

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 проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БАЗИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ЦЕНТРУ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ МОБІЛЬНИХ МАШИН АПК

Виконав: студентка 4 курсу, групи АІС-2-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Литвиненко Микола Іванович

Керівник: _____ Мельянцов Петро Тимофійович

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.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Литвиненко Миколі Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Удосконалення технологічної бази спеціалізованого центру з технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин АПК»

керівник роботи Мельянцов Петро Тимофійович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2026 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту Характеристика парку мобільних машин АПК оснащених гідравлічними трансмісіями. Дані про типові несправності та зношування елементів гідравлічних трансмісій. Існуюча технологічна база підприємства (планування, обладнання, рівень оснащення). Технологічні процеси обслуговування і ремонту (операції, трудомісткість, тривалість). Потреба у технологічному обладнанні.

4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. 1. Аналіз стану та перспектив розвитку технічного

сервісу гідравлічних трансмісій. 2. Аргументація проектних рішень та план виконання робіт 3. Проектування стенду для обкатки та випробування гідравлічних агрегатів трансмісії. 4. Охорона праці 5. Техніко-економічна оцінка. Основні висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Технологічний процес (A1). 2. Технологічне планування підрозділу (A1). 3. Стенд для обкатки та випробування гідравлічних агрегатів трансмісії (A1). 4. Гідравлічна схема стенда. (A1). 5. Робочі креслення деталей та складальних одиниць (A1). 6. Економічні показники (A1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1- 4	Мельянцов П. Т., доцент		
нормоконтроль	Івлєв В. В., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 05.05.2026 р.	Виконано
2	Технологічний	до 15.05.2026 р.	Виконано
3	Конструктивний	до 28.05.2026 р.	Виконано
4	Охорона праці	до 01.06.2026 р.	Виконано
5	Економічний	до 04.06.2026 р.	Виконано
6	Графічна частина	до 05.06.2026 р.	Виконано

Студент

(підпис)

Литвиненко М. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мельянцов П. Т.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Литвиненко М. І. «Удосконалення технологічної бази спеціалізованого центру з технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин АПК» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Технічний сервіс»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто питання підвищення ефективності технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин. Проведено аналіз сучасного стану сервісної інфраструктури, рівня технічної підготовки підприємств та існуючих технологічних процесів обслуговування і ремонту.

Обґрунтовано проектні рішення щодо організації виробничої діяльності сервісного центру. Виконано розрахунок річного обсягу та трудомісткості робіт, сформовано технологічний процес ремонту гідравлічних трансмісій, визначено потребу в обладнанні та кадрових ресурсах.

Розроблено стенд для обкатки та випробування гідравлічних агрегатів трансмісії, наведено його конструктивні особливості та підтверджено експлуатаційні параметри розрахунковими методами.

Розглянуто питання організації безпечних умов праці та проведена техніко-економічна оцінка запропонованих рішень.

Ключові слова: гідравлічна трансмісія, технічний сервіс, ремонт, мобільні машини, технологічний процес, трудомісткість, сервісний центр, стенд випробувань, обкатка, виробничі ділянки, технічне оснащення.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ	8
1.1 Актуальність сервісних послуг з підтримання та відновлення працездатного стану гідравлічних трансмісій	8
1.2 Аналіз технічної підготовки сервісного центру	10
1.3 Аналіз технологічних процесів з технічного сервісу гідравлічних трансмісій	11
1.4 Аналіз існуючої організації ремонтно-обслуговуючих робіт	14
1.5 Основні висновки та задачі проекту	15
2. АРГУМЕНТАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ	18
2.1 Аналіз потенційного парку мобільних машин з гідравлічними трансмісіями та територіальних меж зони сервісу	18
2.2 Розрахунок річного обсягу та трудомісткості сервісних робіт.....	21
2.3 Загальний технологічний процес ремонту гідравлічних трансмісій.....	22
2.4 Розподіл річної трудомісткості за технологічними групами робіт	25
2.5 Розрахунок технічного забезпечення виробничих ділянок.....	27
2.6 Визначення потреби в кадрових ресурсах для реалізації програми робіт.....	32
3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТКИ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ	36
3.1 Призначення і область використання розробленої конструкції	36
3.2 Описання та обґрунтування розроблюваної конструкції	36
3.3 Технічне підтвердження експлуатаційних параметрів проектного стенда	40
3.4 Організація робіт з використанням розробленої конструкції	47
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕК	49

4.1 Організація охорони праці в сервісному підрозділі з технічного сервісу гідравлічних трансмісій	49
4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом з обкатки та випробовування гідравлічних трансмісій	51
4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділенні з ремонту гідравлічних трансмісій	53
5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ	56
ЛІТЕРАТУРА	65
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

У зв'язку з інтенсивним впровадженням гідравлічних трансмісій особливої актуальності набуває питання організації ефективної системи технічного сервісу. Надійність та довговічність гідроагрегатів безпосередньо залежать від своєчасного проведення технічного обслуговування, діагностики, ремонту та відновлення їх працездатності. Відсутність належної сервісної інфраструктури призводить до зростання простоїв техніки, підвищення експлуатаційних витрат та зниження загальної ефективності аграрного виробництва [1].

На сьогодні в Україні спостерігається дефіцит спеціалізованих сервісних центрів, які б забезпечували повний комплекс робіт з технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій мобільних машин. Існуюча система обслуговування, що часто обмежується виробниками техніки, не відповідає сучасним вимогам щодо оперативності, доступності та якості сервісу [2, 3,4].

У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність у проектуванні та створенні спеціалізованих сервісних центрів, оснащених сучасним діагностичним обладнанням, випробувальними стендами та кваліфікованим персоналом. Такі центри повинні забезпечувати комплексне технічне обслуговування, ремонт і відновлення гідравлічних трансмісій, що дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності машин, знизити витрати на експлуатацію та забезпечити стабільність виробничих процесів.

У даному проєкті розглядаються питання проектування сервісного центру з технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій мобільних машин з урахуванням умов експлуатації в Дніпропетровській області. Основна увага приділяється обґрунтуванню виробничої структури центру, підбору технологічного обладнання, організації виробничих процесів та забезпеченню високої якості виконання сервісних робіт.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ

1.1 Актуальність сервісних послуг з підтримання та відновлення працездатного стану гідравлічних трансмісій

Сучасний парк мобільних машин, що експлуатуються в аграрному секторі України, характеризується високим рівнем насиченості технікою з гідравлічними трансмісіями. Передусім це стосується зернозбиральних комбайнів, у конструкції яких об'ємні гідроприводи є базовими елементами трансмісій і робочих систем. За статистичними даними, загальна кількість зернозбиральних комбайнів в Україні становить близько 57–62 тис. одиниць, причому більшість із них експлуатується понад нормативний термін служби [5].

З урахуванням частки аграрного виробництва та площ сільськогосподарських угідь, на такі промислово-розвинені регіони, як Дніпропетровська область, припадає орієнтовно 3–5% загального парку, що становить приблизно 1800–3000 зернозбиральних комбайнів. При цьому слід враховувати, що практично всі сучасні та значна частина експлуатованих машин оснащені гідростатичними або гідрооб'ємними трансмісіями, тобто об'єктами технічного сервісу виступає переважна більшість парку техніки.

Разом із кількісним зростанням парку машин актуалізується проблема їх надійності. Дослідження показують, що рівень технічної готовності комбайнів є недостатнім: коефіцієнт готовності в цілому може становити близько 0,8, що свідчить про значні простої через відмови [6]. Надійність вітчизняних комбайнів характеризується низьким напрацюванням на відмову: для комбайнів типу «Славутич» - близько 10 мотогодин; для «ДОН-1500» - 18–20 мотогодин; для узагальнених розрахунків - близько 50 мотогодин .

