом роликового механізму вільного ходу. Така схема дозволяє виконувати робочий хід рукояткою, а потім повертати її у вихідне положення без зняття ключа з гайки. Під час повторних ходів кут повороту поступово накопичується, що особливо зручно під час роботи у стисненому просторі, де неможливо виконати повний оберт рукояткою.

Під час роботи пристосування встановлюють на гайку через шестигранний отвір або змінну головку. Після фіксації зубчастого сектора працівник натискає на рукоятку. Шестерня перекочується по сектору, повертає рухомі пластини і через собачки передає зусилля на зірочки та вихідний вал. Унаслідок різниці діаметрів шестерні і зубчастого сектора формується збільшений крутний момент, необхідний для зриву різьбового з’єднання.

Для спрощення складання та обслуговування конструкції доцільно застосовувати стопорні кільця замість великої кількості болтових з’єднань. Це скорочує час розбирання самого пристосування, зменшує кількість деталей, які можуть загубитися під час ремонту, і полегшує його технічне обслуговування.

Таблиця 3.4 – Основні елементи силового ключа та їх призначення

Елемент конструкції	Призначення	Особливість виконання
Зубчастий сектор	Сприймає реактивне зусилля і забезпечує перекочування шестерні	Має отвори для фіксації від провертання
Приводна шестерня	Передає зусилля від рукоятки до механізму підсилення	Працює у зачепленні із сектором
Храпове колесо	Передає момент на змінну головку або вал	Виконане як втулка з внутрішнім шестигранником
Стопор храповика	Утримує колесо від зворотного ходу	Притискається до зубів пружиною
Вал	Сприймає основний крутний момент	Розраховується на кручення і втому
Рукоятка	Служить для прикладання зусилля працівником	Має забезпечувати зручне і безпечне захоплення

3.4 Розрахунок основних параметрів вала пристосування

Найбільш навантаженою деталлю силового ключа є вал, оскільки саме через нього крутний момент передається на різьбове з’єднання. У процесі роботи вал зазнає дії кручення, а також циклічних навантажень, які виникають під час багаторазових робочих ходів рукоятки. Тому його розрахунок доцільно виконувати за умовою міцності на кручення та за запасом витривалості.

На попередньому етапі приймаємо вал суцільного круглого перерізу з постійним діаметром по довжині. Такий підхід спрощує розрахунок і дає змогу отримати достатньо надійне значення діаметра для подальшого конструктивного уточнення. Вихідними параметрами є переданий крутний момент, допустиме напруження при крученні та властивості матеріалу.

$$T = P / \omega, \tag{3.1}$$

де T – крутний момент на валу, Н·м; P – потужність, що передається валом, Вт; ω – кутова швидкість, рад/с.

$$d \geq \sqrt[3]{(16T / (\pi \cdot [\tau_к]))}, \tag{3.2}$$

де d – розрахунковий діаметр вала, мм; $[\tau_к]$ – допустиме напруження при крученні. Для попереднього розрахунку приймаємо $[\tau_к]$ = 20…30 МПа, а для більш надійної оцінки використовуємо нижнє значення 20 МПа.

Після підстановки вихідних даних отримане значення діаметра округлюємо до найближчого стандартного розміру. Для конструкції приймаємо d = 45 мм. Подальша перевірка виконується за фактичним напруженням у небезпечному перерізі.

$$\tau_{max} \leq [\tau к], \tag{3.3}$$

$$\tau_{max} = T / W к, \tag{3.4}$$

$$W_к = \pi \cdot d^3 / 16, \tag{3.5}$$

де $W_к$ – полярний момент опору круглого перерізу при крученні, мм³.

Для прийнятого діаметра d = 45 мм полярний момент опору становить $W_к$ = 8414 мм³. За допустимого крутного моменту T = 143,4·10³ Н·мм фактичне напруження кручення дорівнює:

$$\tau_к = 143{,}4 \cdot 10^3 / 8414 = 17 \text{ МПа}.$$

Оскільки τ_{max} = 17 МПа < [τк] = 20 МПа, умова статичної міцності на кручення виконується. Отже, прийнятий діаметр вала забезпечує достатній опір переданню робочого моменту.

Таблиця 3.5 – Вихідні та розрахункові параметри вала

Показник	Позначення	Значення	Одиниця вимірювання
Допустиме напруження при крученні	[τк]	20…30	МПа
Прийнятий діаметр вала	d	45	мм
Крутний момент	T	143,4·10³	Н·мм
Полярний момент опору	Wк	8414	мм³
Фактичне напруження кручення	τк	17	МПа
Результат перевірки	τmax < [τк]	17 < 20	виконується

3.5 Перевірка вала за умовою втомної міцності

Під час експлуатації силового ключа вал навантажується не одноразово, а багаторазово. Кожне відкручування або затягування супроводжується зміною напружень, тому однієї перевірки за статичною міцністю недостатньо. Для підвищення надійності необхідно оцінити запас міцності з урахуванням циклічного характеру навантаження.

