

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**ПРОЄКТ ВІДДІЛЕННЯ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АГРЕГАТИВ
ГІДРАВЛІЧНОЇ РОЗДІЛЬНО-АГРЕГАТНОЇ СИСТЕМИ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-22
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ ТАРАН Олександр Олександрович
Керівник: _____ ЧЕРНІЙ Олександр Анатолійович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Тарану Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект відділення з технічного сервісу агрегатів
гідравлічної роздільно-агрегатної системи

керівник роботи Черній Олександр Анатолійович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Матеріально – технічна база ФГ Ілона, кількісний склад машин господарства та навколишніх господарств і приватних власників тракторів. Існуючі технології ремонту та відновлення гідроагрегатів. Економічні показники роботи аналогічних підприємств з ремонту гідроагрегатів. Насиченість зони обслуговування сервісно-ремонтними підприємствами.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз виробничої діяльності ФГ «Ілона» та обґрунтування створення відділення з технічного сервісу гідроагрегатів. 2. Обґрунтування програми та організація технології ремонту гідроагрегатів. 3. Розробка стенда для ремонтно-випробувальних робіт гідроагрегатів. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Тема проекту (A1). 2. Технологічне планування (A1). 3. Креслення загального виду (A1). 4. 5. Складальне креслення і деталювання (A1). 6. Економічні показники (A1). 7. Висновки (A1)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 1.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 10.05.2026	
2	Технологічний	до 15. 05.2026	
3	Конструкційний	до 22.05.2026	
4	Охорона праці	до 25.05.2026	
5	Економічний	до 1.06.2026	
6	Графічна частина	до 10.06.2026	

Студент

_____ (підпис)

Таран О.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Черній О.А.

_____ (прізвище та ініціали)

[illegible]

РЕФЕРАТ

Таран, О. (2026). *Проект відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи: дипломний проєкт: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 80 с.

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення ремонтно-сервісної бази ФГ «Ілона» шляхом створення спеціалізованого відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Встановлено, що господарство має власну станцію технічного обслуговування, на якій виконуються ремонтні роботи тракторів, автомобілів, комбайнів та окремих агрегатів, однак ремонт гідравлічних насосів, гідророзподільників і гідроциліндрів не проводиться. Через відсутність таких послуг у найближчих населених пунктах господарства змушені звертатися до спеціалізованих підприємств м. Дніпро, що призводить до збільшення простоїв техніки та додаткових витрат.

У роботі обґрунтовано виробничу програму відділення, визначено річну трудомісткість ремонтних робіт, розраховано необхідну кількість працівників, підібрано основне технологічне обладнання та запропоновано раціональну організацію робочих місць. Розроблено стенд для проведення ремонтно-випробувальних робіт з агрегатами гідравлічної системи, виконано перевірочні розрахунки його основних елементів та визначено вимоги безпечної експлуатації. Проведена техніко-економічна оцінка показала, що створення відділення є доцільним, забезпечує додатковий прибуток господарству та скорочує строк очікування ремонту для власної і сторонньої техніки.

Ключові слова: гідравлічна система, технічний сервіс, гідроагрегат, гідронасос, гідророзподільник, гідроциліндр, ремонтне відділення, фермерське господарство, стенд, економічна ефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «ІЛОНА» ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ВІДДІЛЕННЯ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ГІДРОАГРЕГАТІВ ..	11
1.1. Загальна характеристика фермерського господарства	11
1.2. Особливості експлуатації машинно-тракторного парку та роль гідравлічних систем	13
1.3. Аналіз ремонтно-обслуговуючої бази господарства	15
1.4. Оцінка потреби у сервісі гідроагрегатів у господарстві та навколишніх населених пунктах	17
1.5. Обґрунтування теми, мета та задачі дипломного проєкту	20
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ГІДРОАГРЕГАТІВ	22
2.1. Розробка технологічного процесу ремонту гідроагрегатів	22
2.1.1. Технологічний процес ремонту шестеренних насосів	24
2.1.2. Технологічний процес ремонту гідроциліндрів.....	25
2.1.3. Особливості ремонту гідророзподільників	27
2.2. Визначення виробничої програми робіт відділення.....	27
2.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт	30
2.4. Розрахунок виробничого відділення	31
2.4.1. Розрахунок кількості працівників та обґрунтування штату.....	31
2.4.2. Розрахунок кількості основного обладнання.....	32
2.4.3. Визначення площі відділення та його планування	35
2.5. Заходи з організації робіт на ділянці.....	36
2.5.1. Розрахунок основних параметрів виробничого процесу.....	37

2.6. Розробка карти послідовності визначення технічного стану агрегатів....	38
2.7. Проектування технологічного процесу відновлення корпусу насоса НШ-32А	40
2.7.1. Опис конструкції деталі та характеристика основних дефектів	40
2.7.2. Вибір раціонального способу відновлення корпусу.....	41
2.7.3. Складання технологічного плану операцій.....	43
2.7.4. Вибір параметрів режимів відновлення та розрахунок норм часу	43
2.8. Висновки до розділу.....	46
3. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ РЕМОНТНО-ВИПРОБУВАЛЬНИХ РОБІТ ГІДРОАГРЕГАТІВ	48
3.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки	48
3.2 Конструктивно-технологічна схема стенда	49
3.3 Опис конструкції стенда	50
3.4 Принцип роботи стенда	50
3.5 Основні складові елементи стенда	51
3.6 Технічна характеристика проектного стенда	53
3.7 Розрахунок болтового з'єднання на зріз і зминання	54
3.8 Розрахунок гвинтового вузла ручного преса.....	55
3.9 Розрахунок пружної втулково-пальцевої муфти	57
3.10 Розрахунок привідного пальця	58
3.11 Організація роботи та вимоги до безпечної експлуатації стенда	59
3.12 Висновки до розділу.....	60
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	61
4.1. Загальні відомості з охорони праці	61
4.2. Вимоги охорони праці при роботі на спроектованому стенді	63

	8
4.3. Висновок	66
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	67
5.2. Розрахунок річних поточних витрат	68
5.3. Розрахунок собівартості, прибутку та рентабельності.....	72
5.4. Визначення строку окупності капіталовкладень	74
5.5. Висновок	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	76
ЛІТЕРАТУРА	78
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Сучасне сільськогосподарське виробництво значною мірою залежить від технічного стану машинно-тракторного парку, оскільки саме трактори та агреговані з ними машини забезпечують виконання основних польових і транспортних операцій. Від своєчасності їх підготовки, якості технічного обслуговування та швидкості усунення несправностей залежить дотримання агротехнічних строків, продуктивність праці, витрати пального й загальна ефективність роботи господарства.

Особливо важливе місце в конструкції сучасних тракторів займає гідравлічна роздільно-агрегатна система. Вона забезпечує керування робочими органами навісних, напівнавісних і причіпних машин, піднімання та опускання знарядь, регулювання їх положення під час виконання технологічних операцій, а також передавання зусилля до виконавчих механізмів. Порушення працездатності гідравлічних агрегатів призводить не лише до зниження продуктивності машини, а й до простоїв, перевитрати експлуатаційних матеріалів та погіршення якості виконання сільськогосподарських робіт.

Умови експлуатації тракторної техніки в аграрних підприємствах є досить складними. Машини працюють за змінних температур, у запиленому середовищі, при значних динамічних навантаженнях, підвищеній вологості, нерівномірному рельєфі поля та тривалих сезонних навантаженнях. За таких умов агрегати гідравлічної системи зазнають інтенсивного спрацювання ущільнювальних елементів, забруднення робочої рідини, порушення герметичності з'єднань, зниження тиску, погіршення роботи насосів, розподільників і гідроциліндрів.

Надійність гідравлічної системи значною мірою визначається не тільки якістю виготовлення її складових частин, а й рівнем організації технічного сервісу. Традиційний підхід, за якого частина робіт виконується лише після виникнення відмови, не завжди забезпечує необхідну готовність техніки в напружені періоди сільськогосподарського виробництва. Тому доцільним є

впровадження системи обслуговування, що поєднує регламентні операції з діагностуванням фактичного технічного стану агрегатів. Такий підхід дає змогу своєчасно виявляти початкові ознаки несправностей, зменшувати трудомісткість ремонту, раціональніше використовувати запасні частини та скорочувати тривалість простоїв машин.

Для ефективного виконання робіт із технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи необхідно мати спеціалізоване відділення, оснащене відповідним технологічним обладнанням, пристроями, інструментом і контрольно-вимірювальними засобами. Наявність такого відділення дозволяє організувати очищення, розбирання, дефектування, відновлення, складання, регулювання та випробування основних гідроагрегатів у визначеній технологічній послідовності. Це підвищує якість сервісних робіт і створює умови для більш повного використання ресурсу деталей та вузлів.

Актуальність теми дипломного проєкту полягає в необхідності удосконалення організації технічного сервісу агрегатів гідравлічної системи тракторів у виробничих умовах аграрного підприємства. Раціональне проєктування відділення, правильний вибір обладнання, обґрунтування виробничої програми, розрахунок трудомісткості робіт і розробка технологічних рішень дають змогу підвищити технічну готовність машинно-тракторного парку та знизити витрати, пов'язані з експлуатацією й ремонтом техніки.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності технічного сервісу машинно-тракторного парку шляхом проєктування відділення з обслуговування та ремонту агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи, що забезпечує покращення їх працездатності, зменшення простоїв тракторів і підвищення якості виконання ремонтно-обслуговувальних робіт.

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «ІЛОНА» ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ВІДДІЛЕННЯ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ГІДРОАГРЕГАТИВ

1.1. Загальна характеристика фермерського господарства

Фермерське господарство «Ілона» є багатопрофільним виробничим підприємством аграрного напрямку, діяльність якого пов'язана з вирощуванням сільськогосподарських культур, утриманням виробничої інфраструктури, експлуатацією машинно-тракторного парку та виконанням ремонтно-обслуговуючих робіт. Виробнича база господарства сформована таким чином, що поряд із виконанням основних польових операцій підприємство має можливість самостійно підтримувати працездатність значної частини техніки.

За вихідними даними, господарство розташоване у центральній частині України, у зоні з теплим та посушливим кліматом. Відносна близькість до м. Кривий Ріг забезпечує зручний зв'язок із пунктами збуту продукції, постачальниками матеріалів і сервісними організаціями. Водночас спеціалізовані підприємства, які виконують повний цикл ремонту гідравлічних агрегатів сільськогосподарської техніки, зосереджені переважно у великих містах, що створює додаткові труднощі для оперативного відновлення машин.

Господарство використовує значні земельні площі, має зерносховища, об'єкти для доробки та зберігання продукції, а також парк тракторів, автомобілів, комбайнів і причіпної техніки. Наявність такої матеріально-технічної бази потребує постійного технічного контролю, планового обслуговування та своєчасного ремонту. Особливої уваги потребують агрегати гідравлічних систем, оскільки вони працюють у важких умовах, сприймають значні навантаження та безпосередньо впливають на можливість використання навісного і причіпного обладнання.

Крім виконання робіт для власних потреб, у господарстві функціонує станція технічного обслуговування, яка виконує ремонт тракторів, автомобілів,

комбайнів та окремих агрегатів. Це свідчить про наявність практичного досвіду ремонтної діяльності, кваліфікованих працівників, виробничих площ і певного комплексу обладнання. Разом з тим ремонт агрегатів роздільно-агрегатної гідравлічної системи на підприємстві поки що не організований, що обмежує можливості СТО і знижує її конкурентоспроможність на місцевому ринку сервісних послуг.

Таблиця 1.1 - Узагальнена характеристика виробничої бази ФГ «Ілона»

Показник	Характеристика	Значення для теми проєкту
Основний напрям діяльності	Сільськогосподарське виробництво та обслуговування власної техніки	Формує постійну потребу в справному машинно-тракторному парку
Додатковий напрям діяльності	СТО з ремонту тракторів, автомобілів, комбайнів та агрегатів	Створює організаційну основу для розширення ремонтних послуг
Виробничі об'єкти	Майстерня, робочі пости, складські та допоміжні приміщення	Можуть бути використані для розміщення спеціалізованої дільниці
Парк машин	Трактори, автомобілі, комбайни, причіпні та навісні машини	Більшість сучасних машин має гідравлічні приводи та вузли керування
Проблемний напрям сервісу	Відсутність ремонту гідронасосів, гідророзподільників, гідроциліндрів та інших гідроагрегатів	Обґрунтовує необхідність створення нового відділення

Таким чином, ФГ «Ілона» має передумови не лише для підтримання власного машинно-тракторного парку, а й для розвитку сервісного напрямку, орієнтованого на господарства навколишніх населених пунктів. Саме ця обставина визначає актуальність проєктування спеціалізованого відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи.

1.2. Особливості експлуатації машинно-тракторного парку та роль гідравлічних систем

Сучасне сільськогосподарське виробництво значною мірою залежить від технічного стану тракторів, комбайнів, автомобілів і агрегованих з ними машин. Виконання технологічних операцій у рослинництві має сезонний характер, тому простої техніки у період підготовки ґрунту, сівби, догляду за посівами або збирання врожаю призводять не тільки до зростання витрат, а й до порушення оптимальних агротехнічних строків.

Одним із найбільш навантажених елементів сучасної мобільної техніки є гідравлічна система. У тракторах вона забезпечує роботу навісного механізму, підіймання та опускання робочих органів, керування причіпними машинами, роботу допоміжних гідроприводів. У комбайнах гідросистема використовується для керування жаткою, вивантажувальним шнеком, варіаторами, рульовим керуванням та іншими механізмами. У вантажних автомобілях і спеціальних машинах гідравлічні агрегати застосовуються в підйомних, розвантажувальних і допоміжних механізмах.

Роздільно-агрегатна гідравлічна система має ряд вузлів, кожен з яких виконує окрему функцію: насос створює потік робочої рідини, розподільник керує напрямом її руху, гідроциліндр перетворює енергію потоку на механічне переміщення, фільтрувальні елементи забезпечують очищення оливи, а трубопроводи та рукави високого тиску передають робочу рідину між елементами системи. Відмова будь-якого з цих вузлів часто призводить до втрати працездатності всієї машини або неможливості використання певного агрегату.

Найбільш типовими несправностями гідроагрегатів є зниження подачі насоса, підвищене внутрішнє перетікання робочої рідини, заклинювання золотників, порушення герметичності ущільнень, зношування поверхонь тертя, забруднення оливи, пошкодження штоків і гільз гідроциліндрів. Частина таких дефектів може бути виявлена лише за допомогою спеціального діагностичного

обладнання, яке дозволяє вимірювати тиск, витрату, герметичність, плавність переміщення та працездатність вузла під навантаженням.

Таблиця 1.2 - Основні агрегати гідравлічної роздільно-агрегатної системи та характерні несправності

Агрегат або вузол	Основні функції	Типові несправності
Гідронасос	Створення потоку робочої рідини та забезпечення тиску в системі	Зменшення подачі, шум, нагрівання, зношування шестерень або плунжерної пари
Гідро-розподільник	Спрямування потоку рідини до виконавчих механізмів	Заклинювання золотника, внутрішні перетікання, неповне перемикавання
Гідроциліндр	Перетворення енергії рідини на поступальний рух штока	Підтікання, знос ущільнень, пошкодження штока, зниження зусилля
Фільтри та трубопроводи	Очищення і транспортування робочої рідини	Засмічення, падіння пропускної здатності, пошкодження рукавів високого тиску
Бак, арматура, ущільнення	Зберігання рідини та забезпечення герметичності системи	Підсмоктування повітря, витікання оливи, забруднення робочої рідини

З огляду на це ремонт гідравлічних агрегатів не можна розглядати як звичайну слюсарну операцію. Він потребує чистого робочого місця, спеціальних пристосувань, стендів для перевірки, засобів вимірювання параметрів та дотримання технологічної дисципліни. За відсутності таких умов ремонт часто зводиться до заміни ущільнень або зовнішнього огляду, що не гарантує відновлення ресурсу агрегату.