Для порівняння, імпортні машини мають напрацювання на відмову понад 150 мотогодин, що свідчить про істотну різницю в надійності та

ресурсі. При цьому середній час відновлення після відмови становить 3–10 годин, що призводить до значних втрат робочого часу в період пікових навантажень [6].

Аналіз структури відмов показує, що гідросистеми та трансмісії займають значну частку в загальному обсязі несправностей. Зокрема, частка відмов гідросистем може досягати 15%, а середній напрацювання на відмову становить близько 50–60 мото - годин [7]. Це обумовлено високою складністю гідравлічних агрегатів, їх чутливістю до забруднення робочої рідини та значними робочими навантаженнями.

Особливістю гідравлічних трансмісій є те, що їх відновлення потребує спеціалізованих умов. Високоточні елементи (аксіально-плунжерні насоси, гідромотори) працюють із мінімальними зазорами, що виключає можливість якісного ремонту в умовах звичайних ремонтних майстерень. Для цього необхідні: стенди для випробування гідроагрегатів під навантаженням; обладнання для тонкого очищення робочих рідин; вимірювальні системи високої точності; контрольоване середовище (чисті зони); спеціалізована підготовка персоналу.

Таким чином, навіть за умов наявності значного парку техніки, ефективно підтримання її працездатності безпосередньо залежить від розвитку спеціалізованих сервісних підприємств. Відсутність або недостатня кількість таких центрів призводить до збільшення простоїв, зниження коефіцієнта технічної готовності та значних економічних втрат у сільськогосподарському виробництві.

Отже, враховуючи: значну кількість мобільних машин із гідравлічними трансмісіями (тисячі одиниць у межах області); їх обмежену надійність та часті відмови (10–50 мотогодин до відмови); високу складність і спеціалізованість ремонтних робіт; створення сервісного центру з технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій є об'єктивно необхідним і технічно обґрунтованим напрямом підвищення ефективності експлуатації мобільних машин.

1.2 Аналіз технічної підготовки сервісного центру

Сервісний центр, що спеціалізується на технічному обслуговуванні та ремонті гідравлічних трансмісій мобільних машин, потребує комплексного підходу до технічної підготовки виробництва. Особливості конструкції об'ємних гідроприводів, їх висока точність та чутливість до умов експлуатації обумовлюють необхідність формування спеціалізованої матеріально-технічної бази, здатної забезпечити повний цикл діагностики, ремонту та випробування гідроагрегатів.

Першочерговим етапом технічної підготовки є аналіз номенклатури обслуговуваних агрегатів. До них належать аксіально-плунжерні насоси змінної продуктивності, гідромотори, гідророзподільники, гідростатичні трансмісії типу ГСТ, а також допоміжні елементи (фільтри, теплообмінники, трубопроводи). Враховуючи значну поширеність таких агрегатів у мобільних машинах, сервісний центр повинен бути орієнтований на універсальність обслуговування при одночасному забезпеченні високої точності ремонтних операцій.

Важливим аспектом є формування технологічної структури центру. Вона повинна включати такі основні виробничі зони: діагностичну дільницю для вхідного контролю технічного стану агрегатів; розбірно-мийну дільницю з обладнанням для очищення деталей та вузлів; дефектаційну дільницю з використанням контрольно-вимірювальних приладів; ремонтно-відновлювальну дільницю (шліфування, притирання, заміна елементів); складальну дільницю з дотриманням підвищених вимог до чистоти; випробувальну станцію для перевірки параметрів після ремонту.

Ключовим фактором ефективності є оснащення сервісного центру сучасним технологічним обладнанням. До обов'язкового складу входять стенди для випробування гідронасосів і гідромоторів під навантаженням, установки для фільтрації та дегазації робочих рідин, прецизійні вимірювальні прилади (мікрометри, індикатори, профілометри), а також обладнання для контролю герметичності та параметрів потоку. Особливу роль відіграють

автоматизовані діагностичні комплекси, які дозволяють визначати технічний стан агрегатів без їх повного розбирання.

Обслуговування гідравлічних трансмісій вимагає високої кваліфікації персоналу, знань у галузі гідравліки, трибології, матеріалознавства та діагностики. Тому необхідно передбачити систему підготовки та підвищення кваліфікації працівників, а також використання технічної документації виробників обладнання [8].

З урахуванням регіональних особливостей Дніпропетровської області, технічна підготовка сервісного центру повинна також враховувати структуру машинно-тракторного парку, інтенсивність експлуатації техніки та логістичні фактори. Це дозволить оптимізувати пропускну здатність центру, скоротити терміни виконання ремонтів та забезпечити оперативне обслуговування споживачів.

Таким чином, аналіз технічної підготовки сервісного центру показує, що його ефективне функціонування можливе лише за умови комплексного забезпечення: сучасного обладнання, раціональної виробничої структури, контрольованих умов виконання робіт та висококваліфікованого персоналу. Саме така організація дозволить забезпечити якісний технічний сервіс гідравлічних трансмісій мобільних машин, підвищити їх надійність та зменшити експлуатаційні витрати.

1.3 Аналіз технологічних процесів з технічного сервісу гідравлічних трансмісій

Технічний сервіс гідравлічних трансмісій мобільних машин являє собою сукупність взаємопов'язаних технологічних операцій, спрямованих на підтримання та відновлення їх працездатного стану, забезпечення номінальних експлуатаційних параметрів і відновлення ресурсу роботи. З огляду на високу точність виготовлення та складність конструкції об'ємних гідроприводів, технологічні процеси їх обслуговування та ремонту повинні

виконуватися за строго регламентованими схемами із застосуванням спеціалізованого обладнання та методів контролю.

Типовий технологічний процес технічного сервісу гідравлічних трансмісій включає такі основні етапи: приймання та первинну діагностику, демонтаж і розбирання агрегатів, очищення та дефектацію деталей, ремонт або заміну елементів, складання, випробування та регулювання, а також заключний контроль якості [9].

На етапі вхідної діагностики здійснюється оцінка технічного стану гідросистеми без повного розбирання. Визначаються основні робочі параметри: тиск, витрата робочої рідини, температура, рівень шуму та наявність витоків. Це дозволяє попередньо встановити характер несправності та орієнтовний обсяг ремонтних робіт.

Далі виконується розбирання агрегатів, яке потребує високої акуратності через наявність прецизійних пар тертя з мінімальними зазорами. Після цього проводиться очищення деталей, що є критично важливим етапом, оскільки залишки забруднень безпосередньо впливають на ресурс відремонтованого агрегату.

Етап дефектації передбачає виявлення зношених і пошкоджених елементів із використанням вимірювальних приладів та візуального контролю. Далі виконується ремонт або відновлення деталей (притирання, шліфування, заміна плунжерних пар, ущільнень), після чого здійснюється складання агрегату з дотриманням вимог чистоти та технологічної точності.

Завершальними операціями є випробування на стендах, де перевіряються основні параметри роботи (тиск, подача, герметичність, ККД), та остаточний контроль якості.

Незважаючи на наявність загально прийнятих технологічних схем ремонту, існуючі процеси технічного сервісу гідравлічних трансмісій мають ряд суттєвих недоліків.

Відсутність достатньої спеціалізації ремонтних підприємств. Більшість сервісних майстерень виконують лише часткові ремонтні операції, не забезпечуючи повного циклу відновлення гідроагрегатів.