Для віднульованого циклу приймаємо, що амплітуда дотичного напруження і середнє напруження циклу дорівнюють половині фактичного напруження кручення. За $\tau_к$ = 17 МПа маємо:

$$\tau_a = \tau_m = \tau_к / 2 = 17 / 2 = 8{,}5 \text{ МПа}. \quad (3.6)$$

Матеріал вала приймаємо зі значенням тимчасового опору σв = 570 МПа. Межу витривалості при згині орієнтовно визначаємо як частку від тимчасового опору, а межу витривалості при крученні – через відповідний коефіцієнт переходу:

$$\sigma_{-1} = 0{,}43 \cdot \sigma_в = 0{,}43 \cdot 570 = 246 \text{ МПа}, \quad (3.7)$$

$$\tau_{-1} = 0{,}6 \cdot \sigma_{-1} = 0{,}6 \cdot 246 = 147 \text{ МПа}. \quad (3.8)$$

На фактичну витривалість деталі впливають концентрація напружень, абсолютні розміри, шорсткість поверхні та наявність або відсутність поверхневого зміцнення. Для розрахунку приймаємо: $k_\tau = 1{,}4$; $k_\sigma = 1{,}65$; $k_d = 0{,}73$ для діаметра 45 мм; $k_f = 1{,}05$ для шорсткості $R_a = 3{,}2$; kv = 1.

$$(k_\tau)D = (k_\tau / k_d + k_f - 1) / k_v = (1{,}4 / 0{,}73 + 1{,}05 - 1) / 1 = 1{,}97. \quad (3.9)$$

З урахуванням коефіцієнта концентрації напружень межа витривалості вала в небезпечному перерізі становить:

$$(\tau{-}1)D = \tau{-}1 / (k_\tau)D = 147 / 1{,}97 = 74{,}6 \text{ МПа}. \quad (3.10)$$

Коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями визначаємо як відношення скоригованої межі витривалості до амплітуди циклу:

$$S\tau = (\tau{-}1)D / \tau a = 74{,}6 / 8{,}5 = 8{,}7. \quad (3.11)$$

Отримане значення $S\tau = 8{,}7$ перевищує рекомендований допустимий інтервал [S] = 1,3…2,1. Це свідчить про те, що вал має значний запас витривалості і може працювати в умовах повторних навантажень без небезпеки втомного руйнування.

Таблиця 3.6 – Перевірка вала за втомною міцністю

Показник	Позначення	Значення
Фактичне напруження кручення	$\tau_к$	17 МПа
Амплітуда циклу	τ_a	8,5 МПа
Тимчасовий опір матеріалу	$\sigma_в$	570 МПа
Межа витривалості при згині	σ_{-1}	246 МПа
Межа витривалості при крученні	τ_{-1}	147 МПа
Загальний коефіцієнт концентрації	$(k_\tau)D$	1,97
Скоригована межа витривалості	$(\tau_{-1})D$	74,6 МПа
Коефіцієнт запасу	S_τ	8,7

3.6 Технологічне використання пристосування під час ремонту

Перед початком роботи необхідно очистити різьбове з’єднання від гною, бруду та корозійних нашарувань, а також обробити його проникаючою рідиною. Після цього підбирають змінну головку відповідного розміру, встановлюють її на

вихідний вал і розміщують пристосування на гайці. Зубчастий сектор обов’язково фіксують до нерухомої частини агрегату, щоб уникнути його провертання під дією реактивного моменту.

Робочий хід виконують плавним натисканням на рукоятку. Різкі удари по рукоятці не допускаються, оскільки вони можуть викликати локальні перевантаження зубчастого зачеплення або деформацію фіксувальних елементів. Якщо гайка не зривається з першого ходу, операцію повторюють кілька разів, використовуючи храповий механізм для поступового накопичення кута повороту.

Після зриву гайки подальше відкручування можна виконувати звичайним ключем або тим самим пристосуванням без прикладання значних зусиль. Після завершення роботи ключ очищають, оглядають стан зубів, стопора, пружини і вихідного шестигранника. За потреби рухомі частини змащують тонким шаром мастила, а пристосування зберігають у сухому місці разом зі змінними головками.