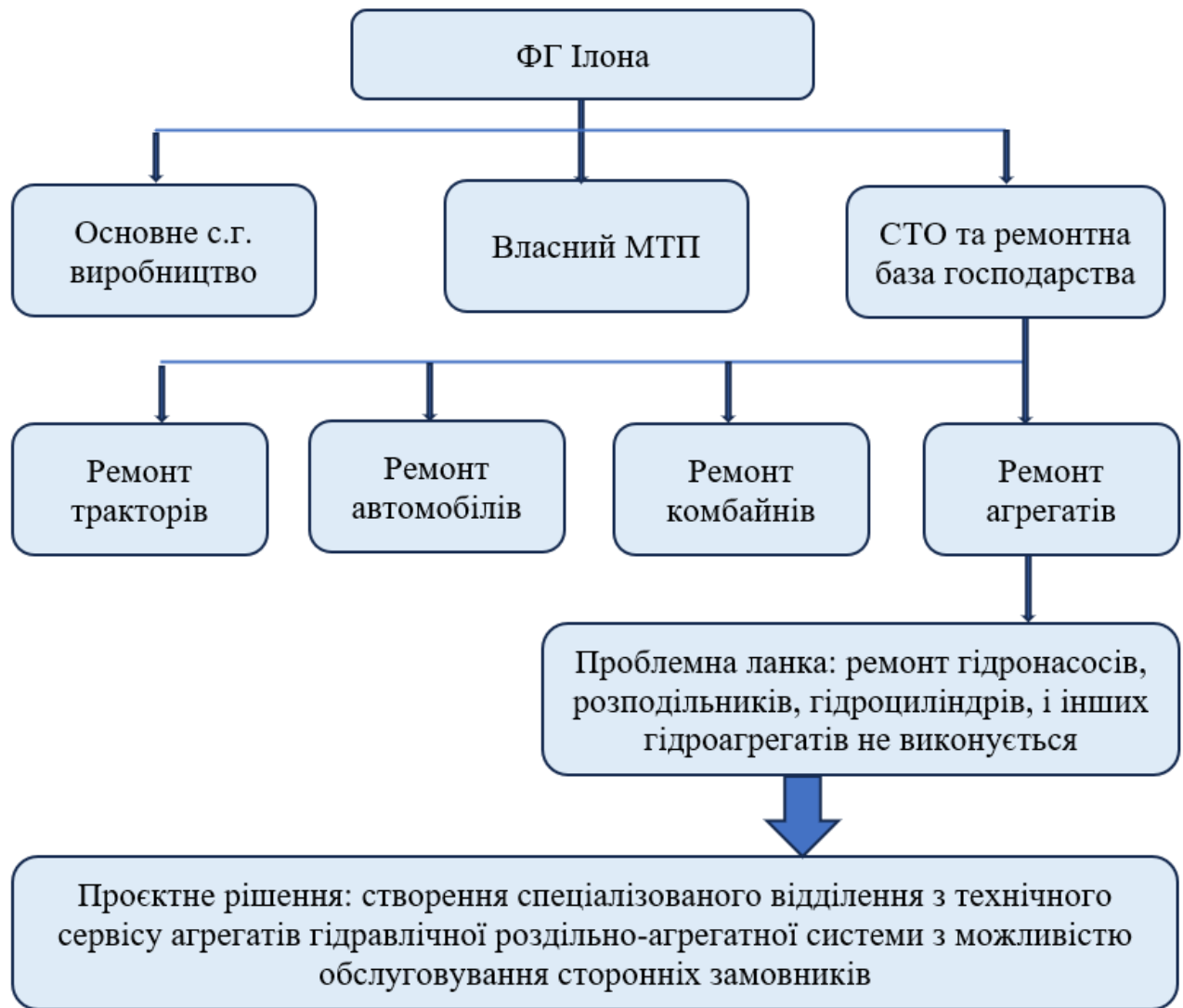


Рисунок 1.1 – Узагальнена схема виробничо-сервісної діяльності ФГ «Ілона» та проблемної ланки ремонту гідроагрегатів

1.3. Аналіз ремонтно-обслуговуючої бази господарства

Ремонтно-обслуговуюча база ФГ «Ілона» сформована з урахуванням потреб власного машинно-тракторного парку та надання окремих послуг стороннім замовникам. У господарстві виконують поточний ремонт тракторів, автомобілів, комбайнів, заміну вузлів, розбирально-складальні роботи, зварювальні операції, прості механічні та слюсарні роботи. Наявність СТО є важливою перевагою, оскільки вона дозволяє не створювати сервісну інфраструктуру з нуля, а розвивати вже існуючий виробничий напрям.

Матеріальна база господарства включає слюсарні верстаки, токарно-гвинторізний і свердлильний верстати, заточувальне обладнання, зварювальний пост, підймальні засоби та інше ремонтне оснащення. Таке обладнання достатнє для виконання значної частини загальноремонтних операцій, однак його недостатньо для повноцінного ремонту гідроагрегатів, оскільки цей напрям потребує окремих робочих постів, чистоти складання, діагностичного стенда та спеціального інструменту.

На практиці гідроагрегати, які вийшли з ладу, знімають з машини та передають на спеціалізований ремонт. Такий підхід має декілька недоліків: збільшується тривалість простою техніки, виникають витрати на транспортування, ускладнюється контроль якості виконаних робіт, а при повторній відмові агрегат необхідно знову демонтувати та відправляти на гарантійне усунення несправності. Для господарства, яке саме надає ремонтні послуги, така ситуація є організаційно та економічно не вигідною.

Особливо гостро проблема проявляється у період сезонного навантаження, коли одночасно працює значна кількість тракторів, агрегатів і комбайнів. Вихід з ладу гідронасоса або гідророзподільника може зупинити машину на декілька діб, тоді як наявність власного відділення дозволила б виконати дефектування, заміну ущільнень, складання та контрольні випробування без відправлення агрегату до віддаленого сервісного центру.

Таблиця 1.3 - Оцінка можливостей наявної ремонтної бази ФГ «Ілона»

Напрямок робіт	Наявний стан	Необхідне удосконалення
Ремонт тракторів, автомобілів і комбайнів	Виконуються розбирально-складальні, слюсарні та зварювальні роботи	Поліпшити оснащення робочих постів та скоротити передачу агрегатів на сторонній ремонт
Механічна обробка	Є токарний, свердлильний і заточувальний верстати	Підібрати інструмент та пристосування для деталей гідроагрегатів

Підіймально-транспортні роботи	Використовуються наявні підйомні засоби для зняття важких вузлів	Передбачити зручне переміщення агрегатів між постами відділення
Ремонт гідравліки	Виконуються лише прості операції без повного стендового контролю	Створити спеціалізоване відділення з чистим постом складання, діагностуванням і випробуванням

Отже, наявна ремонтна база дозволяє виконувати значний обсяг загальнотехнічних робіт, але не забезпечує повного технологічного циклу ремонту гідравлічних агрегатів. Саме тому створення окремого відділення доцільно розглядати не як ізольовану модернізацію, а як логічне розширення вже існуючої СТО господарства.

1.4. Оцінка потреби у сервісі гідроагрегатів у господарстві та навколишніх населених пунктах

Особливістю розміщення ФГ «Ілона» є те, що в межах господарства та поблизу навколишніх сіл відсутня спеціалізована ремонтна база, яка могла б виконувати якісний ремонт агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Найближчим напрямом для такого ремонту є м. Дніпро, що суттєво збільшує час відновлення агрегатів і робить ремонт менш зручним для невеликих фермерських господарств.

Для аграрних підприємств така ситуація є небажаною. Переважна частина відмов гідросистем виникає під час активного використання техніки, коли машина потрібна щоденно. Навіть порівняно невелика несправність, наприклад підтікання гідроциліндра або зниження продуктивності насоса, може призвести до неможливості використання навісного обладнання, погіршення якості операції або повної зупинки агрегату.

Відсутність місцевого сервісу має негативні наслідки не тільки для ФГ «Ілона», а й для господарств навколишніх населених пунктів. Власники тракторів і комбайнів змушені або самостійно виконувати неповний ремонт без спеціального контролю, або витратити час і кошти на відправлення агрегатів до віддалених майстерень. У результаті збільшується тривалість простою, погіршується планування польових робіт, а якість ремонту не завжди може бути оперативно перевірена на місці.

Створення у ФГ «Ілона» спеціалізованого відділення з ремонту гідроагрегатів дозволить вирішити цю проблему. Для власного машинно-тракторного парку це означатиме скорочення простоїв і можливість швидкого реагування на відмови. Для СТО господарства це відкриє додаткове джерело надходження коштів за рахунок обслуговування сторонніх замовників. Для навколишніх фермерських господарств така дільниця стане доступнішою альтернативою поїздкам до віддалених сервісних центрів.

Таблиця 1.4 - Наслідки відсутності місцевого ремонту гідроагрегатів та очікуваний ефект від створення відділення

Проблема існуючої організації ремонту	Негативний прояв	Очікуваний результат після створення відділення
Відправлення агрегатів до віддаленого сервісу	Збільшення тривалості простою техніки	Скорочення часу діагностування та ремонту
Відсутність повного контролю якості ремонту	Повторні відмови, додаткові демонтажні роботи	Випробування агрегату перед встановленням на машину
Додаткові транспортні витрати	Зростання собівартості ремонту	Зменшення витрат на логістику
Немає спеціалізованої послуги для сусідніх господарств	Втрата потенційного ринку сервісних робіт	Отримання додаткового прибутку від сторонніх замовників

Неможливість швидкої допомоги у сезон робіт	Порушення строків виконання технологічних операцій	Оперативне відновлення працездатності гідросистем
---	--	---



Рисунок 1.2 – Порівняння існуючої та проектної схеми організації ремонту гідроагрегатів

Запропонована схема дозволяє змінити саму логіку організації сервісу: замість очікування результату стороннього ремонту господарство отримує можливість самостійно виконувати діагностування, дефектування, ремонт і перевірку гідроагрегатів. Це підвищує керованість ремонтного процесу, створює

умови для контролю якості та формує новий комерційний напрям діяльності СТО.

1.5. Обґрунтування теми, мета та задачі дипломного проєкту

Проведений аналіз показує, що ФГ «Ілона» має достатні передумови для створення відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Господарство експлуатує власний машинно-тракторний парк, має СТО, виконує ремонт тракторів, автомобілів, комбайнів і окремих агрегатів, але не забезпечує повний ремонт гідравлічних вузлів. Водночас саме гідравліка є одним із найбільш відповідальних елементів сучасної сільськогосподарської техніки.

Наявність поблизу потенційних замовників у навколишніх селах і відсутність місцевої спеціалізованої майстерні з ремонту гідроагрегатів створюють виробничу та економічну доцільність реалізації такого проєкту. У результаті господарство може не тільки зменшити власні витрати на ремонт, а й отримувати додаткові кошти за рахунок надання сервісних послуг стороннім клієнтам.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності ремонтно-обслуговуючої діяльності ФГ «Ілона» шляхом проєктування відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи, яке забезпечить ремонт власної техніки господарства та надання послуг стороннім замовникам.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати виробничу діяльність ФГ «Ілона», стан машинно-тракторного парку та ремонтно-обслуговуючої бази;
- визначити основні недоліки існуючої організації ремонту гідравлічних агрегатів;
- обґрунтувати доцільність створення спеціалізованого відділення з ремонту агрегатів роздільно-агрегатної гідравлічної системи;

- сформувати перелік робіт, які доцільно виконувати у новому відділенні, з урахуванням потреб власного господарства та сторонніх замовників;
- розрахувати виробничу програму, трудомісткість робіт, кількість працівників, обладнання та площу відділення;
- підібрати технологічне обладнання, пристрої, інструмент і засоби контролю для діагностування, ремонту та випробування гідроагрегатів;
- розробити конструктивне рішення засобу технічного оснащення для виконання робіт з гідравлічними агрегатами;
- обґрунтувати заходи з охорони праці та виконати техніко-економічну оцінку ефективності проєкту.

Отже, тема дипломного проєкту є актуальною для умов ФГ «Ілона», оскільки поєднує виробничу потребу господарства у скороченні простоїв техніки з можливістю розвитку прибуткового напрямку сервісної діяльності. Створення відділення з технічного сервісу гідроагрегатів дозволить підвищити якість ремонту, зменшити залежність від віддалених сервісних підприємств і розширити перелік послуг СТО господарства.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ГІДРОАГРЕГАТІВ

У другому розділі обґрунтовано виробничу програму проектного відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи, визначено трудомісткість робіт, кількість працівників, склад основного обладнання та площу виробничого приміщення. Розрахунки виконано з урахуванням того, що ФГ «Ілона» має власну СТО, обслуговує трактори, автомобілі, комбайни та окремі агрегати, але не має спеціалізованої дільниці з ремонту гідравлічних насосів, гідророзподільників і гідроциліндрів.

Створення такого відділення доцільне не лише для забезпечення потреб власного машинно-тракторного парку, а й для надання послуг стороннім замовникам із навколишніх населених пунктів. Наявність місцевої ремонтної бази дозволить скоротити простої техніки в напружені агротехнічні періоди, зменшити витрати на транспортування агрегатів до м. Дніпро та сформувати для господарства додаткове джерело доходу.

2.1. Розробка технологічного процесу ремонту гідроагрегатів

Агрегати роздільно-агрегатної гідравлічної системи тракторів працюють у складних умовах: за підвищених тисків робочої рідини, змінних навантажень, забруднення масла продуктами зношування та пилом, а також за значної кількості циклів спрацювання протягом робочої зміни. До основних вузлів, що підлягають ремонту у проектованому відділенні, належать шестеренні насоси типу НШ, гідророзподільники та силові гідроциліндри.

Технологічний процес у відділенні пропонується будувати за потоково-постовим принципом. Кожен агрегат проходить приймання, очищення, діагностування, розбирання, дефектацію, відновлення або заміну деталей, складання, обкатку, випробування і видачу замовнику. Така побудова робіт

забезпечує послідовний контроль якості й дає змогу уникнути випадків, коли агрегат після ремонту повторно повертається через неусунену причину відмови.

Загальну послідовність ремонту гідроагрегатів наведено на рис. 2.1.

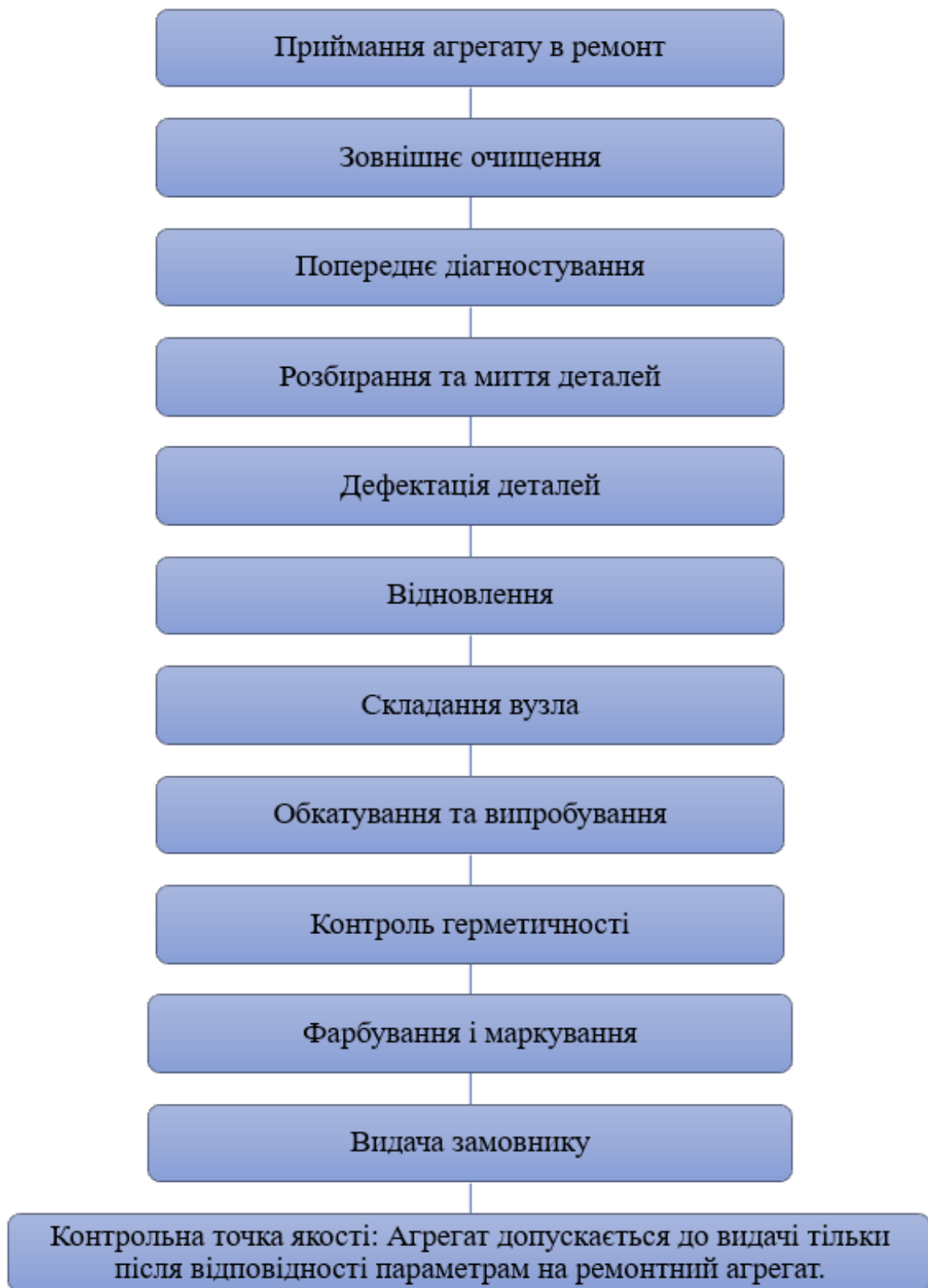


Рисунок 2.1 – Загальна послідовність ремонту гідроагрегатів у проектованому відділенні

2.1.1. Технологічний процес ремонту шестеренних насосів

У більшості тракторних гідроприводів застосовують шестеренні насоси типу НШ. Їх маркування вказує на конструктивний тип насоса та його теоретичну подачу за один оберт шестерень. Додаткові позначення характеризують виконання, робочий тиск і напрям обертання ведучої шестерні. Під час приймання агрегату в ремонт обов'язково уточнюють марку насоса, напрям обертання, наявність зовнішніх пошкоджень, стан привідного вала та сліди витікання масла.