Недостатній рівень діагностичного забезпечення. Часто діагностика виконується без використання стендів навантаження, що призводить до неточного визначення несправностей.

Порушення вимог чистоти під час ремонту. Відсутність чистих зон і контрольованого середовища спричиняє повторні відмови через забруднення робочої рідини та прецизійних пар.

Низький рівень відновлення прецизійних елементів, через відсутність високоточного обладнання. Багато деталей не відновлюються, а замінюються, що підвищує вартість ремонту.

Із-за відсутності стендового обладнання не всі підприємства мають можливість проводити повноцінні випробування під робочим навантаженням.

Ремонт гідравлічних систем потребує спеціальних знань, які часто відсутні у персоналу універсальних ремонтних майстерень. Через відсутність оптимізованих технологічних потоків терміни відновлення агрегатів є надмірними.

Таким чином, аналіз технологічних процесів технічного сервісу гідравлічних трансмісій показує, що вони є багатоступеневою системою взаємопов'язаних операцій, кожна з яких має критичне значення для забезпечення надійності та довговічності агрегатів. Однак існуюча система ремонту характеризується низкою суттєвих недоліків, пов'язаних із недостатньою спеціалізацією підприємств, низьким рівнем діагностичного та випробувального обладнання, а також порушенням технологічних вимог до чистоти та точності виконання робіт.

У результаті це призводить до зниження якості відновлення гідроагрегатів, скорочення їх ресурсу після ремонту та збільшення експлуатаційних витрат. Саме тому впровадження спеціалізованих сервісних центрів із повним технологічним циклом обслуговування гідравлічних трансмісій є необхідною умовою підвищення ефективності використання мобільних машин, особливо в умовах інтенсивної експлуатації.

1.4 Аналіз існуючої організації ремонтно-обслуговуючих робіт

Організація ремонтно-обслуговуючих робіт з технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин на сучасному етапі характеризується змішаною структурою, що включає як централізовані ремонтні підприємства, так і розосереджені ремонтні пункти господарств. При цьому основна частка робіт виконується в умовах господарських майстерень, які не спеціалізуються на гідравлічному обладнанні, що суттєво впливає на якість та ресурс відновлених агрегатів.

У більшості випадків технічне обслуговування гідравлічних трансмісій зводиться до виконання базових операцій: заміна робочої рідини, фільтрів, ущільнень, а також усунення зовнішніх витоків. Складніші операції — ремонт аксіально-плунжерних насосів, гідромоторів та гідростатичних трансмісій — виконуються переважно на спеціалізованих підприємствах або взагалі повертаються виробнику обладнання. Це створює значні логістичні затримки та збільшує час простою техніки.

У регіональних умовах, зокрема в Дніпропетровській області, система технічного сервісу гідравлічних трансмісій має ряд характерних особливостей. Основна маса мобільної техніки обслуговується в умовах господарств або на універсальних ремонтних базах, які не оснащені спеціалізованим обладнанням для діагностики та випробування гідроагрегатів. Це призводить до того, що значна частина несправностей усувається методом заміни вузлів без глибокого відновлення їх ресурсу.

Аналіз існуючої організації ремонтних робіт показує, що технологічний процес часто носить розірваний характер. Відсутня єдина система: діагностика, ремонт і випробування виконуються на різних рівнях технічного забезпечення, а інколи - у різних організаціях. Це ускладнює контроль якості та знижує надійність відновлених гідравлічних трансмісій.

Основними структурними недоліками існуючої організації ремонтно-обслуговуючих робіт є: Відсутність єдиних спеціалізованих центрів призводить до розпорошення ремонтних потужностей і зниження

ефективності їх використання; Більшість ремонтних підрозділів є універсальними та не мають вузькопрофільного обладнання для гідравліки; Відсутність стендів навантажувального випробування не дозволяє точно оцінити стан насосів і гідромоторів до та після ремонту; Відновлення прецизійних пар практично не виконується, що підвищує собівартість експлуатації техніки; Недотримання вимог до чистоти під час розбирання та складання гідроагрегатів призводить до повторних відмов; Універсальні ремонтні майстерні не забезпечують належного рівня підготовки спеціалістів саме з гідравлічних систем.

Окремо слід відзначити, що в існуючій системі сервісу відсутній чітко організований зворотний зв'язок між експлуатацією та ремонтом. Інформація про характер відмов і умови їх виникнення не систематизується, що ускладнює вдосконалення технологічних процесів та підвищення надійності гідравлічних трансмісій.

Таким чином, існуюча організація ремонтно-обслуговуючих робіт не повною мірою відповідає вимогам сучасної експлуатації мобільних машин із гідравлічними трансмісіями. Вона характеризується низьким рівнем спеціалізації, недостатньою технічною оснащеністю та фрагментарністю технологічних процесів.

У цих умовах створення спеціалізованого сервісного центру з повним циклом технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій є обґрунтованим напрямом удосконалення системи сервісу, що дозволить підвищити якість відновлення агрегатів, скоротити простої техніки та забезпечити стабільність її експлуатації в аграрному секторі регіону.

1.5 Основні висновки та задачі проекту

Проведений аналіз стану технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин показав, що сучасний машинно-тракторний парк характеризується високою насиченістю технікою з об'ємними гідроприводами, які працюють в умовах інтенсивних навантажень і

підвищеної зношуваності. При цьому рівень їх надійності є недостатнім, що підтверджується низьким напрацюванням на відмову та значними простоями техніки під час експлуатації.

Встановлено, що існуюча система технічного сервісу є розосередженою та недостатньо спеціалізованою. Основна частина обслуговування виконується в умовах універсальних ремонтних майстерень, які не мають необхідного діагностичного та випробувального обладнання для гідравлічних трансмісій. Це призводить до переважання спрощених методів ремонту (заміна вузлів замість відновлення), зниження ресурсу відремонтованих агрегатів та збільшення експлуатаційних витрат.

Аналіз технологічних процесів показав, що хоча загальна структура ремонту (діагностика, розбирання, дефектація, ремонт, складання та випробування) є логічно сформованою, її реалізація на практиці ускладнена через відсутність спеціалізованих умов, низький рівень чистоти, недостатню точність обладнання та дефіцит кваліфікованих кадрів.

Таким чином, існуючий стан технічного сервісу гідравлічних трансмісій не забезпечує необхідного рівня надійності та ефективності експлуатації мобільних машин, що обґрунтовує доцільність створення спеціалізованого сервісного центру з повним технологічним циклом обслуговування і ремонту.

У зв'язку з виявленими проблемами, у даній роботі необхідно вирішити такі основні задачі:

1. Проаналізувати парк машин із гідравлічними трансмісіями в регіоні та визначити потребу в їх технічному обслуговуванні і ремонті.
2. Обґрунтувати виробничу програму сервісного центру та розрахувати трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт.
3. Розробити технологічну схему виробничого процесу сервісного центру з урахуванням повного циклу ремонту гідроагрегатів.
4. Виконати планування виробничих ділянок із забезпеченням раціонального руху агрегатів і мінімізації внутрішніх переміщень.

5. Підібрати основне та допоміжне обладнання сервісного центру** відповідно до розрахованого обсягу робіт.

6. Розробити технологічне оснащення для ремонту гідравлічних трансмісій з метою механізації та підвищення точності операцій.

7. Розробити заходи з охорони праці при виконанні ремонтних робіт.

8. Виконати техніко-економічну оцінку проєкту сервісного центру та визначити його ефективність.

2. АРГУМЕНТАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ

2.1 Аналіз потенційного парку мобільних машин з гідравлічними трансмісіями та територіальних меж зони сервісу

Формування сервісного центру з технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій потребує визначення потенційної клієнтської бази, яка включає парк мобільних машин сільськогосподарського призначення, що експлуатуються в зоні обслуговування. Територіальною зоною сервісу прийнято регіон, що охоплює адміністративні райони, розташовані поблизу м. Дніпро: Дніпровський, Самарівський, Синельниківський та Солонянський райони.

Аналіз структури машинно-тракторного парку України показує, що зернозбиральні комбайни є основним видом мобільної сільськогосподарської техніки, який широко оснащується гідростатичними та гідрооб'ємними трансмісіями. Загальна кількість комбайнів у країні оцінюється на рівні понад 50–60 тис. одиниць, при цьому значна частина парку сформована машинами виробництва країн СНД (типу «ДОН-1500», «Нива», «Єнісей», «Славутич») та імпортними машинами (John Deere, CLAAS, Case IH, New Holland).

Основними факторами, що формують попит на сервіс гідравлічних трансмісій у регіоні, є: висока насиченість парку технікою з гідростатичними трансмісіями; значний вік машин (переважна частина експлуатується понад нормативний ресурс); інтенсивний сезонний режим роботи (перевантаження в період жнив); висока частота відмов гідроагрегатів через забруднення та знос прецизійних пар.

У зв'язку з цим технологічне удосконалення сервісного центру повинно виконуватись з урахуванням розширеної зони сервісного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки, оснащеної

гідравлічними трансмісіями, а також забезпеченням її технічної підтримки для підприємств аграрного сектору регіону.

Передбачається удосконалити технологічну базу сервісного центру підприємства «Дніпровський Агротехсервіс», з можливістю виконання повного комплексу робіт з технічного сервісу, діагностики та відновлення працездатного стану енергонасичених тракторів і самохідних машин. Зона обслуговування охоплюватиме суміжні структурні підрозділи підприємства в межах Самарівського, Синельниківського та Солонянського районів.

Основним критерієм техніко-економічного обґрунтування удосконалення технологічної бази є структура та кількісна характеристика парку мобільних машин вітчизняного та зарубіжного виробництва, оснащених гідравлічними трансмісіями, у межах визначеної зони сервісного обслуговування, а також інтенсивність їх експлуатації та рівень технічної готовності.

В таблиці 2.1 наведено розподіл парку мобільної сільськогосподарської техніки з гідравлічними трансмісіями між районами зони сервісного обслуговування з урахуванням рівня інтенсивності аграрного виробництва та структури посівних площ. Графічна реалізація розподілення техніки оснащеної гідро трансмісіями наведена на (рис.2.1).

Таблиця 2.1 - Розподіл парку мобільних машин

Район	Кількість техніки, од.	Частка, %	Технічна характеристика експлуатації
Дніпровський	330	27,5	Висока щільність техніки, інтенсивна експлуатація
Самарівський	360	30,0	Найбільша концентрація зернозбиральної техніки
Синельниківський	300	25,0	Змішаний парк, середньо-високе навантаження
Солонянський	210	17,5	Менша щільність, підвищений фізичний знос техніки
Разом	1200	100	

Найбільша частка техніки припадає на Самарівський район, що обумовлено значними площами сільськогосподарських угідь та високою щільністю використання зернозбиральної техніки.

Дніпровський район характеризується високою концентрацією техніки завдяки близькості до промислово-логістичного центру та наявності великих агропідприємств.

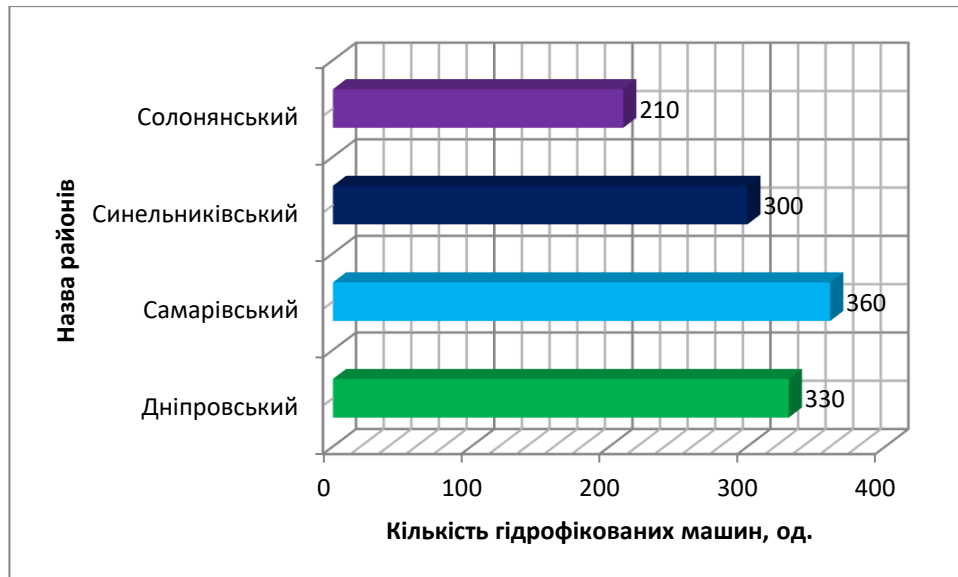


Рисунок 2.1 - Лінійчата гістограма розподілення техніки в зоні обслуговування сервісним центром

У Синельниківському районі спостерігається змішана структура парку з переважанням як вітчизняної, так і імпортової техніки, що формує стабільний попит на сервісні послуги.

Солонянський район має меншу кількість машин, однак характеризується підвищеним рівнем фізичного зносу техніки через тривалий термін експлуатації та обмежене оновлення машинного парку.

Детальний аналіз наявної техніки (рис.2.1) показує, що в Самарівському і Дніпровському районах кількісний склад техніки відрізняється на лише на 9%, що являється не суттєвим при виборі розміщення сервісного центру.

Такий розподіл підтверджує рівномірно-локалізоване навантаження на сервісний центр і обґрунтовує доцільність його розміщення в м. Дніпро (центральній частині зони обслуговування) з метою мінімізації транспортних витрат і часу простою техніки.

2.2 Розрахунок річного обсягу та трудомісткості сервісних робіт

За проектними рішеннями в сервісному центрі планується проведення трудомістких капітальних ремонтів і поточних ремонтів гідравлічних трансмісій таких марок: ГСТ-90, ГСТ-112, Sauer, Danfos, Linde та ін.

Для обґрунтування річної програми ремонтно-обслуговуючих робіт першочергово визначається кількість капітальних ремонтів для мобільних машин, які експлуатуються на заданій території за формулою [5]:

$$N_{кр.} = K_{ох.} \cdot n, \quad (2.1)$$

де $K_{ох.}$ – коефіцієнт, що охоплює проведення капітальних ремонтів тракторів і – тої марки ($K'_{ох.} = 0,3$);

n – число і-тої марки техніки, що підпадає до зони обслуговування, од. ($n = 1200$ од.).

$$N_{кр.} = 0,3 \cdot 1200 = 360 \text{ од.}$$

Для гідравлічних трансмісій поточні ремонти проводяться за потребою при умові, що несправність усувається уникненням розбирання базових агрегатів, а лише усуненням несправності по відношенню до не складних агрегатів наприклад (гідророзподільник керування робочим об'ємом трансмісії, насос підживлення, клапанна коробка, торцеве ущільнення та ін.). В зв'язку з цим кількість поточних ремонтів також визначається з застосуванням коефіцієнта охоплення поточним ремонтом, який дорівнює - $K_{ох.} = 0,1$.