Застосування силового ключа дає змогу підвищити рівень механізації ручних демонтажних операцій. Особливо помітний ефект досягається під час ремонту приводних і натяжних вузлів, де кріплення часто розташоване у незручних місцях і зазнає дії вологи та забруднення. Скорочення часу розбирання сприяє зменшенню простою гноєприбиральної лінії та швидшому відновленню нормального санітарного стану ферми.

Таблиця 3.7 – Послідовність використання силового ключа

Етап	Зміст операції	Контрольна вимога
1	Очищення різьбового з’єднання та робочої зони	Відсутність бруду, що заважає встановленню головки
2	Підбір змінної головки або подовжувача	Повна відповідність розміру гайки
3	Фіксація зубчастого сектора	Сектор не повинен провертатися
4	Плавне прикладання зусилля до рукоятки	Без ударів і ривків
5	Зрив і подальше відкручування гайки	Не допускати перекосу головки
6	Очищення та огляд пристосування після роботи	Перевірка зубів, стопора, пружини і вала

Висновки по розділу

У розділі розглянуто особливості технічного сервісу гноєприбирального обладнання тваринницьких ферм. Встановлено, що такі машини працюють у складних умовах підвищеної вологості, забруднення та корозійної дії, тому потребують регулярного щозмінного і періодичного обслуговування, технічних оглядів і своєчасного поточного ремонту.

Обґрунтовано доцільність застосування агрегатного методу ремонту та використання спеціального пристосування для відкручування тугозатягнутих різьбових з’єднань гноєтранспортерів. Запропонований силовий ключ забезпечує збільшення крутного моменту приблизно у 6,5…7 разів, що дає змогу скоротити тривалість демонтажних операцій і зменшити фізичне навантаження на слюсаря.

Описано будову і принцип роботи пристосування, до складу якого входять зубчастий сектор, приводна шестерня, храпове колесо, стопор, пружина, вал, рукоятка та фіксувальні елементи. Розрахунком встановлено, що для вала доцільно прийняти діаметр 45 мм. Фактичне напруження кручення становить 17 МПа, що менше допустимого значення. Коефіцієнт запасу за втомною міцністю дорівнює 8,7, тому умова міцності виконується.

Розроблене пристосування є простим за будовою, технологічним у виготовленні та зручним в експлуатації. Його використання під час поточного ремонту гноєтранспортерів дає змогу підвищити продуктивність ремонтних робіт, скоротити простої обладнання, поліпшити умови праці ремонтного персоналу та підвищити загальну ефективність технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності експлуатації, технічного обслуговування та ремонту обладнання молочної ферми. Актуальність роботи зумовлена тим, що обладнання тваринницьких ферм працює в умовах підвищеної вологості, забрудненості, агресивного середовища та безперервного виробничого циклу, тому його відмови можуть призводити до порушення технологічного процесу, збільшення витрат праці та погіршення умов утримання тварин.

У першому розділі було обґрунтовано організацію системи технічного сервісу обладнання ферми на 600 дійних корів. Визначено річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт, розраховано кількість і трудомісткість щозмінних технічних обслуговувань, ТО-1, ТО-2 та поточних ремонтів для основних груп обладнання. Побудований річний графік технічного обслуговування дав змогу раціонально розподілити сервісні роботи протягом року з урахуванням сезонності та виробничого навантаження. Також було визначено потребу в сервісному персоналі, зокрема слюсарях-наладчиках, електриках і майстрах-наладчиках, що забезпечує своєчасне виконання профілактичних і ремонтних операцій.

У другому розділі розроблено пункт технічного обслуговування обладнання тваринницьких ферм розміром 6×6 м. Запропоноване планувальне рішення передбачає раціональне розміщення слюсарних верстаків, тисків, мийної ванни, стелажів, шаф для інструментів і запасних частин, свердлильного та точильно-шліфувального верстатів, засобів пожежогасіння, аптечки та допоміжного обладнання. Така організація робочого простору забезпечує зручне виконання слюсарних, мийних, регулювальних, діагностичних і дрібних ремонтних робіт безпосередньо на території ферми, що скорочує тривалість простоїв обладнання та підвищує оперативність технічного сервісу.

У конструктивному розділі було запропоновано пристосування для розбирання гноєтранспортерів, зокрема спеціальний ключ для відкручування тугозакручених гайок. Необхідність такої розробки пояснюється тим, що гноєприбиральне обладнання працює у важких умовах, а його кріпильні з'єднання часто піддаються корозії, забрудненню та значним експлуатаційним навантаженням. Запропоноване пристосування забезпечує збільшення крутного моменту приблизно у 6,5–7 разів, що полегшує розбирання вузлів, зменшує фізичне навантаження на працівника та підвищує продуктивність ремонтних робіт.