Найбільш поширеними несправностями насосів НШ є зниження подачі внаслідок зношування колодязів корпусу, торцевих поверхонь шестерень і платиків, спрацювання цапф, порушення герметичності манжет та пошкодження різьбових отворів. В окремих випадках спостерігаються заїдання шестерень, підвищене нагрівання корпусу, шум під час роботи та підсмоктування повітря через зношені ущільнення.

Розбирання насоса потрібно виконувати на спеціальному пристосуванні із застосуванням знімачів і ключів, що не пошкоджують точні поверхні деталей. Удари металевим інструментом по корпусу, втулках або шестернях не допускаються, оскільки навіть незначні забоїни можуть порушити герметичність, збільшити внутрішні перетікання і спричинити повторну відмову насоса.

Після розбирання деталі промивають, продувають стисненим повітрям і подають на дефектацію. Особливу увагу звертають на стан колодязів корпусу, цапф шестерень, торців зубчастих коліс, підшипникових втулок, ущільнювальних поверхонь і різьбових з'єднань. Деталі, що працюють у парі, не слід розкомплектовувати без необхідності, оскільки їх взаємне припрацювання впливає на герметичність і стабільність подачі.

При незначному зношуванні робочих поверхонь застосовують шліфування, доведення та підбір деталей за розмірними групами. Якщо зношування корпусу є значним, доцільним є відновлення посадочних поверхонь

шляхом механічної обробки під ремонтний розмір або встановлення компенсаційних втулок. Для насосів окремих типорозмірів ефективним є використання ексцентричних втулок, що дає змогу відновити розділення всмоктувальної та нагнітальної порожнин.

Складання насоса виконують тільки після повного очищення деталей. Поверхні тертя змащують чистим гідравлічним маслом. Під час складання контролюють правильність розташування ведучої шестерні залежно від напрямку обертання, положення манжет, ущільнень і компенсаційних елементів. Зібраний насос повинен вільно провертатися від руки без заїдань та різкого збільшення моменту опору.

Завершальною операцією є стендова обкатка і випробування. Під час обкатки контролюють нагрівання корпусу, шумність роботи, наявність піни у баку стенда, герметичність з'єднань і стабільність подачі. Після ремонту коефіцієнт подачі насоса повинен бути не нижчим від прийнятого нормативного значення. Якщо після заміни ущільнень і регулювання подача залишається недостатньою, насос підлягає повному розбиранню та відновленню робочих поверхонь.

2.1.2. Технологічний процес ремонту гідроциліндрів

Гідроциліндри тракторів і сільськогосподарських машин перетворюють енергію робочої рідини у поступальний рух штока. У навісних і причіпних машинах найчастіше застосовують циліндри двосторонньої дії, а в окремих мобільних машинах використовують плунжерні або телескопічні циліндри. Основними параметрами циліндра є внутрішній діаметр гільзи, хід поршня, виконання за тиском і тип кріплення.

Циліндр направляють у ремонт при зовнішньому підтіканні масла, самовільному опусканні робочого органу, зниженні швидкості переміщення штока, наявності задирів на хромованій поверхні, вигині штока або пошкодженні різьбових і пальцевих з'єднань. На етапі приймання перевіряють стан вушок,

різб, штуцерів, ущільнювальних вузлів, а також наявність механічних пошкоджень гільзи.

Під час розбирання гідроциліндра необхідно уникати пошкодження хромованої поверхні штока. Шток із незначним зношуванням шліфують до усунення дефектного шару, після чого відновлюють покриття хромуванням і поліруванням до потрібної шорсткості. Якщо вигин штока перевищує допустиме значення, його виправляють на пресі в холодному стані або вибраковують.

У передніх кришках найчастіше спрацьовується отвір під шток і посадочні місця ущільнень. Такі дефекти усувають розточуванням отвору, запресуванням бронзової втулки та остаточною обробкою під необхідний зазор. За наявності пошкоджених різбових отворів їх відновлюють нарізанням ремонтної різби або встановленням різбових вставок.

Внутрішня поверхня гільзи циліндра зазвичай зношується менш інтенсивно, однак за наявності задирів або значного збільшення діаметра її шліфують. Якщо після механічної обробки діаметр виходить за допустимі межі, відновлення виконують нанесенням шару металу з подальшим шліфуванням до номінального або ремонтного розміру.

Перед складанням усі ущільнення замінюють новими. Забороняється встановлювати кільця зі зрізами, перекручуванням, слідами старіння або втратою еластичності. Гайки, шпильки і болти затягують рівномірно, не допускаючи перекосу кришок. Після складання шток повинен переміщатися по всій довжині ходу плавно, без ривків і заїдань.

Випробування гідроциліндра проводять на стенді з використанням справного насоса та розподільника. Спочатку циліндр кілька разів переміщують без навантаження для видалення повітря і заповнення порожнин маслом. Після цього перевіряють герметичність під робочим тиском, плавність ходу, відсутність зовнішніх витікань і внутрішніх перетікань через поршневе ущільнення.

2.1.3. Особливості ремонту гідророзподільників

Гідророзподільник є одним із найскладніших агрегатів тракторної гідравлічної системи, оскільки містить прецизійні золотникові пари, клапанні механізми, ущільнення та канали керування потоком робочої рідини. Саме тому ремонт розподільника доцільно починати зі стендового діагностування, яке дозволяє визначити характер несправності до повного розбирання агрегату.

Типовими несправностями гідророзподільників є заїдання золотників, підтікання через ущільнення, забруднення каналів, порушення роботи перепускного або запобіжного клапана, зношування посадочних поверхонь і зниження герметичності золотникових пар. Частина таких дефектів не виявляється зовнішнім оглядом, тому після ремонту необхідне повторне випробування на стенді.

Після розбирання корпус і деталі розподільника промивають у ванні, продувають стисненим повітрям, перевіряють чистоту каналів та відсутність задирів. Золотники і корпусні отвори не можна обробляти грубим абразивним інструментом, оскільки це змінює зазори у прецизійних парах. При значному зношуванні золотникової пари агрегат доцільно комплектувати справною парою або замінювати відповідний вузол.

Складання розподільника виконують у чистій зоні робочого місця. Усі ущільнювальні кільця змінюють, пружини і клапани перевіряють за станом робочих поверхонь та пружністю. Після складання розподільник випробовують на герметичність, чіткість перемикання золотників, спрацювання клапанів і стабільність тиску.

2.2. Визначення виробничої програми робіт відділення

Річна програма ремонту формується з урахуванням двох джерел надходження агрегатів: власного машинно-тракторного парку ФГ «Ілона» та замовлень від сторонніх господарств, розташованих у навколишніх селах.

Оскільки в зоні обслуговування відсутня спеціалізована майстерня з ремонту гідравлічних агрегатів, проектоване відділення може зайняти вільну нішу місцевого сервісного ринку.

Для попереднього визначення потреби у ремонті використаємо розрахункову залежність, яка враховує кількість машин у зоні обслуговування, їх середнє річне напрацювання, нормативну потребу в агрегатах і поправки на вік техніки та умови експлуатації:

$$N_i = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot N_{hi} \cdot W_r \cdot n}{100 \cdot W_e}, \text{ од.} \quad (2.1)$$

де N_i – розрахункова кількість агрегатів і-го виду, що потребують ремонту за рік, од.;

γ – коефіцієнт, який враховує середній вік машин;

β – поправний коефіцієнт умов експлуатації;

N_{hi} – нормативна потреба в агрегатах на 100 машин;

W_r – середнє річне напрацювання трактора;

n – кількість машин у зоні обслуговування;

W_e – еталонне напрацювання трактора.

У розрахунках приймаємо: $\gamma = 1$; $\beta = 1,3$; $W_r = 850$ год; $W_e = 1000$ год; $n = 600$ машин. Нормативна потреба для гідророзподільників приймається 40 од. на 100 машин, для насосів – 45 од. на 100 машин, для гідроциліндрів – 35 од. на 100 машин.

Для гідророзподільників отримаємо:

$$N_p = \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 40 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 265 \text{ од.} \quad (2.2)$$

Для насосів річна потреба становитиме:

$$N_n = \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 45 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 298 \text{ од.} \quad (2.3)$$

Для гідроциліндрів відповідно:

$$N_{\text{ц}} = \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 35 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 232 \text{ од.} \quad (2.4)$$

Сумарна річна потреба у ремонті основних груп гідроагрегатів дорівнює:

$$N_0 = N_p + N_n + N_{\text{ц}} = 265 + 298 + 232 = 795 \text{ од.} \quad (2.5)$$

У реальних умовах експлуатації частина агрегатів виходить з ладу раптово, без планового накопичення напрацювання. Для врахування таких відмов приймаємо додатковий резерв виробничої програми на рівні 20 %. Після пропорційного розподілу цього резерву між основними групами агрегатів приймаємо: гідророзподільників – 318 од., насосів – 356 од., гідроциліндрів – 278 од.

$$N_{\text{пр}} = N_p + N_n + N_{\text{ц}} = 318 + 356 + 278 = 952 \text{ од.} \quad (2.6)$$

Отже, для подальших технологічних і економічних розрахунків річну програму проектного відділення приймаємо на рівні 952 гідроагрегати.

Таблиця 2.1 - Розрахункова річна програма ремонту гідроагрегатів

№ з/п	Вид гідроагрегату	Розрахункова потреба, од.	Резерв на раптові відмови, %	Прийнята програма, од.
1	Гідророзподільники	265	20	318
2	Шестеренні насоси типу НШ	298	20	356
3	Гідроциліндри	232	20	278
Разом	-	795	-	952

2.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт

Трудомісткість ремонту залежить від конструкції агрегату, ступеня його зношування, обсягу розбирально-складальних операцій, необхідності відновлення деталей і тривалості стендових випробувань. Для розрахунку приймаємо середні трудомісткості: для гідророзподільника – 4,0 люд.-год, для насоса – 3,5 люд.-год, для гідроциліндра – 3,2 люд.-год.

Основна трудомісткість виробничої програми визначається за виразом:

$$T_{\text{осн}} = (N_p \cdot t_p + N_n \cdot t_n + N_{\text{ц}} \cdot t_{\text{ц}}) \cdot K_{\text{пр}} \quad (2.7)$$

де $T_{\text{осн}}$ – основна річна трудомісткість ремонту, люд.-год;

N_p , N_n , $N_{\text{ц}}$ – прийнята програма ремонту відповідно розподільників, насосів і циліндрів, од.;

t_p , t_n , $t_{\text{ц}}$ – середня трудомісткість ремонту одного агрегату відповідного виду, люд.-год;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт зміни трудомісткості залежно від річної програми.

$$\begin{aligned} T_{\text{осн}} &= (318 \cdot 4,0 + 356 \cdot 3,5 + 278 \cdot 3,2) \cdot 1 \\ &= 3408 \text{ люд. – год} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Крім основних ремонтних операцій, у відділенні необхідно врахувати допоміжні роботи: обслуговування обладнання, виготовлення або ремонт простих пристроїв, відновлення окремих деталей, прибирання робочих місць, підготовку агрегатів до видачі та оформлення результатів контролю. Їх частку приймаємо 31 % від основної трудомісткості.

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{осн}} \cdot 0,31 = 3408 \cdot 0,31 = 1056 \text{ люд. – год} \quad (2.9)$$

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{дод}} = 3408 + 1056 = 4464 \text{ люд. – год} \quad (2.10)$$

Таким чином, сумарна річна трудомісткість робіт відділення з технічного сервісу гідроагрегатів становить 4464 люд.-год.

Таблиця 2.2 - Розподіл трудомісткості ремонтних робіт

№	Вид робіт	Програма, од.	Трудомісткість одиниці, люд.-год	Річна трудомісткість, люд.-год
1	Ремонт гідророзподільників	318	4,0	1272
2	Ремонт насосів	356	3,5	1246
3	Ремонт гідроциліндрів	278	3,2	890
4	Додаткові та допоміжні роботи	-	-	1056
Разом	-	952	-	4464

2.4. Розрахунок виробничого відділення

2.4.1. Розрахунок кількості працівників та обґрунтування штату

Кількість основних робітників визначаємо за сумарною трудомісткістю робіт і річним фондом часу одного працівника. Для проектного відділення приймаємо номінальний річний фонд часу $\Phi_{н.р} = 2070$ год, а коефіцієнт виконання норм $K_v = 1,05$.

$$P_o = \frac{T_{\text{сум}}}{\Phi_{н.р} \cdot K_v} \quad (2.11)$$

де P_o – розрахункова кількість основних виробничих робітників, чол.;

$T_{\text{сум}}$ – сумарна річна трудомісткість робіт відділення, люд.-год;

$\Phi_{н.р}$ – номінальний річний фонд часу робітника, год;

K_v – коефіцієнт виконання норм.

$$P_o = \frac{4464}{2070 \cdot 1,05} = 2,05 \text{ чол.} \quad (2.12)$$

За результатами розрахунку приймаємо двох основних слюсарів-ремонтників гідравлічних агрегатів. Оскільки частина операцій потребує піднесення, переміщення, миття деталей, підготовки тари й допомоги під час монтажу агрегатів на стенд, доцільно передбачити одного допоміжного працівника з суміщенням функцій комірника та підсобного робітника.

$$P_{\text{моп}} = 0,05 \cdot (P_o + P_{\text{доп}}) = 0,05 \cdot (2 + 1) = 0,15 \text{ чол.} \quad (2.13)$$

$$P_{\text{шт}} = P_o + P_{\text{доп}} + P_{\text{моп}} = 2 + 1 + 0,15 = 3,15 \text{ чол.} \quad (2.14)$$

З урахуванням суміщення окремих допоміжних функцій повний штат проектового відділення приймаємо у кількості трьох працівників: два основні слюсарі-ремонтники та один допоміжний працівник.

2.4.2. Розрахунок кількості основного обладнання

Склад обладнання відділення визначається технологічною послідовністю ремонту. До основного обладнання належать мийна машина, стенд для обкатки і випробування гідроагрегатів, стенд для перевірки золотникових пар, робочі столи, стелажі, вертикально-свердлильний верстат і вантажопідіймальні засоби.

Кількість мийних машин визначаємо за масою деталей, які підлягають очищенню протягом року:

$$S_m = \frac{Q}{\Phi_{\text{д.о}} \cdot q_v \cdot r_m \cdot r_t} \quad (2.15)$$

де Q – річна маса деталей, що підлягають очищенню, кг;

$\Phi_{\text{д.о}}$ – дійсний фонд часу обладнання, год;

q_v – продуктивність мийної машини, кг/год;

rm – коефіцієнт використання за масою завантаження;

rt – коефіцієнт використання машини за часом.

$$S_m = \frac{8450}{2010 \cdot 100 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 0,11 \quad (2.16)$$

Оскільки отримане значення менше одиниці, для відділення приймаємо одну мийну машину типу ОМ-1416 або аналогічну за продуктивністю.

Кількість випробувальних стендів визначаємо за тривалістю стендового контролю одного агрегату:

$$S_{\text{вип}} = \frac{t_b \cdot C \cdot N}{\Phi_{\text{д.о}} \cdot \eta} \quad (2.17)$$

$$S_{\text{вип}} = \frac{0,3 \cdot 1,05 \cdot 952}{2010 \cdot 0,9} = 0,17 \quad (2.18)$$

За результатом розрахунку приймаємо один універсальний стенд для обкатки та випробування гідроагрегатів типу КИ-4815М або сучасний стенд аналогічного призначення.

Кількість металорізальних верстатів визначаємо за трудомісткістю верстатних робіт:

$$S_{\text{вер}} = \frac{T_b \cdot K_H}{\Phi_{\text{д.о}} \cdot \eta_b} \quad (2.19)$$

$$S_{\text{вер}} = \frac{520 \cdot 1,3}{2030 \cdot 0,86} = 0,39 \quad (2.20)$$

Для виконання свердлильних, розточувальних, калібрувальних і допоміжних операцій приймаємо один вертикально-свердлильний верстат 2Н135 або близький за технічними характеристиками.

Таблиця 2.3 - Відомість основного та допоміжного обладнання відділення

Позиція	Найменування поста або обладнання	Тип, марка	Кількість	Габаритні розміри, мм
I	Пост приймання, очищення та дефектації	-	-	-
1	Машина для очищення деталей	ОМ-1416 або аналог	1	4500×1200
2	Стіл приймальний	ОРГ-15410-70	1	1400×800
3	Стіл дефектувальника	ОРГ-15410-80	1	2000×750
4	Стелаж для деталей	5210-02	1	900×800
II	Комплектувальний пост	-	-	-
5	Стіл комплектувальника	ОРГ-15410-80	1	2000×800
6	Стенд для перевірки герметичності золотникових пар	МЗТ-4310 або аналог	1	1000×800
III	Пост розбирання і складання	-	-	-
7	Стіл робочий слюсарний	ОРГ-1510-80	3	1800×750
8	Верстат вертикально-свердильний	2Н135	1	1050×800
IV	Пост обкатки та випробування	-	-	-
9	Стенд для випробування гідроагрегатів	КИ-4815М або аналог	1	1800×800
10	Кран-укосина	Q = 1,0 т; L = 2,5 м	2	-

2.4.3. Визначення площі відділення та його планування

Площа відділення визначається з урахуванням площі, зайнятої обладнанням, робочих зон біля постів, проходів для переміщення агрегатів, місць тимчасового зберігання деталей і вимог безпечної організації робіт.

$$F_{min} = F_{об} \cdot K_{п} \quad (2.21)$$

де F_{min} – мінімальна технологічна площа відділення, m^2 ;

$F_{об}$ – площа, зайнята обладнанням, m^2 ;

$K_{п}$ – коефіцієнт, що враховує проходи, робочі зони і місця короткочасного зберігання агрегатів.

$$F_{min} = 17 \cdot 3,5 = 59,5 \text{ м}^2 \quad (2.22)$$

Мінімальна розрахункова площа становить близько 60 м^2 . Для забезпечення зручного розміщення постів, можливості встановлення кран-укосини, безпечного переміщення агрегатів і подальшого нарощування обсягів робіт приймаємо планувальний розмір відділення $12 \times 6 \text{ м}$, тобто 72 м^2 .