Тоді кількість поточних ремонтів на існуючий машинний парк складе:

$$N_{кр.} = 0,1 \cdot 1200 = 120 \text{ од.}$$

Річний обсяг робіт вважається базовим показником для сервісного центру, оскільки він зумовлює потребу в ресурсах: від кількості робочих

місць і обладнання до розмірів виробничих цехів. Розрахунок загальної трудомісткості є обов'язковим етапом розробки виробничої програми.

Показник трудомісткості капітального і поточного ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій розраховується за такою залежністю:

$$T_{\text{сум}}^{IT} = T_{KP}^i \cdot N_{KP}^i + T_{IP}^i \cdot N_{IP}^i, \quad (2.4)$$

де $T_{\text{сум}}^{IT}$ - сумарна трудомісткість ремонту гідравлічних трансмісій і-ої марки, люд.-год.;

T_{IP}^i - відповідно середня трудомісткість капітального і поточного ремонту комплекту гідравлічної трансмісії, люд.-год. ($T_{KP}^i = 35,0 \text{ люд} - \text{год}$, $T_{IP}^i = 12 \text{ люд} - \text{год}$);

N_{KP}^i , N_{IP}^i - відповідно число запланованих капітальних і поточних ремонтів агрегатів гідравлічних трансмісій і-ої марки, од. ($N_{KP}^i = 360 \text{ рем.}$, $N_{IP}^i = 120 \text{ рем.}$).

$$T_{\text{сум}}^{IT} = 360 \cdot 35 + 120 \cdot 12 = 12600 + 1440 = 14040 \text{ люд} - \text{год}$$

Отже річна трудомісткість сервісного центру, який надає послуги з відновлення працездатності гідравлічних трансмісій мобільної техніки для чотирьох районів області складе - $T_{\text{сум}}^{IT} = 14040 \text{ люд.} - \text{год}$.

2.3 Загальний технологічний процес ремонту гідравлічних трансмісій

Технологічний процес ремонту агрегатів і вузлів гідроприводу трансмісій суттєво відрізняється від традиційних схем ремонту вузлів сільськогосподарських машин, що обумовлено високою точністю виготовлення елементів, наявністю прецизійних пар тертя та підвищеними вимогами до чистоти робочого середовища.

Загальна схема технологічного процесу капітального ремонту наведена на (рис. 2.2).

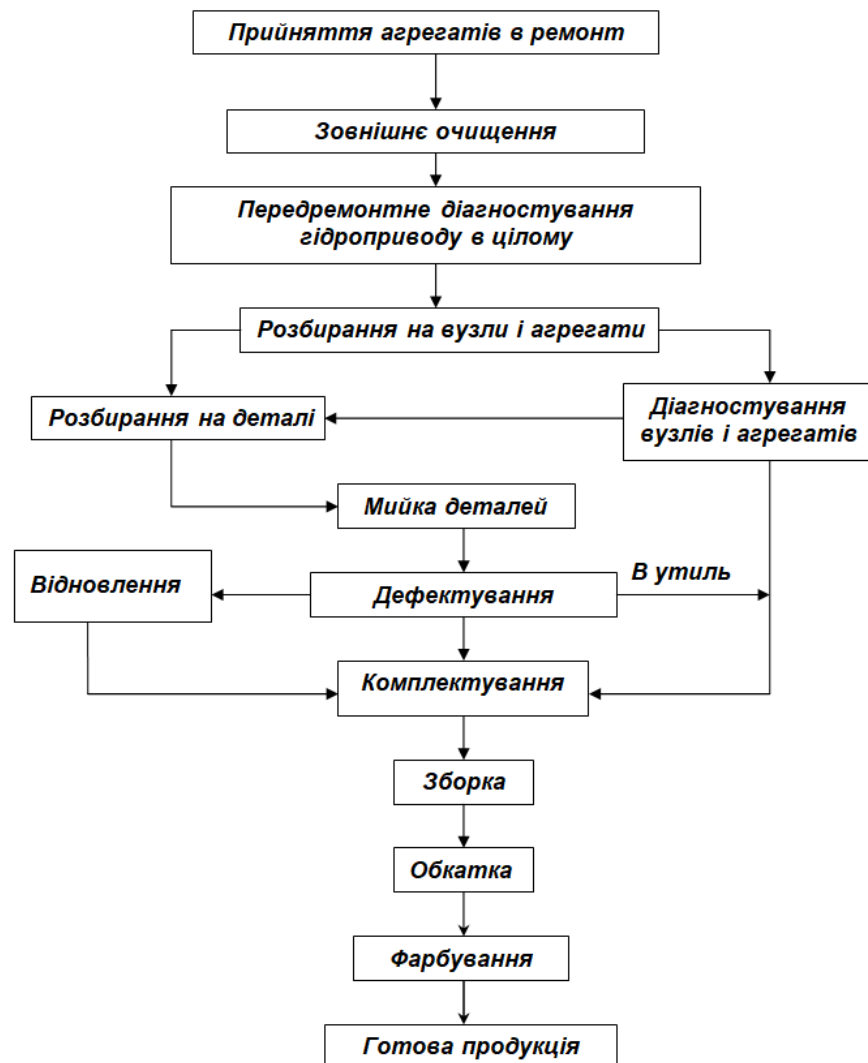


Рис.2.2 – Загальна схема технологічного процесу

У зібраному вигляді агрегати (гідронасоси, гідромотори) надходять до спеціалізованого відділення з ремонту гідравлічних трансмісій. На першому етапі виконується зовнішнє очищення та мийка, що передбачає видалення забруднень, залишків мастила та пилу із застосуванням мийних установок або струменевої обробки. Це необхідно для запобігання потраплянню абразивних частинок у внутрішні порожнини агрегатів під час розбирання.

Після очищення проводиться передремонтне діагностування гідроприводу в цілому (за наявності можливості перевірки на машині або

стенді). Визначаються основні параметри роботи: тиск, подача, герметичність, рівень шуму та нагріву. Це дозволяє локалізувати несправний елемент і уникнути необґрунтованого повного розбирання агрегату.

Наступним етапом є підрозбірка агрегату на основні вузли (насос підживлення, розподільник керування, гідромоторна частина тощо) з подальшим їх діагностуванням. Перевірка виконується з використанням контрольно-вимірювальних приладів і дозволяє визначити технічний стан окремих функціональних елементів.

Після цього несправні вузли підлягають повному розбиранню. Операція виконується з дотриманням технологічної послідовності, із застосуванням спеціальних пристроїв, що забезпечують збереження геометрії деталей і запобігають їх пошкодженню.

Очищення деталей здійснюється в мийних установках із використанням спеціальних розчинів або ультразвукових методів. Особлива увага приділяється очищенню каналів, порожнин і поверхонь прецизійних пар.

На етапі дефектації проводиться комплексна оцінка технічного стану деталей: візуальний контроль (наявність тріщин, задирів, корозії); вимірювальний контроль (визначення зносу, відхилень геометрії); перевірка якості поверхонь.

Дефектація виконується на спеціалізованому робочому місці з використанням вимірювального інструменту (мікрометри, індикатори, нутроміри) та нормативної документації.

За результатами дефектації деталі розподіляються на три групи: придатні до подальшого використання; такі, що підлягають відновленню; непридатні (утиль).