Конструкція пристосування є простою, технологічною та придатною для використання в умовах фермерського пункту технічного обслуговування. Передача зусилля здійснюється через зубчасте зачеплення, храповий механізм і шліцьовий вал, що дає змогу виконувати демонтажні операції з меншими витратами часу. Виконаний розрахунок вала пристосування підтвердив його міцність: прийнятий діаметр вала 45 мм забезпечує допустимий рівень напружень при крученні, а визначений коефіцієнт запасу міцності перевищує нормативні значення. Це свідчить про працездатність і надійність запропонованої конструкції під час експлуатації.

Отже, у роботі досягнуто поставленої мети – удосконалено організацію технічного сервісу обладнання тваринницької ферми, розроблено пункт технічного обслуговування та запропоновано конструктивне рішення для полегшення ремонту гноєтранспортерів. Практичне значення отриманих результатів полягає у скороченні простоїв технологічного обладнання, підвищенні якості ремонтно-обслуговуючих робіт, покращенні умов праці сервісного персоналу та забезпеченні стабільної роботи молочної ферми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Науменко О. А., Войтюк В. Д., Денисенко М. І. та ін. Технічний сервіс машин у тваринництві : підручник / за ред. О. А. Науменка, В. Д. Войтюка. Київ ; Харків : НАУ, ХНТУСГ, 2007. 555 с.

2. Коновалюк О. В., Кіяшко В. М., Колісник М. В. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2013. 404 с.

3. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ревенко В. І. Машини та обладнання для тваринництва : підручник. Київ : Кондор, 2009. 731 с.

4. Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Скляр Р. В., Мілько Д. О., Болтянський Б. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві : підручник для здобувачів ступеня вищої освіти. Київ : Кондор, 2024. 608 с.

5. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Олексюк В. П. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. Ч. 1. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.

6. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Олексюк В. П. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. Ч. 2. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.

7. Хомик Н. І., Довбуш Т. А., Цьонь Г. Б. Машини та обладнання для тваринництва : навч.-метод. посіб. до лабораторних робіт. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018. 100 с.

8. Сиротюк В. М. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. Львів : Магнолія плюс, 2004. 200 с.

9. Ревенко І. І., Манько В. М. та ін. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / за ред. І. І. Ревенка. Київ : Урожай, 1994. 288 с.

10. Борак К. В., Ткачук Б. М., Торгонський В. С. Перспективи розвитку технічного сервісу МТП в АПК. Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН

Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України. С. 61-62.

11. ДСТУ ISO 5707:2012. Установки доїльні. Конструкція і технічні характеристики. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.

12. ДСТУ ISO 6690:2004. Установки доїльні. Механічні випробовування. Київ : Держспоживстандарт України, 2006.

13. ДСТУ ISO 14159:2005. Безпечність машин. Вимоги гігієни до конструкції машин. Київ : Держспоживстандарт України, 2007.

14. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

15. ISO 5707:2007. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva : International Organization for Standardization, 2007.

16. ISO 6690:2007. Milking machine installations – Mechanical tests. Geneva : International Organization for Standardization, 2007.

17. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Milking, milk production hygiene and udder health. Rome : FAO. URL: https://www.fao.org/4/t0218e/T0218E00.htm (date of access: 04.06.2026).

18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Small-scale dairy farming manual. Rome : FAO. URL: https://www.fao.org/4/t1265e/t1280e04.htm (date of access: 04.06.2026).

19. Teagasc. Cleaning Guidelines for Milking Equipment. URL: https://teagasc.ie/animals/dairy/milk-quality/cleaning-guidelines-for-milking-equipment/ (date of access: 04.06.2026).

20. Борак К. В., Куликівський В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів. Ч. 1: Теоретичні основи матеріалознавства : навч. посіб. Житомир : Поліський нац. ун-т, 2024. 101 с.

21. Agriculture and Horticulture Development Board. Dairy cow milking: milking machine maintenance. URL: https://ahdb.org.uk/knowledge-library/dairy-cow-milking-milking-machine-maintenance (date of access: 04.06.2026).

22. University of Massachusetts Amherst. Equipment Maintenance: Crops, Dairy, Livestock and Equine. URL: https://www.umass.edu/agriculture-food-environment/crops-dairy-livestock-equine/fact-sheets/equipment-maintenance (date of access: 04.06.2026).

23. E-Dairy Training Modules. Maintenance of Farm Machinery & Equipment. URL: https://e-dairytrainingmodules.africa/wp-content/uploads/2020/08/20221231T13L2Maintenance-of-farm-machinery-equipment-1.pdf (date of access: 04.06.2026).