Орієнтовну схему розміщення постів у відділенні наведено на рис. 2.2. При остаточному виконанні графічної частини цю схему можна деталізувати з нанесенням обладнання за позиціями таблиці 2.3.

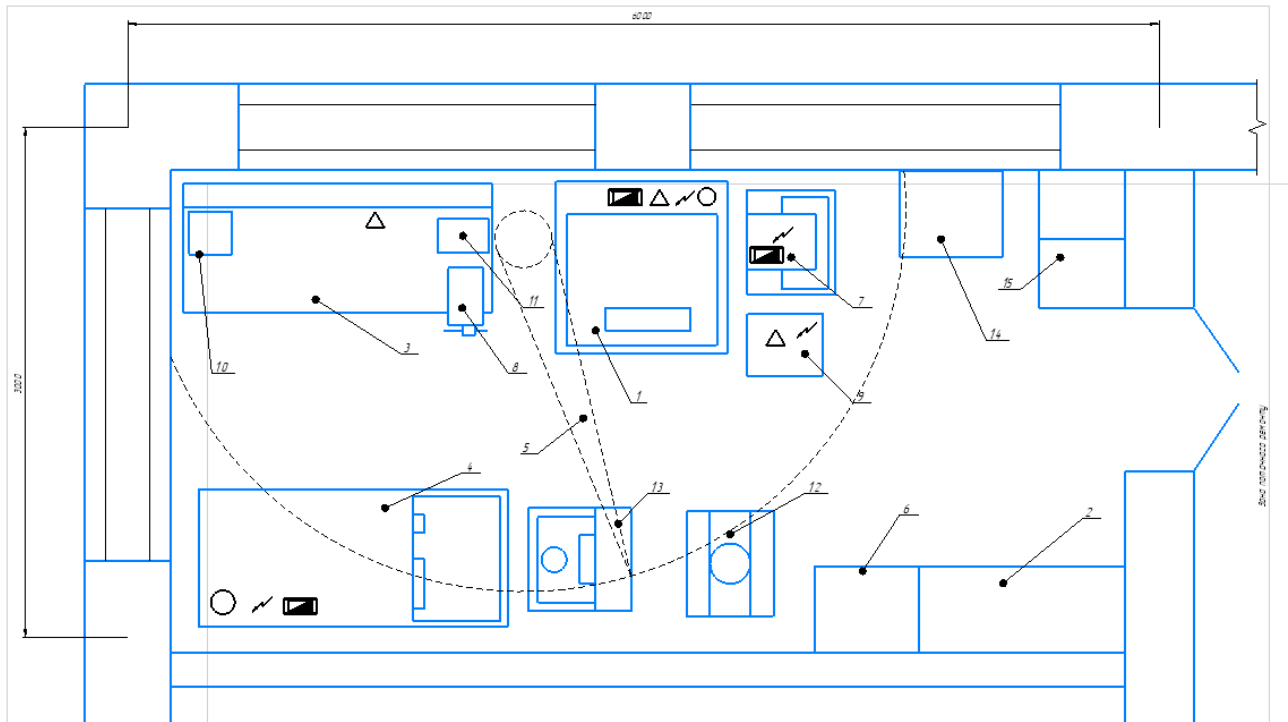


Рисунок 2.2 – Орієнтовна схема планування відділення з ремонту гідроагрегатів

2.5. Заходи з організації робіт на дільниці

Ефективність проектного відділення залежить не лише від наявності обладнання, а й від правильної організації виробничого процесу. Для умов ФГ «Ілона» важливо забезпечити швидке приймання агрегатів, чіткий облік замовлень, контроль причини відмови, своєчасне комплектування запасними частинами та обов'язкове стендове випробування після ремонту.

На дільниці доцільно впровадити такі організаційні заходи:

- вести журнал приймання гідроагрегатів із зазначенням марки машини, виду агрегату, характеру несправності та даних замовника;
- перед розбиранням виконувати зовнішнє очищення і попереднє діагностування, щоб не виконувати зайвих операцій;
- розділити робочі місця на зони приймання, дефектації, комплектування, складання та випробування;
- забезпечити окреме зберігання придатних, відновлюваних і вибракуваних деталей;

– після ремонту оформлювати результати випробування, що підвищує довіру сторонніх замовників до СТО господарства.

2.5.1. Розрахунок основних параметрів виробничого процесу

До основних параметрів організації ремонтного виробництва належать такт ремонту, тривалість перебування агрегату в ремонті та фронт ремонту. Такт показує, через який проміжок часу за рівномірного завантаження відділення має надходити або виходити з ремонту черговий агрегат.

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{п}}}{N} \quad (2.23)$$

де τ – такт ремонту, год;

$\Phi_{\text{п}}$ – річний фонд часу підприємства, год;

N – прийнята річна програма ремонту, од.

$$\tau = \frac{2070}{952} = 2,17 \text{ год} \quad (2.24)$$

Отже, за рівномірного завантаження відділення один агрегат повинен завершувати ремонт у середньому через 2,17 год. На практиці частина операцій виконується паралельно, тому агрегати можуть одночасно перебувати на різних постах: один – на діагностуванні, другий – у розбиранні, третій – на складанні або випробуванні.

Фронт ремонту визначає кількість агрегатів, які одночасно перебувають у виробничому процесі:

$$f = \frac{t_{\text{р}}}{\tau} \quad (2.25)$$

де f – фронт ремонту, од.;

$t_{\text{р}}$ – середня тривалість перебування агрегату в ремонті, год.

$$f = \frac{1,5}{2,17} = 0,69 \quad (2.26)$$

Розрахункове значення фронту менше одиниці, тому для поточної програми достатньо одного основного потоку ремонту з можливістю одночасного виконання окремих допоміжних операцій. Разом з тим у періоди сезонного навантаження доцільно мати резерв робочих місць і тари для тимчасового накопичення агрегатів.

2.6. Розробка карти послідовності визначення технічного стану агрегатів

Оскільки проектоване відділення повинне працювати не тільки для власного господарства, а й для сторонніх замовників, важливим є впровадження чіткої карти діагностування. Вона дає змогу швидко встановити причину несправності, визначити обсяг ремонту та попередньо погодити із замовником вартість робіт.

Найскладнішим об'єктом діагностування є гідророзподільник, бо в ньому поєднані прецизійні золотникові пари, клапани, пружини та канали керування. Неправильне визначення дефекту призводить до повторного ремонту або повної заміни агрегату. Схему діагностування гідроагрегату наведено на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема визначення технічного стану гідроагрегату

Таблиця 2.4 - Карта послідовності діагностування гідроагрегатів

№	Етап діагностування	Що перевіряється	Рішення за результатом контролю
1	Приймання агрегату	Марка, комплектність, зовнішні пошкодження, характер відмови	Оформлення замовлення та попередній висновок
2	Зовнішнє очищення	Наявність витікань, тріщин, пошкоджень штуцерів і різьб	Направлення на стенд або розбирання
3	Стендова перевірка	Подача, тиск, герметичність, плавність роботи	Визначення потреби в повному ремонті

4	Розбирання та дефектація	Зношування пар тертя, ущільнення, клапани, канали	Комплектування деталями або вибракування
5	Контроль після складання	Працездатність під навантаженням, герметичність, нагрівання	Видача агрегату замовнику

2.7. Проектування технологічного процесу відновлення корпусу насоса НШ-32А

2.7.1. Опис конструкції деталі та характеристика основних дефектів

Корпус насоса НШ-32А є базовою деталлю агрегату. У ньому розміщені колодязі під шестерні, канали всмоктування і нагнітання, посадочні місця під кришки та ущільнення, а також різьбові отвори для кріплення. Якість відновлення корпусу безпосередньо впливає на подачу насоса, величину внутрішніх перетікань і ресурс агрегату після ремонту.

Основними дефектами корпусу є зношування або змінання різьбових отворів, пошкодження посадочної поверхні під манжету радіального ущільнення, задири в зоні роботи шестерень і порушення геометрії колодязів. У межах даного проекту розглядаємо дефекти, наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Характерні дефекти корпусу насоса НШ-32А

№ дефекту	Найменування дефекту	Можливий вплив на роботу насоса
1	Зношування або змінання різьби	Порушення кріплення кришки, зниження герметичності з'єднання
2	Зношування поверхні під манжету радіального ущільнення	Підтікання масла, підсмоктування повітря, зниження подачі насоса

2.7.2. Вибір раціонального способу відновлення корпусу

Вибір способу відновлення виконують за трьома групами критеріїв: технологічним, технічним і техніко-економічним. Технологічний критерій визначає можливість застосування способу з урахуванням матеріалу, форми й розмірів деталі. Технічний критерій характеризує довговічність відновленої поверхні, а техніко-економічний дає змогу порівняти витрати на різні способи ремонту.

Для посадочного місця під манжету розглядаємо аргонно-дугове наплавлення з подальшою механічною обробкою та обробку під ремонтний розмір. Для пошкодженої різьби доцільно порівняти калібрування різьби мітчиком і наплавлення з подальшим нарізанням різьби.

Коефіцієнт довговічності відновленої поверхні визначаємо за виразом:

$$K_d = K_i \cdot K_v \cdot K_c \cdot K_p \quad (2.27)$$

де K_i , K_v , K_c – відповідно коефіцієнти зносостійкості, витривалості та зчеплення покриття з основним металом;

K_p – поправний коефіцієнт, що враховує фактичну працездатність відновленої деталі в експлуатації.

$$K_{d1} = 1,0 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,50 \quad (2.28)$$

$$K_{d2} = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,38 \quad (2.29)$$

За технічним критерієм для відновлення посадочного місця під манжету перевагу має аргонно-дугове наплавлення, оскільки його коефіцієнт довговічності більший. Для різьби більшим коефіцієнтом довговічності характеризується калібрування, якщо пошкодження не перевищує допустимих меж.

Техніко-економічний коефіцієнт визначаємо як відношення вартості відновлення до коефіцієнта довговічності:

$$K_T = \frac{C_B}{K_D} \quad (2.30)$$

$$K_{T1} = \frac{52}{0,50} = 104 \text{ грн/м}^2 \quad (2.31)$$

$$K_{T2} = \frac{66,2}{0,38} = 174,2 \text{ грн/м}^2 \quad (2.32)$$

Порівняння показує, що для відновлення посадочного місця під манжету раціональним є аргонно-дугове наплавлення з наступною механічною обробкою. Для різьбового отвору за умови незначного зминання доцільно застосувати калібрування мітчиком, оскільки цей спосіб потребує менше часу й не призводить до зайвого термічного впливу на корпус.

Таблиця 2.6 - Вибір способів відновлення дефектів корпусу

№	Дефект	Можливий спосіб відновлення	Коефіцієнт довговічності	Прийняте рішення
1	Зношування поверхні під манжету	Аргонно-дугове наплавлення	0,50	Прийняти
1	Зношування поверхні під манжету	Обробка під ремонтний розмір	0,38	Не приймати
2	Зминання різьби	Калібрування мітчиком	0,63	Прийняти
2	Зминання різьби	Наплавлення з нарізанням	0,34	Не приймати

2.7.3. Складання технологічного плану операцій

На основі прийнятих способів відновлення складаємо маршрут відновлення корпусу насоса НШ-32А. Операції розміщуємо у такій послідовності, щоб спочатку усунути дефекти, пов'язані з наплавленням, а потім виконати механічну обробку й остаточний контроль розмірів.

Таблиця 2.7 - Маршрут відновлення корпусу насоса НШ-32А

Операція	Найменування	Зміст робіт	Обладнання та оснащення
005	Зварювальна	Наплавити зношене посадочне місце під манжету	Зварювальний пост, випрямляч, захисна маска, щітка, штангенциркуль
010	Розточувальна	Обробити наплавлену поверхню до ремонтного або номінального розміру	Вертикально-фрезерний або розточувальний верстат, оправка, нутромір
015	Свердлильна	Виконати калібрування різьби М10×1,5 на глибину 16 мм	Вертикально-свердлильний верстат, патрон, мітчик, калібр-пробка
020	Контрольна	Перевірити розміри та якість відновлених поверхонь	Мікрометр, нутромір, калібр-пробка, контрольний шаблон

2.7.4. Вибір параметрів режимів відновлення та розрахунок норм часу

Для нормування технологічного процесу визначаємо основний, допоміжний, додатковий і підготовчо-заклучний час за кожною операцією.

Розрахунок наведено для основних операцій маршруту відновлення корпусу насоса НШ-32А.

Для зварювальної операції основний час визначаємо за масою наплавленого металу і продуктивністю наплавлення:

$$T_o = \frac{G}{V_H} \quad (2.33)$$

Масу наплавленого металу визначаємо за геометричними параметрами шва:

$$G = L \cdot F \cdot \rho \cdot i \quad (2.34)$$

$$F = b \cdot h \quad (2.35)$$

$$F = 0,8 \cdot 0,45 = 0,36 \text{ см}^2 \quad (2.36)$$

$$G = 11 \cdot 0,36 \cdot 7,8 \cdot 8 = 248 \text{ г} \quad (2.37)$$

З урахуванням сили зварювального струму, коефіцієнта наплавлення, довжини шва та положення деталі в просторі основний час зварювальної операції становить:

$$T_o = \frac{G}{\alpha \cdot I} \cdot K_{дш} \cdot K_{пп} \quad (2.38)$$

$$T_o = \frac{248}{8 \cdot 240} \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 60 = 12,1 \text{ хв} \quad (2.39)$$

Допоміжний час на установлення, повертання деталі та переміщення виконавця приймаємо 0,7 хв. Оперативний час становить 12,8 хв. Додатковий час приймаємо 15 % від оперативного часу:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot 15}{100} = \frac{12,8 \cdot 15}{100} = 1,92 \text{ хв} \quad (2.40)$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за процентним відношенням до оперативного часу:

$$T_{пз} = \frac{T_{оп} \cdot K_{пз}}{100} \quad (2.41)$$

$$T_{пз} = \frac{12,8 \cdot 2}{100} = 0,25 \text{ хв} \quad (2.42)$$

Норма часу на зварювальну операцію становить:

$$T_{н005} = 12,1 + 0,7 + 1,92 + 0,25 = 14,97 \text{ хв} \quad (2.43)$$

Для розточувальної операції частоту обертання шпинделя визначаємо за швидкістю різання та діаметром оброблюваної поверхні:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.44)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 88,4}{3,14 \cdot 58} = 486,3 \text{ об/хв} \quad (2.45)$$

За паспортними даними верстата приймаємо $n = 460$ об/хв. Основний час переходу визначаємо за довжиною обробки, подачею та частотою обертання:

$$T_o = \frac{(L + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} \quad (2.46)$$

Після виконання всіх переходів розточувальної операції отримано: основний час 0,85 хв, допоміжний час 1,5 хв, додатковий час 0,20 хв, підготовчо-заклучний час 9 хв. Тоді норма часу становить:

$$T_{н010} = 0,85 + 1,5 + 0,20 + 9 = 11,55 \text{ хв} \quad (2.47)$$

Для свердлильної операції, пов'язаної з калібруванням різьби М10×1,5, основний час приймаємо 1,75 хв, допоміжний час – 0,5 хв, додатковий час – 0,19 хв, підготовчо-заклучний час – 9 хв. Норма часу становить:

$$T_{\text{н015}} = 1,75 + 0,5 + 0,19 + 9 = 11,44 \text{ хв} \quad (2.48)$$

Контрольна операція виконується після завершення відновлення і перед передаванням деталі на складання насоса. За нормативом для контролю розмірів, якості поверхні та різьби приймаємо 2,0 хв.

$$T_{\text{нз}} = T_{005} + T_{010} + T_{015} + T_{020} \quad (2.49)$$

$$T_{\text{нз}} = 14,97 + 11,55 + 11,44 + 2,0 = 39,96 \text{ хв} \quad (2.50)$$

Таблиця 2.8 - Норми часу на відновлення корпусу насоса НШ-32А

Операція	Найменування	Основний час, хв	Норма часу, хв	Примітка
005	Зварювальна	12,1	14,97	Наплавлення посадочного місця
010	Розточувальна	0,85	11,55	Обробка відновленої поверхні
015	Свердлильна	1,75	11,44	Калібрування різьби М10×1,5
020	Контрольна	-	2,00	Контроль розмірів і якості
Разом	-	-	39,96	Повний маршрут відновлення

2.8. Висновки до розділу

У другому розділі обґрунтовано технологію організації відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи в умовах

ФГ «Ілона». Показано, що створення такого підрозділу є доцільним через відсутність спеціалізованого ремонту гідравліки в господарстві та навколишніх селах, а також через можливість надання послуг стороннім замовникам.