Відновлення деталей включає шліфування, притирання, полірування, відновлення геометричних розмірів або заміну прецизійних елементів (плунжерні пари, підшипники, ущільнення).

Після цього здійснюється комплектування і складання агрегатів, яке виконується з використанням придатних, відновлених і нових деталей.

Складання проводиться в умовах підвищеної чистоти з дотриманням технологічних вимог до моментів затягування та точності встановлення елементів.

Завершальним етапом є обкатка, регулювання та стендові випробування агрегатів. На випробувальних стендах перевіряються: робочий тиск; подача; герметичність; температурний режим; коефіцієнт корисної дії.

При необхідності виконується регулювання параметрів до нормативних значень.

Після успішного проходження випробувань агрегати підлягають зовнішньому очищенню, консервації та фарбуванню, що забезпечує їх захист від корозії під час зберігання. Відремонтовані агрегати передаються на склад готової продукції.

2.4 Розподіл річної трудомісткості за технологічними групами робіт

Для забезпечення ефективного функціонування сервісного центру з технічного обслуговування та ремонту гідравлічних трансмісій необхідно виконати розподіл загальної річної трудомісткості за основними технологічними групами робіт. Такий розподіл дозволяє обґрунтувати структуру виробництва, визначити завантаження ділянок, кількість персоналу та потребу в обладнанні.

Загальна річна трудомісткість робіт сервісного центру становить: $T_p = 14040$ люд.-год

З урахуванням специфіки технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій, трудомісткість доцільно розподілити за наступними технологічними групами: діагностичні роботи; розбірно-мийні роботи; дефектація; ремонтно-відновлювальні роботи; складальні роботи; випробування та регулювання; допоміжні роботи (транспортні, складські, підготовчо-завершальні).

Розподіл трудомісткості приймається на основі аналізу структури технологічного процесу та практики спеціалізованих ремонтних підприємств.

В таблиці 2.2 представлено розподіл трудомісткості за видами робіт і в вигляді лінійчатої гістограми його наведено на рис.2.3.

№ з/п	Технологічна група робіт	Частка, %	Трудомісткість, люд.-год
1	Діагностичні роботи	8	1123
2	Розбірно-мийні роботи	12	1685
3	Дефектація	10	1404
4	Ремонтно-відновлювальні роботи	30	4212
5	Складальні роботи	18	2527
6	Випробування і регулювання	12	1685
7	Допоміжні роботи	10	1404
Разом	-	100	14040

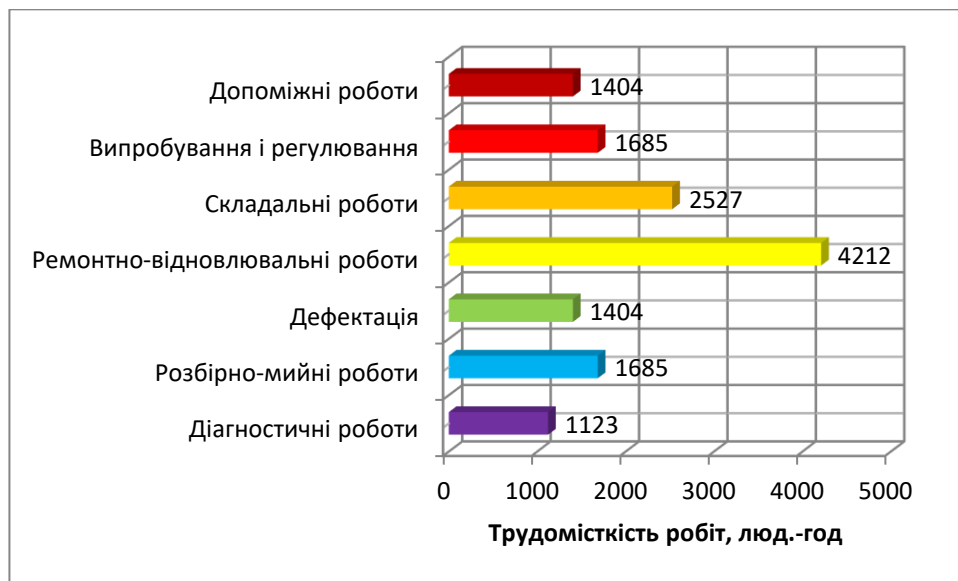


Рис.2.3 - Лінійчата гістограма розподілення трудомісткості

Найбільша частка трудомісткості припадає на ремонтно-відновлювальні роботи (30%), що пояснюється необхідністю виконання високоточних операцій з відновлення прецизійних деталей (плунжерних пар, робочих поверхонь, ущільнень).

Значний обсяг займають складальні роботи (18%), які потребують високої точності, дотримання чистоти та технологічних регламентів.

Розбірно-мийні роботи (12%) та випробування (12%) є обов'язковими етапами, що забезпечують якість ремонту та підтвердження працездатності агрегатів після відновлення.

Діагностика (8%) та дефектація (10%) формують основу для прийняття технічних рішень щодо ремонту та визначення обсягу відновлювальних робіт.

Допоміжні роботи (10%) включають внутрішньо цехове транспортування, підготовку робочих місць, складські операції та обслуговування виробництва.

Виконаний розподіл річної трудомісткості дозволяє сформувати раціональну структуру сервісного центру, визначити склад виробничих дільниць і забезпечити їх рівномірне завантаження. Отримані дані є вихідною базою для подальших розрахунків чисельності персоналу, підбору технологічного обладнання та планування виробничих площ.

2.5 Розрахунок технічного забезпечення виробничих дільниць

Вихідними даними для визначення кількості технологічного обладнання є структура виробничого процесу та трудомісткість виконання окремих технологічних операцій і видів робіт.

У процесі проектування сервісного центру необхідно виконати розрахунок потреби в основному технологічному обладнанні, яке забезпечує виконання найбільш відповідальних, складних і трудомістких операцій з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій та відновлення їх деталей.

До складу основного обладнання відносяться засоби, що безпосередньо беруть участь у реалізації ключових технологічних процесів, а саме: мийні установки для очищення агрегатів і деталей; металооброблювальне обладнання (токарні, шліфувальні, доводочні верстати); установки для відновлення поверхонь (зокрема ванни для гальванічного нарощування); стенди для обкатки, регулювання та випробування гідроагрегатів під навантаженням.

Зазначене обладнання визначає виробничу потужність сервісного центру та рівень якості виконання ремонтно-відновлювальних робіт.

Кількість мийних установок періодичної дії розраховується за наступною залежністю:

$$n_m = \frac{G_{zag} \cdot t_{цикл}}{\Phi_{д.об} \cdot q_{зав} \cdot k_{\epsilon} \cdot \eta_{\epsilon}}, \quad (2.5)$$

де: G_{zag} - сумарна річна маса компонентів та вузлів, що потребують очищення, кг; $t_{цикл}$ - тривалість одного технологічного циклу миття (рекомендовано $t < 0,5 год.$); $\Phi_{д.об}$ - дійсний фонд робочого часу обладнання протягом року з урахуванням режиму змінності, год ($\Phi_{д.об} = 1500 год.$); $q_{зав}$ - гранична вантажопідйомність мийної камери (ванни) за один цикл завантаження, кг ($q_{зав} = 500 кг$); k_{ϵ} - коефіцієнт ефективності використання вантажопідйомності, що враховує щільність укладання та конфігурацію деталей ($k_{\epsilon} = 0,6...0,8$); η_{ϵ} - коефіцієнт екстенсивного використання обладнання за часом ($\eta_{\epsilon} \approx 0,9$).

Загальна маса деталей, що підлягають очищенню, визначається за формулою:

$$Q = N_p \cdot m, \quad (2.6)$$

де N_p – річна програма ремонтів ($N_p \approx 500 од.$)

m – маса деталей одного комплекту гідроприводу, кг. ($m = 120 кг.$).

$$Q = 500 \cdot 120 = 60000 кг.$$

Звідси кількість машин згідно (2.5) дорівнює

$$n_m = \frac{60000 \cdot 0,4}{1500 \cdot 500 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,1 \approx 1 \text{ мийна машина}$$

Для забезпечення технологічного процесу очищення вузлів та деталей приймаємо до встановлення одну мийну машину моделі ОМ-1366Г.

Кількість стендів для розбирання і складання об'ємних гідромашин визначаємо по формулі:

$$S_c = \frac{N_a \cdot t \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.7)$$

де N_a – кількість агрегатів гідроприводу, що підлягають розбиранню та складанню в процесі ремонту, од.; (t – час на розбирання і складання агрегату ($t = 1,4$ люд-год));

c – коефіцієнт що враховує можливість повторного розбирання та складання, ($c = 1,1$);

η_c - коефіцієнт використання стенду ($\eta_c = 0,9$).

Річна програма капітальних і поточних ремонтів складає в цілому 480 гідравлічних трансмісій. За конструкцією до трансмісії входить два агрегати: аксіально-поршневий гідромотор і аксіально-поршневий гідронасос. Таким чином загальна кількість агрегатів, які будуть розбиратися становить $N_a = 960$ агрег. і відповідно така ж кількість буде складатись. В загалом $N_a = 1920$ агрег.

Тоді

$$S_c = \frac{1920 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,9} = 2 \text{стенда}$$

Згідно розрахунків приймаємо два стенди власного виготовлення в зв'язку з відсутністю типових конструкцій стендів для розбирання та складання об'ємних гідромашин

В процесі ремонту об'ємних гідромашин згідно технології робіт застовуються операції перед ремонтного діагностування вузлів гідромашин: насоса підживлення, розподільника керування робочим об'ємом, клапанної коробки. Для їх контролю застосовується стенд KI-4815M. Кількість стендів даної марки визначається за виразом:

$$S_c = \frac{\sum N_{\theta} \cdot \sum t_{\theta} \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.8)$$

де $\sum N_{\epsilon}$ - сумарна кількість вузлів, що проходять перед ремонтне діагностування, од. (клапанна коробка - $N_{KK} = 480 \text{ од.}$, насос підпитки - $N_{НП} = 480 \text{ од.}$, розподільник керування - $N_{PK} = 480 \text{ од.}$)

$\sum t_{\epsilon}$ - сумарна трудомісткість діагностувальних робіт, люд-год. (для клапанної коробки - $t_{KK} = 0,62 \text{ год.}$, насоса підживлення - $t_{нп} = 0,82 \text{ год.}$, розподільника керування - $t_{PK} = 0,52 \text{ год.}$).

Тоді

$$S_c = \frac{(N_{KK} \cdot t_{KK} + N_{НП} \cdot t_{нп} + N_{PK} \cdot t_{PK}) \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.9)$$

$$S_c = \frac{(480 \cdot 0,6 + 480 \cdot 0,8 + 480 \cdot 0,5) \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,9} = 0,44 \approx 1,0 \text{ стенд}$$

Приймаємо один стенд марки KI-4815M

Кількість стендів для обкатки та випробування відремонтованої гідравлічної трансмісії визначається із виразу

$$S_{об} = \frac{N_{mp} \cdot t_{mp} \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.10)$$

де N_{mp} - кількість трансмісій що підлягають випробуванню на протязі року, од. ($N_{mp} = 480 \text{ од.}$);

t_{mp} - час випробування однієї трансмісії, год ($t_{mp} = 2,4 \text{ год.}$)

$$S_{об} = \frac{480 \cdot 2,4 \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,9} = 1 \text{ стенд}$$

Приймаємо один стенд для обкатки та випробування гідравлічних трансмісій власного виготовлення в зв'язку з відсутністю заводських конструкцій таких стендів. Все інше обладнання приймається згідно технології проведення робіт і зводиться до таблиці (додаток А). А його

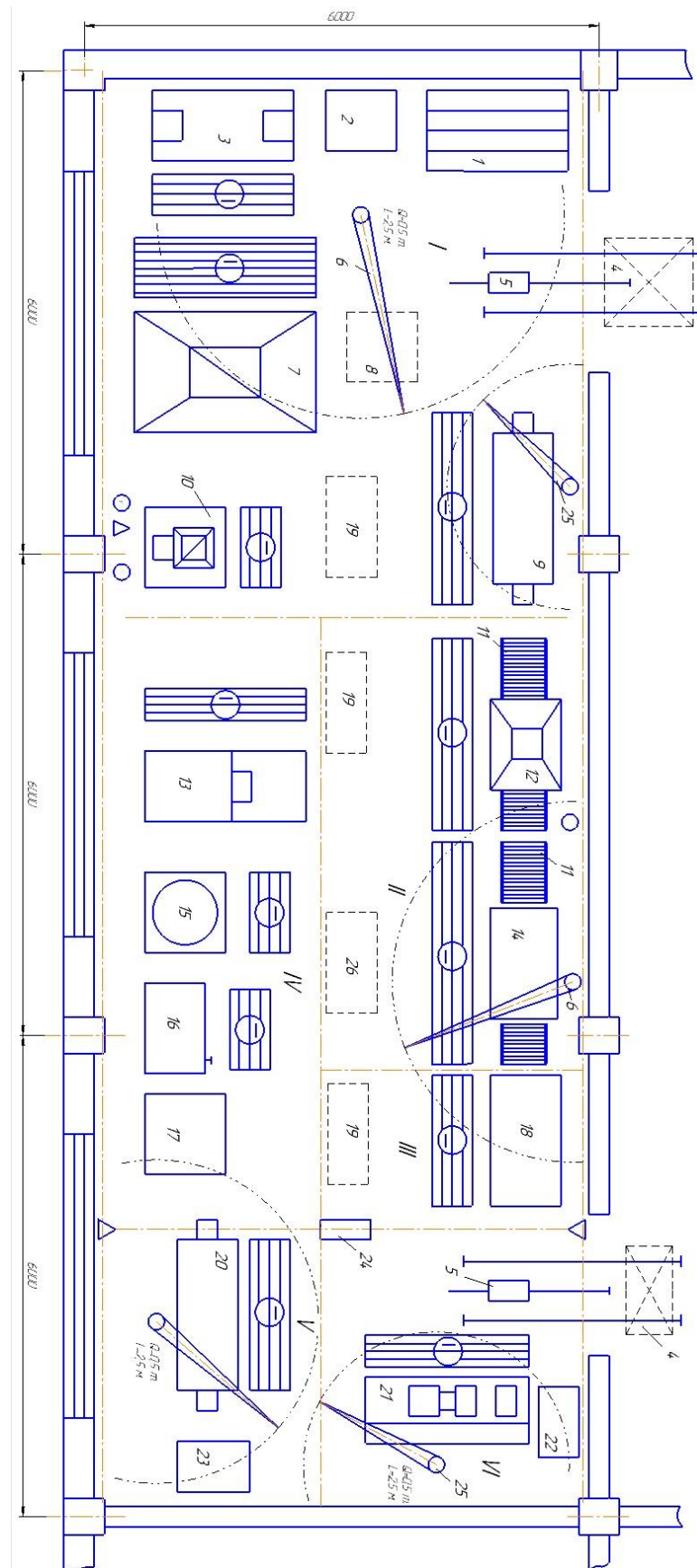


Рисунок 2.4 - Технологічне планування сервісного центру

2.6 Визначення потреби в кадрових ресурсах для реалізації програми робіт

Для розрахунку кількості персоналу для сервісного центру використаємо вихідні дані: річна трудомісткість $T_{рлч} = 14040 \text{ люд.} - \text{год}$

Для визначення кількості робітників використовуємо дві величини: технологічно необхідну (явочну) та штатну (спискову). Вихідні дані:

Φ_n (номінальний фонд часу) = 2015 год; Φ_o (дійсний фонд часу) $\approx 1840 \text{ год.}$;
 $K_{вн}$ (коефіцієнт виконання норм) = 1,05.