Розраховано річну програму ремонту, яка становить 952 гідроагрегати, у тому числі 318 гідророзподільників, 356 насосів і 278 гідроциліндрів. Визначено сумарну річну трудомісткість робіт – 4464 люд.-год.

Для виконання запланованого обсягу робіт прийнято штат відділення у складі трьох працівників: двох основних слюсарів-ремонтників і одного допоміжного працівника. Підібрано основне обладнання, зокрема мийну машину, стенд для випробування гідроагрегатів, стенд контролю золотникових пар, робочі столи, стелажі, вертикально-свердлильний верстат та кран-укосину.

Мінімальна технологічна площа відділення становить близько 60 м², проте для зручного планування, безпечних проходів, розміщення постів і резерву розвитку прийнято приміщення розміром 12 × 6 м, тобто 72 м².

Розроблено технологічний маршрут відновлення корпусу насоса НШ-32А. Для посадочного місця під манжету обрано аргонно-дугове наплавлення з подальшою механічною обробкою, а для відновлення пошкодженої різьби – калібрування мітчиком. Загальна норма часу на відновлення корпусу за прийнятим маршрутом становить 39,96 хв.

3. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ РЕМОНТНО-ВИПРОБУВАЛЬНИХ РОБІТ ГІДРОАГРЕГАТІВ

3.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки

Створення у фермерському господарстві «Ілона» спеціалізованого відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи потребує не лише підбору технологічного обладнання, а й розроблення універсального засобу технічного оснащення. Це пояснюється тим, що гідравлічні насоси, розподільники та гідроциліндри мають прецизійні спряження, працюють за підвищеного тиску і після ремонту обов'язково повинні проходити контроль герметичності, плавності переміщення робочих органів та здатності утримувати заданий тиск.

У діючій ремонтній базі господарства виконуються роботи з технічного обслуговування тракторів, автомобілів, комбайнів та окремих агрегатів. Проте ремонт гідравлічних агрегатів раніше не був організований, а несправні насоси, циліндри й розподільники доводилося передавати на сторонні підприємства. Для ФГ «Ілона» це призводить до збільшення простоїв техніки, витрат на транспортування та втрати частини потенційного доходу від надання сервісних послуг сусіднім господарствам.

Проектований стенд повинен забезпечити виконання найбільш відповідальних операцій: закріплення гідроагрегату, підключення рукавів високого тиску, подачу робочої рідини, контроль тиску, перевірку герметичності та виконання окремих пресових операцій під час складання або розбирання. Важливою вимогою є універсальність конструкції, оскільки у відділення можуть надходити агрегати різних марок тракторів і сільськогосподарських машин.

Враховуючи умови фермерського господарства, стенд доцільно виконати у вигляді компактного ремонтно-випробувального робочого місця. Таке рішення дає змогу скоротити кількість окремих пристосувань, раціонально використати

площу відділення, підвищити культуру ремонту та забезпечити обов'язковий контроль якості після відновлення агрегатів гідросистеми.

3.2 Конструктивно-технологічна схема стенда

Розроблюваний стенд призначений для виконання ремонтно-складальних і випробувальних операцій з агрегатами гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Основою конструкції є зварний металевий стіл, на якому розміщуються верстатні лещата, місце для встановлення випробуваного агрегату, органи керування та елементи гідравлічної станції.

До складу гідравлічної частини входять бак для робочої рідини, фільтр, шестеренний насос, запобіжний клапан, гідророзподільник, манометр, рукави високого тиску та швидкознімні з'єднання. Привід насоса здійснюється від електродвигуна через пружну втулково-пальцеву муфту, яка компенсує незначні перекося валів і зменшує динамічні навантаження під час пуску.

Додатково стенд оснащується повітряним компресором. Його застосування дає можливість після гідравлічного випробування повернути шток циліндра у вихідне положення та видалити залишки масла з порожнин без зайвої втрати робочої рідини. Для виконання допоміжних операцій запресування і випресування втулок, кілець та дрібних деталей у конструкції передбачено ручний гвинтовий прес.

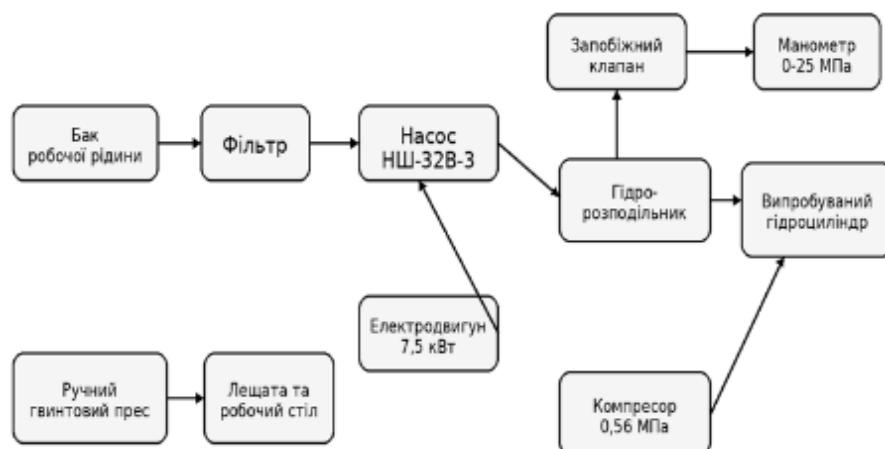


Рисунок 3.1 – Структурна схема стенда для ремонту та випробування гідроагрегатів

3.3 Опис конструкції стенда

Стенд складається з несучої рами, робочої поверхні, гідравлічної станції, пневматичного контуру, засобів кріплення та контрольно-вимірювальних приладів. Рама виготовляється зі сталевого профілю і повинна мати достатню жорсткість, щоб не допустити зміщення агрегату під час випробування. Робоча поверхня виконується з листової сталі та обладнується отворами для кріплення лещат, упорів і допоміжних пристроїв.

Гідробак об'ємом близько 70 л розміщується у нижній частині стенда. Таке компонування знижує центр маси конструкції та полегшує обслуговування. У баку встановлюється фільтр, який очищує робочу рідину від механічних домішок і зменшує ризик пошкодження золотникових пар та ущільнювальних елементів випробуваних агрегатів.

Електродвигун потужністю 7,5 кВт приводить у дію шестеренний насос НШ-32В-3. Для захисту системи від перевантаження встановлюється запобіжний клапан, налаштований на граничний тиск випробування. Контроль тиску здійснюється за манометром з межею вимірювання 0–25 МПа. Подача робочої рідини у потрібну порожнину агрегату виконується за допомогою гідророзподільника.

Закріплення гідроциліндрів, насосів та інших агрегатів здійснюється у верстатних лещатах або за допомогою змінних упорів. Швидкознімні з'єднання скорочують час підключення рукавів високого тиску та зменшують втрати масла під час переходу від одного агрегату до іншого. Така конструкція є зручною для умов невеликого сервісного відділення, де необхідно швидко переходити від ремонтних операцій до перевірки працездатності.

3.4 Принцип роботи стенда

Роботу стенда розглянемо на прикладі перевірки відремонтованого гідроциліндра. Після складання гідроциліндр встановлюють на робочу поверхню

стенда та надійно фіксують у лещатах або спеціальних упорах. До його штуцерів приєднують рукави високого тиску. Перед запуском перевіряють рівень робочої рідини в баку, справність манометра, герметичність з'єднань і положення рукояток гідророзподільника.

Після вмикання електродвигуна насос подає робочу рідину через фільтр, запобіжний клапан і розподільник до однієї з порожнин циліндра. Тиск у системі контролюється за манометром. Шток повинен переміщуватися плавно, без ривків і заїдань. Під час випробування виконується візуальний контроль місць з'єднань, зварних швів, ущільнень та поверхні штока. Підтікання масла або різке падіння тиску свідчать про дефекти складання чи несправність ущільнювальних елементів.

Після закінчення гідравлічного випробування рукави високого тиску від'єднують, а до відповідної порожнини підключають пневматичний рукав від компресора. Стиснене повітря використовується лише як допоміжний засіб для повернення штока і видалення залишків масла. Це зменшує втрати робочої рідини, полегшує підготовку агрегату до видачі замовнику та підвищує чистоту робочого місця.

Під час ремонту насосів і розподільників стенд використовується як універсальне робоче місце для фіксації агрегатів, контролю герметичності окремих спряжень і виконання пресових операцій. Ручний гвинтовий прес дає змогу запресовувати втулки, кільця та інші невеликі деталі без використання окремого обладнання.

3.5 Основні складові елементи стенда

Перелік основних вузлів та елементів, що входять до складу стенда, наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні елементи стенда для ремонту та випробування гідроагрегатів

№ з/п	Найменування елемента	Тип, марка або характеристика	Призначення
1	Робочий стіл	зварна металева конструкція	розміщення агрегатів і вузлів стенда
2	Бак для робочої рідини	$V \approx 70$ л	зберігання та подача масла у гідросистему
3	Фільтр	сітчастий або змінний фільтроелемент	очищення робочої рідини від домішок
4	Електродвигун	$P = 7,5$ кВт; $n = 1500$ хв ⁻¹	привід шестеренного насоса
5	Шестеренний насос	НШ-32В-3	створення потоку робочої рідини
6	Запобіжний клапан	МКПВ-50/3С2В3 або аналог	обмеження максимального тиску
7	Гідророзподільник	Р-80-4/4 або аналог	напрявлення потоку до порожнин агрегату
8	Манометр	0–25 МПа	контроль тиску під час випробування
9	Рукави високого тиску	РВТ відповідного діаметра	підключення випробуваного агрегату
10	Швидкознімні з'єднання	стандартні гідравлічні муфти	скорочення часу підключення
11	Верстатні лещата	250×320×80 мм	фіксація агрегату на столі
12	Пружна муфта	втулково-пальцева	з'єднання валів двигуна і насоса
13	Компресор	$p_{\text{ном}} \approx 0,56$ МПа	повернення штока та видалення залишків масла
14	Ручний гвинтовий прес	зусилля до 8 кН	запресування та випресування деталей

3.6 Технічна характеристика проектного стенда

З урахуванням призначення, умов експлуатації та номенклатури гідроагрегатів, які планується ремонтувати у відділенні ФГ «Ілона», приймаємо основні технічні показники стенда, наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика стенда

№ з/п	Показник	Прийняте значення
1	Тип стенда	стаціонарний ремонтно-випробувальний
2	Призначення	ремонт, складання та перевірка гідроциліндрів, насосів і розподільників
3	Номінальний тиск контролю	до 16 МПа
4	Короткочасний контрольний тиск	до 20 МПа за умови справності запобіжного клапана
5	Межа вимірювання манометра	0–25 МПа
6	Об'єм гідробака	приблизно 70 л
7	Потужність електродвигуна	7,5 кВт
8	Частота обертання вала двигуна	1500 хв ⁻¹
9	Тип насоса	НШ-32В-3
10	Робоча рідина	індустріальне або моторне масло згідно з вимогами до агрегатів
11	Пневматичний тиск допоміжного контуру	до 0,56 МПа
12	Кількість обслуговуючого персоналу	1 слюсар-ремонтник

3.7 Розрахунок болтового з'єднання на зріз і зминання

Одним із відповідальних елементів стенда є болтове з'єднання кріплення вузлів до рами та робочого столу. Для перевірки приймаємо поперечне розрахункове навантаження $F_b = 11550$ Н. Матеріал болта – сталь Ст3. Допустиме напруження зрізу для прийнятого матеріалу становить $[\tau_{зр}] = 60$ МПа.

Напруження зрізу в стрижні болта визначаємо за залежністю:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot F_b}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.1)$$

де $\tau_{зр}$ – розрахункове напруження зрізу, МПа;

F_b – поперечна сила, Н;

d – діаметр стрижня болта, мм;

$[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження зрізу, МПа.

Необхідний діаметр болта за умовою міцності на зріз становить:

$$d \geq (4 \cdot F_b / (\pi \cdot [\tau_{зр}]))^{0,5} = (4 \cdot 11550 / (3,14 \cdot 60))^{0,5} = 15,66 \text{ мм} \quad (3.2)$$

За стандартним рядом приймаємо болт М16. Перевіримо фактичне напруження зрізу для прийнятого діаметра:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 11550}{3,14 \cdot 16^2} = 57,4 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] = 60 \text{ МПа} \quad (3.3)$$

Отже, за умовою зрізу болт М16 забезпечує необхідний запас міцності.

Перевірку на зминання виконуємо за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_b}{d \cdot h} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.4)$$

де $\sigma_{зм}$ – розрахункове напруження зминання, МПа;

h – довжина найбільш навантаженої частини отвору, мм;

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження зминання, МПа. Приймаємо $h = 25$ мм, $[\sigma_{зм}] = 50$ МПа.

$$\sigma_{зм} = \frac{11550}{16 \cdot 25} = 28,9 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 50 \text{ МПа} \quad (3.5)$$

Умова міцності на зминання виконується. Прийняте болтове з'єднання може бути використане для кріплення вузлів станда.

3.8 Розрахунок гвинтового вузла ручного преса

Ручний гвинтовий прес у складі станда використовується для виконання допоміжних операцій запресування та випресування втулок, кілець і дрібних деталей. Гвинт преса працює під дією осьового стискального зусилля та крутного моменту, що виникає під час обертання рукоятки. Для розрахунку приймаємо максимальне робоче зусилля $F = 8000$ Н. Матеріал гвинта – сталь 35, коефіцієнт запасу $n = 2,5$.

Допустиме напруження для гвинта визначаємо через границю текучості матеріалу:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{314}{2,5} = 125,6 \text{ МПа} \quad (3.6)$$

Для пресового вузла приймаємо трапецеїдальну різьбу $Tr20 \times 4$. Середній діаметр різьби $d_2 = 18$ мм, внутрішній діаметр $d_1 = 15,5$ мм, крок різьби $p = 4$ мм. Кут підйому гвинтової лінії визначаємо за залежністю:

$$\psi = \arctg \frac{p}{\pi \cdot d_2} = \arctg \frac{4}{3,14 \cdot 18} = 4,05^\circ \quad (3.7)$$

Наведений кут тертя для пари «сталь по сталі» при коефіцієнті тертя $f = 0,11$ та половині кута профілю різьби $\beta = 15^\circ$ становить:

$$\rho' = \arctg \frac{f}{\cos \beta} = \arctg \frac{0,11}{\cos 15^\circ} = 6,5^\circ \quad (3.8)$$

Оскільки $\psi < \rho'$, умова самогальмування гвинтової пари виконується. Це означає, що після припинення прикладання зусилля рукоятка не буде самовільно обертатися у зворотному напрямку.

Напруження стиску у небезпечному перерізі гвинта дорівнює:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 8000}{3,14 \cdot 15,5^2} = 42,4 \text{ МПа} \quad (3.9)$$

Крутний момент у гвинтовій парі визначаємо за виразом:

$$\begin{aligned} T_{\Gamma} &= \frac{F \cdot d_2}{2} \cdot \tg(\psi + \rho') = \frac{8000 \cdot 18}{2} \cdot \tg(4,05^\circ + 6,5^\circ) \\ &= 13410 \text{ Н} \cdot \text{мм} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Дотичне напруження від крутіння становить:

$$\tau_{\text{к}} = \frac{16 \cdot T_{\Gamma}}{\pi \cdot d_1^3} = \frac{16 \cdot 13410}{3,14 \cdot 15,5^3} = 18,3 \text{ МПа} \quad (3.11)$$

Еквівалентне напруження у гвинті визначаємо за енергетичною теорією міцності:

$$\sigma_{\text{екв}} = (\sigma_{\text{ст}}^2 + 4 \cdot \tau_{\text{к}}^2)^{0,5} = (42,4^2 + 4 \cdot 18,3^2)^{0,5} = 56,4 \text{ МПа} \quad (3.12)$$

Отримане значення не перевищує допустимого: $\sigma_{\text{екв}} = 56,4 \text{ МПа} < 0,9[\sigma] = 113 \text{ МПа}$. Отже, гвинтовий вузол ручного преса задовольняє умову міцності.

3.9 Розрахунок пружної втулково-пальцевої муфти

Для передачі крутного моменту від електродвигуна до шестеренного насоса приймаємо пружну втулково-пальцеву муфту. Така муфта проста у виготовленні, має невеликі габаритні розміри та частково компенсує неточність співвісності валів. Крім того, гумові втулки зменшують ударні навантаження під час пуску насосної станції.

Крутний момент на валу електродвигуна визначається за формулою:

$$T_e = \frac{9550 \cdot P}{n} \quad (3.13)$$

де P – потужність електродвигуна, кВт; n – частота обертання вала, хв⁻¹.

$$T_e = \frac{9550 \cdot 7,5}{1500} = 47,75 \text{ Н} \cdot \text{м} = 47,75 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.14)$$

З урахуванням коефіцієнта навантаження $k = 1,5$ розрахунковий момент становить:

$$T_p = k \cdot T_e = 1,5 \cdot 47,75 \cdot 10^3 = 71,6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.15)$$

Для муфти приймаємо: діаметр розташування пальців $D_1 = 84$ мм; кількість пальців $m = 6$; діаметр пальця $d_p = 14$ мм; довжина пальця $l_p = 28$ мм. Перевірку пальців на згин виконуємо за формулою:

$$\sigma_p = \frac{32 \cdot T_p \cdot l_p}{\pi \cdot m \cdot d_p^3 \cdot D_1} \leq [\sigma_p] \quad (3.16)$$

$$\sigma_p = \frac{32 \cdot 71,6 \cdot 10^3 \cdot 28}{3,14 \cdot 6 \cdot 14^3 \cdot 84} = 14,8 \text{ МПа} < [\sigma_p] = 70 \text{ МПа} \quad (3.17)$$

Пружні втулки перевіряємо за умовою зминання:

$$\sigma_{\text{вт}} = \frac{2 \cdot T_{\text{р}}}{m \cdot d_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}} \cdot D1} \leq [\sigma_{\text{вт}}] \quad (3.18)$$

$$\sigma_{\text{вт}} = \frac{2 \cdot 71,6 \cdot 10^3}{6 \cdot 14 \cdot 28 \cdot 84} = 0,73 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{вт}}] = 2 \text{ МПа} \quad (3.19)$$

Розрахунок показує, що міцність пальців і гумових втулок муфти забезпечена. Прийнята муфта може бути використана у приводі насосної станції стенда.

3.10 Розрахунок приводного пальця

Привідний палець у допоміжному вузлі стенда перевіряємо за умовою міцності на згин. Розрахункова схема приймається у вигляді балки на двох опорах із центральним навантаженням. Розрахункова сила становить $F = 62,5 \text{ Н}$, плече дії сили $l = 10 \text{ мм}$. Матеріал пальця – сталь 40Х, допустиме напруження $[\sigma] = 120 \text{ Н/мм}^2$.

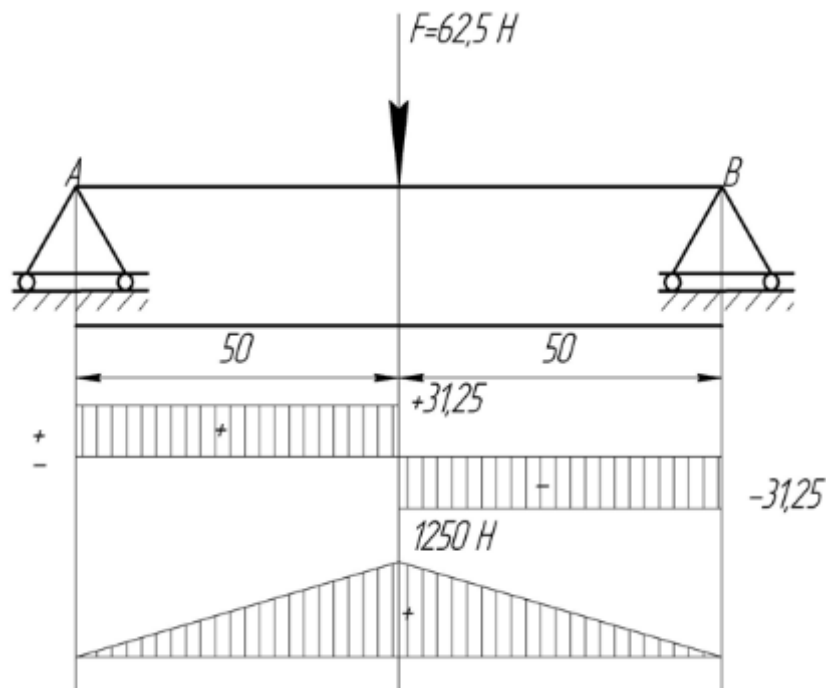


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема приводного пальця

Максимальний згинальний момент визначаємо за виразом:

$$M_{max} = F \cdot l = 62,5 \cdot 10 = 625 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.20)$$

Діаметр пальця за умовою міцності на згин визначається за формулою:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{max}}{0,1 \cdot [\sigma] \cdot (1 - a^4)}} \quad (3.21)$$

де a – коефіцієнт повноти перерізу. Для суцільного пальця $a = 0$.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{625}{0,1 \cdot 120 \cdot (1 - 0^4)}} = 3,7 \text{ мм} \quad (3.22)$$

За стандартним рядом приймаємо діаметр пальця $d = 5$ мм. Прийнятий розмір забезпечує запас міцності та технологічність виготовлення деталі.

3.11 Організація роботи та вимоги до безпечної експлуатації стенда

Перед початком роботи оператор повинен перевірити стан рукавів високого тиску, надійність різьбових з'єднань, справність манометра, рівень масла в баку та правильність встановлення випробуваного агрегату. Запуск електродвигуна допускається лише після переконання, що рукоятка гідророзподільника перебуває у нейтральному положенні, а запобіжний клапан відрегульований на допустимий тиск.

Під час випробування забороняється торкатися рукавів високого тиску, підтягувати з'єднання під навантаженням, перебувати навпроти штуцерів і виконувати демонтаж агрегату до повного скидання тиску. У разі появи підтікання масла, стороннього шуму, різкого нагрівання насоса або нестабільних показів манометра стенд необхідно негайно вимкнути та усунути несправність.

Компресорний контур використовується лише для допоміжного переміщення штока та продування порожнин. Подавати стиснене повітря у гідроагрегат без попереднього зниження гідравлічного тиску не допускається. Робоче місце повинно бути обладнане піддоном або ємністю для збирання залишків масла, комплектом заглушок, серветками для очищення деталей та засобами пожежогасіння.

Запровадження такого порядку роботи підвищує безпеку праці, зменшує втрати робочої рідини та забезпечує стабільну якість контролю відремонтованих гідроагрегатів.

3.12 Висновки до розділу

У третьому розділі обґрунтовано необхідність розробки ремонтно-випробувального стенда для проектного відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Запропонована конструкція поєднує робочий стіл, гідравлічну станцію, засоби контролю тиску, швидкознімні з'єднання, пневматичний контур і ручний гвинтовий прес.

Розроблений стенд дозволяє виконувати складання, фіксацію, перевірку герметичності та допоміжні пресові операції при ремонті гідроциліндрів, насосів і розподільників. Його застосування є доцільним для умов ФГ «Ілона», оскільки дає змогу організувати повний цикл сервісу гідроагрегатів без передачі їх на сторонні підприємства.

Проведені розрахунки болтового з'єднання, гвинтового пресового вузла, пружної муфти та привідного пальця підтвердили працездатність і достатню міцність основних елементів конструкції. Отже, запропонований стенд може бути рекомендований для впровадження у проектованому відділенні з ремонту агрегатів гідравлічної системи.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні відомості з охорони праці

Охорона праці у ремонтно-обслуговуючому виробництві є системою організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і протипожежних заходів, спрямованих на збереження життя та здоров'я працівників. Для фермерського господарства «Ілона» це питання має особливе значення, оскільки господарство поєднує сільськогосподарське виробництво з роботою власної СТО. У проекті передбачається створення відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи, тому умови праці повинні враховувати роботу з гідронасосами, гідроциліндрами, розподільниками, рукавами високого тиску, електрообладнанням, компресором, мастильними матеріалами та ручним інструментом.

Головним завданням охорони праці у проектованому відділенні є організація безпечного виконання операцій з розбирання, очищення, дефектації, складання та випробування гідроагрегатів. Безпечні умови праці безпосередньо впливають і на якість ремонту, оскільки гідравлічні агрегати потребують чистоти, точності складання, справних ущільнень, контрольованого тиску та дотримання технологічної послідовності.

Під час ремонту гідроагрегатів можуть діяти такі небезпечні та шкідливі фактори: підвищений тиск робочої рідини; можливість розгерметизації рукавів; обертання валів і муфти приводу; ураження електричним струмом; защемлення деталей під час закріплення або пресування; шум і вібрація від насоса та компресора; забруднення повітря парами мастил; слизька підлога при розливі масла; пожежна небезпека мастильних матеріалів; фізичне перевантаження працівника при переміщенні важких вузлів.

Для зниження ризику травмування робочі місця повинні бути раціонально сплановані. Проходи не можна захаращувати деталями, тарою, інструментом або знятими агрегатами. Біля стенда необхідно залишити вільну зону для

встановлення гідроциліндрів і насосів, а також місце для рукавів, перехідників, заглушок і вимірювальних приладів. Підлога повинна бути рівною, неслизькою і стійкою до дії мастильних матеріалів. Розливу гідравлічну рідину слід негайно прибирати, використовуючи ганчір'я, сорбент або спеціальні піддони.

Освітлення має забезпечувати чітке розрізнення дрібних деталей, різьбових з'єднань, ущільнень, шкал манометрів і поверхонь тертя. Недостатня освітленість ускладнює виявлення тріщин, задирів, зношування та підтікання рідини. Вентиляція повинна видаляти пари мастил, мийних засобів і надлишкове тепло від працюючого обладнання. При використанні очищувальних рідин забороняється застосовувати відкритий вогонь і зберігати їх у відкритій тарі.

До роботи у відділенні допускаються працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, знають будову стенда, порядок його пуску та зупинки, правила роботи з гідравлічними і пневматичними лініями. Працівник повинен користуватися спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами або щитком. При випробуванні агрегатів під тиском засоби захисту очей є обов'язковими, оскільки при пошкодженні ущільнення або рукава можливий викид тонкого струменя робочої рідини.

Пожежна безпека забезпечується справним електрообладнанням, правильним зберіганням мастил і відпрацьованої рідини, а також наявністю первинних засобів пожежогасіння. Забруднене маслом ганчір'я слід складати у металевий ящик із кришкою. Забороняється палити, користуватися відкритим вогнем і виконувати зварювальні роботи поблизу ємностей з мастильними матеріалами без спеціальної підготовки робочого місця.

Таблиця 4.1 - Небезпечні фактори під час ремонту гідроагрегатів та заходи їх попередження

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Заходи безпеки
Високий тиск у гідросистемі	Розрив рукава, викид масла, травмування працівника	Плавне підвищення тиску, справний манометр, запобіжний клапан, захисні окуляри

Рухомі частини приводу	Захоплення одягу, удар, заземлення	Огородження муфти, заборона роботи у вільному одязі, зупинка перед обслуговуванням
Електрообладнання	Ураження струмом, коротке замикання	Заземлення, огляд ізоляції, справна кнопкова станція, аварійне вимикання
Компресор і пневмолінії	Різкий рух штока, удар шлангом	Контроль тиску, надійне приєднання рукавів, поступове подавання повітря
Ручний прес	Заземлення пальців, виліт деталі	Правильні оправки, робота без перекосу, захисні окуляри
Розлив масла	Падіння працівника, забруднення робочої зони	Піддони, сорбент, своєчасне прибирання, неслизьке взуття

4.2. Вимоги охорони праці при роботі на спроектованому стенді

Спроектований стенд призначений для виконання ремонтно-випробувальних робіт з агрегатами гідравлічної роздільно-агрегатної системи. До його складу входять робочий стіл, бак для гідравлічної рідини, фільтр, електродвигун, шестерний насос, запобіжний клапан, гідророзподільник, манометр, швидкорознімні з'єднання, рукави високого тиску, компресор, верстатні лещата та ручний прес. Поєднання гідравлічної, пневматичної, електричної і механічної частин зумовлює підвищені вимоги до безпеки.

Перед початком роботи працівник повинен оглянути стенд і переконатися у справності його вузлів. Перевіряють заземлення, цілісність електрокабелів, справність кнопкової станції, кріплення електродвигуна, насоса, бака, лещат і ручного преса. Огородження муфти має бути встановлене на місці, а робота

приводу не повинна супроводжуватися стороннім шумом, биттям або надмірною вібрацією.

Окремо перевіряють рівень і чистоту робочої рідини, стан фільтра, справність манометра, роботу запобіжного клапана та герметичність різьбових і швидкорознімних з'єднань. Манометр повинен бути добре видимим з місця керування. Робота з несправним або неперевіреним манометром не допускається, оскільки відсутність контролю тиску може спричинити перевантаження системи.

Рукави високого тиску перед приєднанням оглядають по всій довжині. Не дозволяється використовувати рукави з тріщинами, здуттями, пошкодженням зовнішнього шару, деформацією наконечників або підтіканням у місцях обтиску. Рукави необхідно прокладати без перегинів, скручування і натягу, не допускаючи їх контакту з гострими кромками. Після приєднання слід переконатися, що швидкорознімні з'єднання повністю зафіксовані.

Встановлення гідроциліндра, насоса або розподільника на стенді виконують тільки після повної зупинки обладнання та скидання тиску. Агрегат закріплюють у лещатах або на опорах так, щоб під час випробування він не зміщувався і не повертався. Забороняється утримувати агрегат руками під час подавання тиску. Важкі вузли потрібно встановлювати із застосуванням вантажопідіймального пристрою або за участю двох працівників.

Пуск стенда виконують послідовно: перевіряють положення органів керування, вмикають електродвигун, короткочасно запускають насос без навантаження, переконуються у відсутності підтікання, після чого плавно підвищують тиск до потрібного значення. Різке відкривання або закривання розподільника не допускається, оскільки гідравлічний удар може пошкодити ущільнення, рукави або корпус випробуваного агрегату.

Під час випробування працівник повинен перебувати збоку від можливого напрямку викиду рідини. Забороняється нахилятися над з'єднаннями, торкатися рукавів, підтягувати гайки або розбирати з'єднання під тиском. Контроль можливого підтікання виконують візуально або за допомогою паперу чи

картону. Перевіряти витік рукою заборонено, оскільки струмінь масла під високим тиском може спричинити тяжке травмування.

При випробуванні гідроциліндра необхідно стежити за плавністю переміщення штока, показами манометра, відсутністю підтікання через ущільнення, штуцери і зварні шви. Якщо з'явилися різкий шум, підвищена вібрація, нагрівання насоса, падіння тиску, спінювання масла або витікання рідини, стенд негайно вимикають, тиск скидають і лише після цього усувають несправність.

Під час використання компресора для повернення штока у вихідне положення необхідно контролювати тиск повітря і надійність пневморукавів. Повітря подають поступово, без різкого відкривання вентиля. Забороняється направляти стиснене повітря на людину, використовувати його для очищення одягу або обдування відкритих частин тіла.

Ручний прес застосовують для запресування і випресування кілець, втулок, пальців та інших дрібних деталей. Перед роботою перевіряють справність гвинта, гайки, рукоятки, опорної плити та оправок. Деталь повинна встановлюватися без перекосу, а зусилля прикладатися по осі. Не дозволяється нарощувати рукоятку преса трубою, оскільки це може призвести до перевантаження гвинтової пари.

Після завершення випробування необхідно вимкнути насос, повністю скинути тиск у гідравлічній системі, від'єднати рукави, зняти агрегат і злити залишки масла у підготовлену ємність. Робоче місце очищають, інструмент розкладають у визначених місцях, а сліди масла на підлозі прибирають. Забороняється залишати стенд під тиском після закінчення роботи.

У разі аварійної ситуації працівник повинен негайно вимкнути стенд, припинити подавання робочої рідини або повітря, повідомити відповідальну особу і не відновлювати роботу до встановлення причини несправності. При травмуванні надають домедичну допомогу та за потреби викликають медичних працівників. Для підтримання справного стану стенда доцільно вести журнал

огляду рукавів, манометра, запобіжного клапана, електрообладнання, преса і кріпильних елементів.

4.3. Висновок

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці для проектного відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи у ФГ «Ілона». Встановлено, що найбільшу небезпеку під час таких робіт становлять високий тиск робочої рідини, дія електричного струму, рухомі частини приводу, робота компресора, застосування ручного преса, розлив мастильних матеріалів і можливість пожежі.

Запропоновані заходи передбачають справний технічний стан стенда, надійне закріплення агрегатів, контроль тиску, використання захисних огорожень і засобів індивідуального захисту, дотримання порядку пуску та зупинки обладнання, своєчасне прибирання робочої зони і фіксацію результатів технічного огляду. Дотримання цих вимог знижує ризик виробничого травматизму, підвищує культуру ремонту та забезпечує безпечне функціонування нового відділення у господарстві.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

У дипломному проєкті передбачено створення у фермерському господарстві «Ілона» спеціалізованого відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Проєктне рішення має не лише виробниче, а й економічне значення, оскільки господарство вже має ремонтно-сервісну базу для обслуговування тракторів, автомобілів, комбайнів та окремих агрегатів, але не виконує повноцінний ремонт гідронасосів, гідророзподільників і гідроциліндрів.

Організація такого відділення дає змогу зменшити простої власної техніки, відмовитися від частини послуг сторонніх підприємств, а також залучати замовлення від фермерських господарств і власників техніки з навколишніх населених пунктів. З урахуванням того, що найближчий спеціалізований ремонт гідроагрегатів виконується переважно у м. Дніпро, відкриття діляниці на базі ФГ «Ілона» може стати додатковим джерелом доходу підприємства.

Метою техніко-економічної оцінки є визначення річних експлуатаційних витрат, собівартості одного умовного ремонту, рівня прибутку, рентабельності та строку окупності капіталовкладень, необхідних для впровадження проєктного рішення.

5.1. Вихідні дані для економічного розрахунку

Для розрахунку використано виробничу програму та трудомісткість робіт, визначені у технологічному розділі дипломного проєкту. Річна програма ремонту приймається на рівні 952 гідроагрегати, а загальна трудомісткість робіт відділення становить 4464 люд.-год. Тарифна ставка виробничого робітника приймається у межах 120–150 грн/год; для подальших розрахунків використано середнє значення 140 грн/год. Вартість електроенергії приймається 11 грн за 1 кВт·год.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Прийняте значення
Річна програма ремонту гідроагрегатів	N	од./рік	952
Загальна трудомісткість робіт	Tзаг	люд.-год	4 464
Середня тарифна ставка	Нз	грн/год	140
Капіталовкладення у створення відділення	K	грн	2 300 000
Норма амортизаційних відрахувань	На	%	15
Відрахування на ремонт обладнання	Нр	%	3,5
Вартість електроенергії	П	грн/кВт·год	11
Цільовий рівень рентабельності	R	%	45

Капіталовкладення приймаються у розмірі 2,30 млн грн. До цієї суми входять витрати на придбання та монтаж основного технологічного обладнання, стенда для ремонтно-випробувальних робіт, пристроїв, інструменту, засобів контролю, облаштування робочих місць, електроживлення, освітлення, вентиляції та організацію безпечних умов праці.

5.2. Розрахунок річних поточних витрат

Основну заробітну плату виробничих робітників визначаємо як добуток тарифної ставки на загальну трудомісткість робіт відділення:

$$Z_o = N_z \cdot T_{заг}, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де Z_o - основна заробітна плата виробничих робітників, грн;

N_z - середня тарифна ставка, грн/год;

$T_{заг}$ - загальна трудомісткість робіт, люд.-год.

$$З_0 = 140 \cdot 4464 = 624960 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата враховує оплату відпусток, доплат та інших виплат, пов'язаних з виконанням виробничих робіт. Її приймаємо у розмірі 20 % від основної заробітної плати:

$$З_{\text{дод}} = 0,20 \cdot З_0, \text{ грн} \quad (5.2)$$

$$З_{\text{дод}} = 0,20 \cdot 624960 = 124992 \text{ грн}$$

Нарахування на заробітну плату визначаємо від суми основної та додаткової заробітної плати. Для розрахунку приймаємо коефіцієнт нарахувань 0,22:

$$З_{\text{н}} = 0,22 \cdot (З_0 + З_{\text{дод}}), \text{ грн} \quad (5.3)$$

$$З_{\text{н}} = 0,22 \cdot (624960 + 124992) = 164989 \text{ грн}$$

Річний фонд оплати праці з нарахуваннями становитиме:

$$З = З_0 + З_{\text{дод}} + З_{\text{н}}, \text{ грн} \quad (5.4)$$

$$З = 624960 + 124992 + 164989 = 914941 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування визначаємо виходячи із суми капіталовкладень та прийнятої норми амортизації. Для обладнання відділення приймаємо норму амортизації 15 % на рік:

$$А = К \cdot Н_a / 100, \text{ грн} \quad (5.5)$$

$$А = 2300000 \cdot 15 / 100 = 345000 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 3,5 % від його балансової вартості:

$$P_o = K \cdot H_p / 100, \text{ грн} \quad (5.6)$$

$$P_o = 2300000 \cdot 3,5 / 100 = 80500 \text{ грн}$$

Витрати на запасні частини, ущільнення, манжети, ремонтні комплекти, рукави високого тиску, дрібні комплектуючі та витратні елементи приймаємо у розмірі 10 % від величини капіталовкладень:

$$C_{зп} = K \cdot H_c / 100, \text{ грн} \quad (5.7)$$

$$C_{зп} = 2300000 \cdot 10 / 100 = 230000 \text{ грн}$$

Витрати на ремонтні матеріали, мастильні матеріали, гідравлічну рідину, мийні розчини, ганчір'я, абразивний інструмент та інші матеріали приймаємо пропорційно фонду оплати праці:

$$C_m = 0,55 \cdot З, \text{ грн} \quad (5.8)$$

$$C_m = 0,55 \cdot 914941 = 503218 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію визначаємо з урахуванням роботи технологічного обладнання та системи освітлення відділення:

$$E = N_{об} \cdot t_{об} \cdot П + N_{осв} \cdot t_{осв} \cdot П, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де $N_{об}$ - сумарна встановлена потужність технологічного обладнання, кВт;

$t_{об}$ - річна тривалість роботи обладнання, год;

$П$ - тариф на електроенергію, грн/кВт·год;

$N_{осв}$ - потужність освітлення, кВт;

$t_{осв}$ - річний час роботи освітлення, год.

$$E = 27,6 \cdot 1500 \cdot 11 + 3,0 \cdot 2070 \cdot 11 = 523710 \text{ грн}$$

Інші виробничі витрати включають витрати на спецодяг, інструмент, засоби індивідуального захисту, охорону праці, пожежну безпеку, прибирання виробничого приміщення та дрібні господарські потреби. Їх приймаємо у розмірі 3 % від суми основних поточних витрат:

$$C_{ін} = 0,03 \cdot (З + А + Р_о + С_{зп} + С_м + E), \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$C_{ін} = 0,03 \cdot (914941 + 345000 + 80500 + 230000 + 503218 + 523710) = 77921 \text{ грн}$$

Загальна сума річних поточних витрат відділення визначається підсумовуванням усіх наведених складових:

$$З_{заг} = З + А + Р_о + С_{зп} + С_м + E + C_{ін}, \text{ грн} \quad (5.11)$$

$$З_{заг} = 914941 + 345000 + 80500 + 230000 + 503218 + 523710 + 77921 = 2675290 \text{ грн}$$

Таблиця 5.2 - Структура річних поточних витрат відділення

Стаття витрат	Позначення	Сума, грн	Питома частка, %
Фонд оплати праці з нарахуваннями	З	914 941	34,2
Амортизація обладнання	А	345 000	12,9
Поточний ремонт обладнання	Р _о	80 500	3,0
Запасні частини та ремонтні комплекти	С _{зп}	230 000	8,6
Ремонтні й експлуатаційні матеріали	С _м	503 218	18,8
Електроенергія	Е	523 710	19,6
Інші виробничі витрати	С _{ін}	77 921	2,9
Усього річних поточних витрат	З _{заг}	2 675 290	100,0

5.3. Розрахунок собівартості, прибутку та рентабельності

Поточні витрати на один умовний ремонт визначаються діленням загальної суми річних поточних витрат на річну програму ремонту гідроагрегатів:

$$З_{од} = З_{заг} / N, \text{ грн/од.} \quad (5.12)$$

$$З_{од} = 2675290 / 952 = 2810 \text{ грн/од.}$$

Питомі капіталовкладення на один умовний ремонт визначаються як відношення загальної суми капіталовкладень до річної виробничої програми:

$$КВ = K / N, \text{ грн/од.} \quad (5.13)$$

$$КВ = 2300000 / 952 = 2416 \text{ грн/од.}$$

Приведені витрати на один умовний ремонт визначаємо з урахуванням нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень 0,15:

$$ЗП = З_{од} + 0,15 \cdot КВ, \text{ грн/од.} \quad (5.14)$$

$$ЗП = 2810 + 0,15 \cdot 2416 = 3173 \text{ грн/од.}$$

Повну цехову собівартість одного умовного ремонту визначаємо з урахуванням накладних витрат, які приймаються у розмірі 10 % від поточних витрат на одиницю продукції:

$$С = З_{од} + К_n \cdot З_{од}, \text{ грн/од.} \quad (5.15)$$

$$С = 2810 + 0,10 \cdot 2810 = 3091 \text{ грн/од.}$$

Для забезпечення економічної доцільності роботи відділення і створення джерела прибутку для господарства ціну одного умовного ремонту приймаємо з

урахуванням рентабельності 45 %. Такий рівень знаходиться у заданих межах 40–50 % і є прийнятним для спеціалізованих ремонтно-сервісних робіт, оскільки ремонт гідравлічних агрегатів потребує точного обладнання, кваліфікованої праці та обов’язкового випробування після ремонту.

$$\text{Ц} = \text{C} \cdot (1 + \text{R} / 100), \text{ грн/од.} \quad (5.16)$$

$$\text{Ц} = 3091 \cdot (1 + 45 / 100) = 4482 \text{ грн/од.}$$

Прибуток від виконання одного умовного ремонту становитиме:

$$\text{Пр} = \text{Ц} - \text{C}, \text{ грн/од.} \quad (5.17)$$

$$\text{Пр} = 4482 - 3091 = 1391 \text{ грн/од.}$$

Річний прибуток від роботи відділення визначаємо множенням прибутку на один умовний ремонт на річну виробничу програму:

$$\text{Прр} = \text{Пр} \cdot \text{N}, \text{ грн} \quad (5.18)$$

$$\text{Прр} = 1391 \cdot 952 = 1324269 \text{ грн}$$

Рівень рентабельності роботи проєктованого відділення визначаємо за формулою:

$$\text{R} = \text{Пр} / \text{C} \cdot 100, \% \quad (5.19)$$

$$\text{R} = 1391 / 3091 \cdot 100 = 45,0 \%$$

Отриманий рівень рентабельності становить близько 45 %, що відповідає заданому діапазону і підтверджує економічну привабливість організації дільниці з ремонту агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи.

5.4. Визначення строку окупності капіталовкладень

Строк окупності капітальних вкладень визначаємо як відношення загальної суми капіталовкладень до річного прибутку відділення:

$$Ок = K / Прр, \text{ років} \quad (5.20)$$

$$Ок = 2300000 / 1324269 = 1,74 \text{ року}$$

Розрахунок показує, що за умови виконання прийнятої річної програми ремонтів капітальні вкладення у створення відділення можуть окупитися приблизно за 1,7–1,8 року. Такий термін окупності є прийнятним для малого ремонтно-сервісного підрозділу, оскільки після повернення вкладених коштів відділення продовжуватиме формувати стабільний додатковий дохід для ФГ «Ілона».

Таблиця 5.3 - Основні техніко-економічні показники проєкту

Показник	Одиниця виміру	Значення
Річна програма ремонту гідроагрегатів	од./рік	952
Загальна трудомісткість робіт	люд.-год	4 464
Середня тарифна ставка	грн/год	140
Капіталовкладення	грн	2 300 000
Річні поточні витрати	грн	2 675 290
Повна собівартість одного умовного ремонту	грн/од.	3 091
Прийнята ціна одного умовного ремонту	грн/од.	4 482
Прибуток на один умовний ремонт	грн/од.	1 391
Річний дохід від реалізації послуг	грн/рік	4 267 088
Річний прибуток	грн/рік	1 324 269
Рентабельність	%	45,0
Строк окупності капіталовкладень	років	1,74

5.5. Висновок

Проведена техніко-економічна оцінка підтверджує доцільність створення у ФГ «Ілона» спеціалізованого відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. За прийнятої річної програми 952 ремонти та загальної трудомісткості 4464 люд.-год річні поточні витрати становлять близько 2 675 290 грн, а повна собівартість одного умовного ремонту - близько 3 091 грн.

За умови встановлення ціни одного умовного ремонту на рівні 4 482 грн прибуток на один ремонт становить близько 1 391 грн, а річний прибуток відділення - близько 1 324 269 грн. Рентабельність проєктного рішення становить 45,0 %, що відповідає заданому рівню 40–50 %.

Капіталовкладення у створення відділення прийнято у розмірі 2 300 000 грн. Строк їх окупності становить приблизно 1,74 року. Отже, реалізація проєкту є економічно обґрунтованою, оскільки дозволяє розширити перелік послуг СТО ФГ «Ілона», скоротити витрати на сторонній ремонт гідроагрегатів, зменшити простої техніки та сформувати додатковий прибутковий напрям діяльності господарства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті обґрунтовано створення у ФГ «Ілона» відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Встановлено, що господарство має власну ремонтно-сервісну базу та виконує обслуговування тракторів, автомобілів, комбайнів і окремих агрегатів, однак ремонт насосів, гідророзподільників і гідроциліндрів раніше не проводився. Через відсутність такого сервісу в господарстві та навколишніх селах агрегати доводиться відправляти до м. Дніпро, що збільшує простой техніки, витрати на транспортування і залежність від сторонніх підприємств.

Аналіз виробничих умов показав, що створення спеціалізованої дільниці є доцільним як для власного машинно-тракторного парку, так і для надання послуг стороннім замовникам. Запропоноване рішення дозволяє розширити можливості діючої СТО, підвищити завантаження ремонтної бази та отримати додатковий прибуток. Оскільки справність гідросистеми безпосередньо впливає на працездатність тракторів і сільськогосподарських машин, організація ремонту на місці скорочує час відновлення техніки та сприяє своєчасному виконанню польових робіт.

У технологічній частині визначено виробничу програму відділення. Основними об'єктами ремонту прийнято шестеренні насоси типу НШ, гідророзподільники та силові гідроциліндри. Річна програма становить 952 гідроагрегати, а загальна трудомісткість робіт з урахуванням допоміжних операцій — 4464 люд.-год. Для виконання цієї програми обґрунтовано штат у складі трьох працівників. Підібрано мийну установку, столи для дефектації та комплектування, стелажі, стенд для перевірки гідроагрегатів, вертикально-свердлильний верстат, слюсарний інструмент і допоміжні пристрої. Запропоноване планування забезпечує послідовний рух агрегатів від приймання і очищення до складання, випробування та видачі замовнику.

У конструкторському розділі розроблено стенд для ремонтно-випробувальних робіт з агрегатами гідросистеми. До його складу входять

гідробак, електродвигун, шестеренний насос, гідророзподільник, манометр, рукави високого тиску, швидкокорозійні з'єднання, компресор, верстатні лещата та ручний прес. Стенд дає змогу виконувати закріплення агрегатів, перевірку герметичності, контроль роботи гідроциліндрів, видалення залишків робочої рідини та окремі пресові операції. Проведені розрахунки болтових з'єднань, гвинтового механізму, муфти, гвинта преса і привідного пальця підтвердили працездатність та достатню міцність конструкції.

У розділі з охорони праці визначено вимоги безпеки під час роботи у відділенні та на спроектованому стенді. Передбачено контроль тиску за манометром, перевірку справності рукавів високого тиску і з'єднань, використання заземлення, спецодягу, захисних окулярів та рукавиць. Особливу увагу приділено безпечній роботі з гідравлічною рідиною під тиском, електроприводом, компресором, ручним пресом і слюсарним інструментом. Дотримання цих вимог зменшує ризик травмування персоналу та підвищує безпечність ремонтного процесу.

Техніко-економічна оцінка підтвердила ефективність проєкту. Капіталовкладення у створення відділення прийнято на рівні 2,3 млн грн. Річні поточні витрати становлять 2 675 290 грн, собівартість одного умовного ремонту — 3091 грн, прийнята ціна умовного ремонту — 4482 грн. Очікуваний річний прибуток дорівнює 1 324 269 грн, рівень рентабельності становить 45,0 %, а строк окупності капітальних вкладень — 1,74 року. Отже, реалізація проєкту дозволить підвищити технічну готовність машинно-тракторного парку ФГ «Ілона», скоротити простої техніки, зменшити залежність від віддалених сервісних підприємств і забезпечити господарству стабільний додатковий дохід від ремонту гідроагрегатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про фермерське господарство : Закон України від 19.06.2003 № 973-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 45. Ст. 363. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/973-15#Text> (дата звернення: 27.05.2026).
2. СФГ "ІЛОНА". <https://youcontrol.com.ua>. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/31184365/.
3. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. — 2013. — №108. — С. 133-142.
4. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. — Запоріжжя, 2012. — Т. 2. — С. 88-90
5. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
6. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John D серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
7. Калганков Є.В. Обґрунтування напрямків діагностування агрегатів об'ємних гідроприводів трансмісії мобільних машин. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. 2012. Вып. 106. С. 178-183.
8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. —

Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.

10. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.

11. Дирда, В., Кобець, А., Лисиця, М., Заболотна, О., Твердохліб, Т., Калганков, Є. та Черній, О., (2021). Наноматеріали в механіці деформівного твердого тіла на прикладі гумових футеровок барабанних кульових млинів. *Geo-Technical Mechanics*. (157), 131–139.

12. Обобщенная теория износа упруго-наследственных сред / А. С.Кобець, В. И. Дырда, Е. В. Калганков, И. Н. Цаниди. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 81–84.

13. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу / Є. В. Калганков. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2017. – №133. – С. 66–74.

14. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

15. Калганков Є.В. Розробка ТПВД / Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

16. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

17. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

18. Дідур В.А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод / [Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І. та інші] - Запоріжжя: Прем'єр, 2005. - 464 с.

19. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.

20. Овчаренко Ю.М. Деталі машин: практикум / Овчаренко Ю.М. – Дніпропетровськ, 2003. – 68 с.

21. Кагадій С.В. Основи механіки матеріалів і конструкцій: навчальний посібник / Кагадій С.В., Демяненко А.Г., Гурідова В.О. – Дніпропетровськ : Вид-во Свідлер А.Л., 2011. – 416 с.

22. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

23. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентів інженерно-технологічного факультету, ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.

24. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У «ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потураєва (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>

25. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

ДОДАТКИ

[illegible]

[illegible]

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

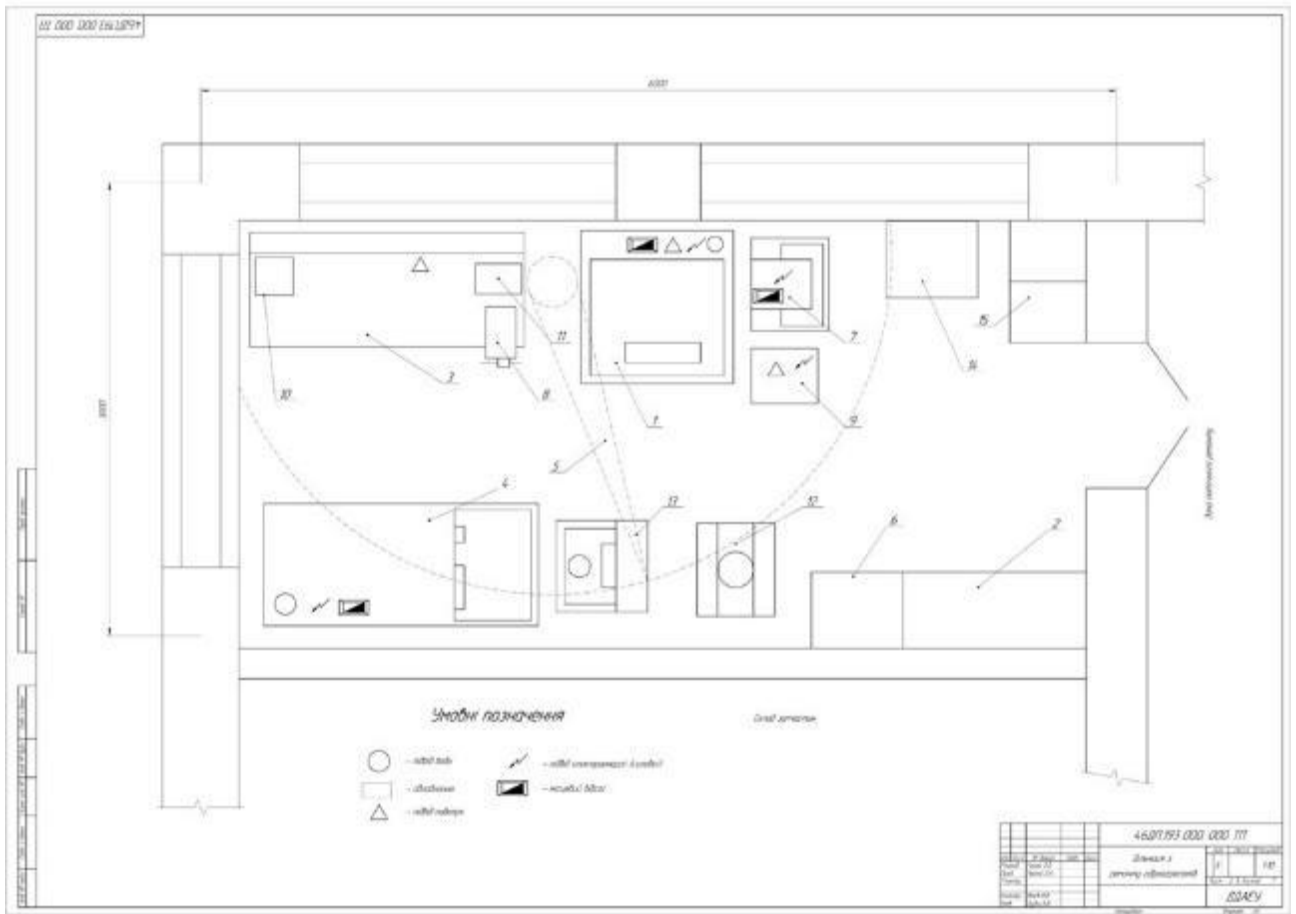
**ПРОЄКТ ВІДДІЛЕННЯ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АГРЕГАТІВ
ГІДРАВЛІЧНОЇ РОЗДІЛЬНО-АГРЕГАТНОЇ СИСТЕМИ**

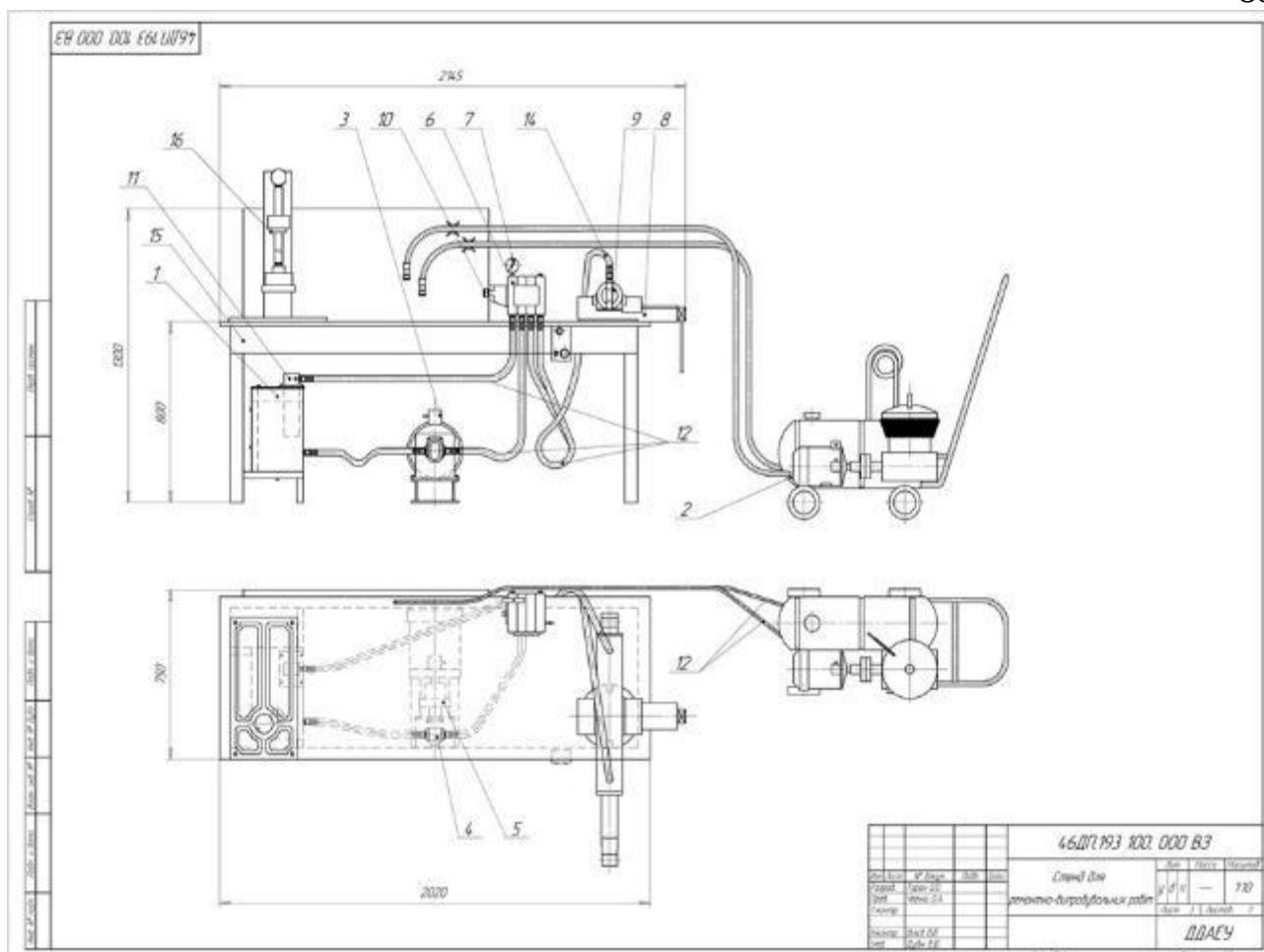
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

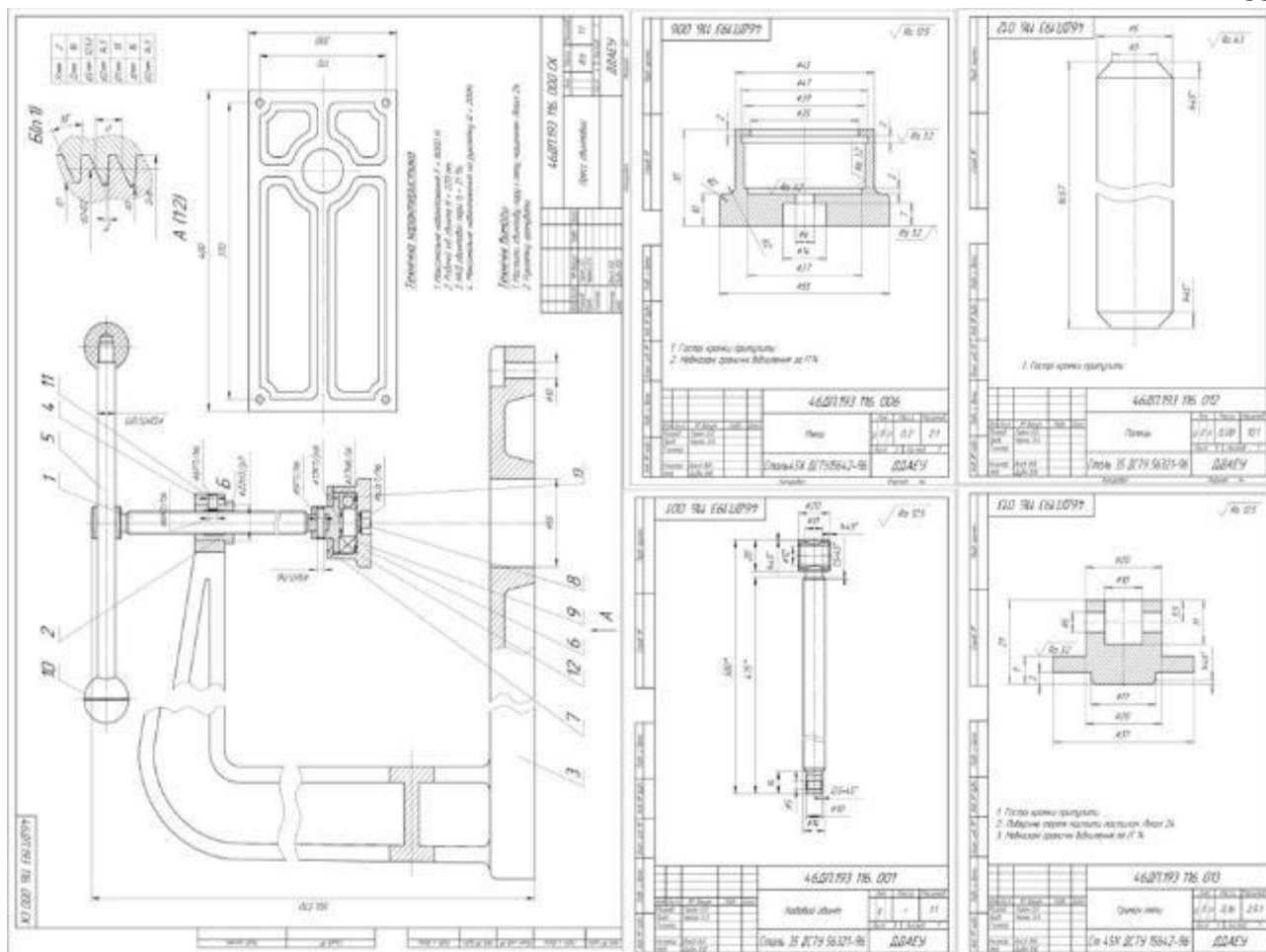
Виконав: студент 4го курсу, групи AI-2-22
Таран Олександр Олександрович

Керівник: старший викладач
Черній Олександр Анатолійович

Дніпро - 2026







В 000 000 000 000 000

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті обґрунтовано створення у ФГ «Люна» відділення з технічного сервісу агрегатів гідравлічної роздільно-агрегатної системи. Встановлено, що господарство має власну ремонтно-сервісну базу та виконує обслуговування тракторів, автомобілів, комбайнів і окремих агрегатів, однак ремонт насосів, гідророзподільників і гідроциліндрів раніше не проводився. Через відсутність такого сервісу в господарстві та навколишніх селах агрегати доводиться відправляти до м. Дніпро, що збільшує простой техніки, витрати на транспортування і залежність від сторонніх підприємств.

Аналіз виробничих умов показав, що створення спеціалізованої ділянки є доцільним як для власного машинно-тракторного парку, так і для надання послуг стороннім замовникам. Запропоноване рішення дозволяє розширити можливості діючої СТО, підвищити завантаження ремонтної бази та отримати додатковий прибуток. Оскільки справність гідросистеми безпосередньо впливає на працездатність тракторів і сільськогосподарських машин, організація ремонту на місці скорочує час відновлення техніки та сприяє своєчасному виконанню польових робіт.

У технологічній частині визначено виробничу програму відділення. Основними об'єктами ремонту прийнято шестеренні насоси типу НШ, гідророзподільники та силові гідроциліндри. Річна програма становить 952 гідроагрегати, а загальна трудомісткість робіт з урахуванням допоміжних операцій — 4464 люд.-год. Для виконання цієї програми обґрунтовано штат у складі трьох працівників. Підібрано мийну установку, столи для дефектації та комплектування, стелажі, стенд для перевірки гідроагрегатів, вертикально-свердильний верстат, слюсарний інструмент і допоміжні пристрої. Запропоноване планування забезпечує послідовний рух агрегатів від приймання і очищення до складання, випробування та видачі замовнику.

У конструкторському розділі розроблено стенд для ремонтно-випробувальних робіт з агрегатами гідросистеми. До його складу входять гідробак, електродвигун, шестеренний насос, гідророзподільник, манометр, рукави високого тиску, швидкокорозійні з'єднання, компресор, верстатні лещата та ручний прес. Стенд дає змогу виконувати закріплення агрегатів, перевірку герметичності, контроль роботи гідроциліндрів, видалення залишків робочої рідини та окремі пресові операції. Проведені розрахунки болтових з'єднань, гвинтового механізму, муфти, гвинта преса і привідного пальця підтвердили працездатність та достатню міцність конструкції.

У розділі з охорони праці визначено вимоги безпеки під час роботи у відділенні та на спроектованому стенді. Передбачено контроль тиску за манометром, перевірку справності рукавів високого тиску і з'єднань, використання заземлення, спецодягу, захисних окулярів та рукавиць. Особливу увагу приділено безпечній роботі з гідравлічною рідиною під тиском, електроприводом, компресором, ручним пресом і слюсарним інструментом. Дотримання цих вимог зменшує ризик травмування персоналу та підвищує безпечність ремонтного процесу.

Техніко-економічна оцінка підтвердила ефективність проєкту. Капіталовкладення у створення відділення прийнято на рівні 2,3 млн грн. Річні поточні витрати становлять 2 675 290 грн, собівартість одного умовного ремонту — 3091 грн, прийнята ціна умовного ремонту — 4482 грн. Очікуваний річний прибуток дорівнює 1 324 269 грн, рівень рентабельності становить 45,0 %, а строк окупності капітальних вкладень — 1,74 року. Отже, реалізація проєкту дозволить підвищити технічну готовність машинно-тракторного парку ФГ «Люна», скоротити простой техніки, зменшити залежність від віддалених сервісних підприємств і забезпечити господарству стабільний додатковий дохід від ремонту гідроагрегатів.

4.6.07.001.000.000.0	
Додаток 1	Додаток 2
Додаток 3	Додаток 4
Додаток 5	Додаток 6
Додаток 7	Додаток 8
Додаток 9	Додаток 10
Додаток 11	Додаток 12
Додаток 13	Додаток 14
Додаток 15	Додаток 16
Додаток 17	Додаток 18
Додаток 19	Додаток 20
Додаток 21	Додаток 22
Додаток 23	Додаток 24
Додаток 25	Додаток 26
Додаток 27	Додаток 28
Додаток 29	Додаток 30
Додаток 31	Додаток 32
Додаток 33	Додаток 34
Додаток 35	Додаток 36
Додаток 37	Додаток 38
Додаток 39	Додаток 40
Додаток 41	Додаток 42
Додаток 43	Додаток 44
Додаток 45	Додаток 46
Додаток 47	Додаток 48
Додаток 49	Додаток 50
Додаток 51	Додаток 52
Додаток 53	Додаток 54
Додаток 55	Додаток 56
Додаток 57	Додаток 58
Додаток 59	Додаток 60
Додаток 61	Додаток 62
Додаток 63	Додаток 64
Додаток 65	Додаток 66
Додаток 67	Додаток 68
Додаток 69	Додаток 70
Додаток 71	Додаток 72
Додаток 73	Додаток 74
Додаток 75	Додаток 76
Додаток 77	Додаток 78
Додаток 79	Додаток 80
Додаток 81	Додаток 82
Додаток 83	Додаток 84
Додаток 85	Додаток 86
Додаток 87	Додаток 88
Додаток 89	Додаток 90
Додаток 91	Додаток 92
Додаток 93	Додаток 94
Додаток 95	Додаток 96
Додаток 97	Додаток 98
Додаток 99	Додаток 100