Явочна чисельність (N_y):

$$N_y = \frac{T_{рлч}}{\Phi_n \cdot K_{вн}} = \frac{14040}{2015 \cdot 1,05} = \frac{14040}{2115,75} = 6,63 \approx 6 \text{ чол.}, \quad (2.11)$$

Приймаємо 6 осіб.

Штатна чисельність ($N_{шт}$):

$$N_{шт} = \frac{T_{рлч}}{\Phi_o \cdot K_{вн}} = \frac{14040}{1840 \cdot 1,05} = \frac{14040}{1932} = 7 \text{ чол.}, \quad (2.7)$$

Приймаємо 7 осіб.

Отже технологічно необхідна кількість робітників для сервісного центру становить 7 осіб.

Згідно виду робіт та їх трудомісткості проведемо розподілення робочих за робочими ділянками (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 - Розрахунок кількості робітників за видами робі

№ з/п	Найменування (робіт)	Трудомісткість, люд.-год	Розрахункова кількість (Рт)	Прийнята кількість (Рп)
1	Діагностичні роботи	1123	0,58	1
2	Розбірно-мийні роботи	1685	0,87	1
3	Дефектація	1404	0,72	1

Закінчення табл.2.5

4	Ремонтно-відновлювальні роботи	4212	2,18	2
5	Складальні роботи	2527	1,3	1
6	Випробування і регулювання	1685	0,87	1
7	Допоміжні роботи	1404	0,72	-
Усього		14040	7	7

Аналіз розрахункової (P_T) та прийнятої (P_P) чисельності робітників показує наявність нерівномірності завантаження персоналу за окремими технологічними групами робіт. Зокрема, для більшості дільниць прийнято по одному працівнику при розрахунковій потребі менше одиниці, що призводить до недовантаження робочого часу.

Найбільше недовантаження спостерігається на наступних видах робіт:

- діагностичні роботи: $P_T = 0,58 \rightarrow \text{резерв} \approx 0,42$;
- розбірно-мийні роботи: резерв $\approx 0,13$;
- дефектація: резерв $\approx 0,28$;
- випробування і регулювання: резерв $\approx 0,13$;
- складальні роботи: резерв $\approx 0,30$.

Сумарний резерв недовантаження становить близько $\Delta P \approx 1,26 \text{ робітника}$.

Водночас у структурі виробництва передбачена трудомісткість допоміжних робіт (1404 люд.-год), для яких окрема штатна одиниця не виділяється. Крім того, на дільниці ремонтно-відновлювальних робіт ($P_T = 2,18$; $P_P = 2$) спостерігається незначне перевантаження ($\approx 0,18$), що також потребує часткового перерозподілу трудових ресурсів.

З метою забезпечення повного використання фонду робочого часу та підвищення ефективності роботи сервісного центру приймається комбіноване закріплення функцій за робітниками, яке передбачає залучення недовантажених працівників до виконання допоміжних робіт: внутрішньоцехове транспортування агрегатів; підготовчо-завершальні операції; очищення та підготовка деталей; комплектування вузлів.

Необхідно передбачити часткове суміщення професій і операцій, а саме: діагност $\rightarrow$ участь у випробуваннях і регулюванні; слюсарі розбірно-

мийних робіт → допоміжні операції при дефектації; складальник → участь у обкатці та підготовці агрегатів до випробувань.

Актуальним являється перерозподіл навантаження з перевантажених ділень, насамперед: залучення працівників інших ділень до ремонтно-відновлювальних робіт у пікові періоди; виконання частини підготовчих операцій (зачистка, підгонка) суміжними працівниками.

Таким чином, за рахунок використання резерву робочого часу ($\approx 1,26$ чол.), залучення до виконання допоміжних робіт (1404 люд.-год) і раціонального суміщення технологічних операцій, досягається повне завантаження прийнятої чисельності персоналу (7 осіб) без введення додаткових штатних одиниць.

Запропонований підхід забезпечує: підвищення коефіцієнта використання робочого часу; зменшення простоїв персоналу; гнучкість виробничого процесу; ефективне функціонування сервісного центру в умовах нерівномірного надходження агрегатів у ремонт.

Висновки по розділу.

1. Проведений аналіз машинно-тракторного парку в межах визначеної зони обслуговування (Дніпровський, Самарівський, Синельниківський, Солонянський райони) показав наявність значного обсягу мобільної техніки (≈ 1200 од.) з гідравлічними трансмісіями, що формує стабільний і економічно доцільний попит на створення спеціалізованого сервісного центру.

2. Обґрунтовано раціональність розміщення сервісного центру в м. Дніпро як центральній точці зони обслуговування, що забезпечує мінімізацію транспортних витрат, скорочення часу простою техніки та рівномірне покриття навантаження між районами.

3. Визначено річну виробничу програму та загальну трудомісткість робіт (14040 люд.-год), при цьому найбільшу частку становлять ремонтно-відновлювальні (30%) та складальні роботи (18%), що визначає підвищені вимоги до кваліфікації персоналу і технологічного оснащення.

4. Сформовано структуру технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій, яка включає діагностику, розбирання, дефектацію, відновлення, складання та випробування, і характеризується високими вимогами до точності обробки та чистоти виконання операцій.

5. Обґрунтовано склад технологічного обладнання та чисельність персоналу (7 осіб), при цьому, за рахунок суміщення професій і перерозподілу навантаження забезпечується повне використання фонду робочого часу та ефективне функціонування сервісного центру без збільшення штатної чисельності.

3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТКИ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ

3.1 Призначення і область використання розробленої конструкції

Запропонована конструкція стенду призначена для обкатки та випробування агрегатів гідравлічних трансмісій типу ГСТ-112, ГСТ-90, а також аналогічних гідроприводів, що застосовуються на імпорتنих зернозбиральних комбайнах. Випробування здійснюється в комплексі, тобто з оцінкою роботи гідроприводу як єдиної функціональної системи.

Крім комплексних випробувань, стенд забезпечує можливість проведення локальних діагностичних перевірок, зокрема: контролю внутрішньої герметичності гідронасоса та гідромотора перевірки технічного стану клапанів високого тиску; визначення тиску спрацювання запобіжних і переливних клапанів; оцінки параметрів клапанної апаратури гідромотора.

Конструктивне виконання стенду характеризується відносною простотою та технологічністю виготовлення, що дозволяє реалізувати його виробництво в умовах ремонтного підприємства без залучення спеціалізованих заводів-виробників. Це, у свою чергу, забезпечує зниження капітальних витрат порівняно з придбанням серійних аналогів.

Застосування у конструкції уніфікованих і стандартизованих вузлів та агрегатів підвищує ремонтпридатність стенду, спрощує його технічне обслуговування та скорочує час відновлення працездатності.

Розроблений стенд може ефективно використовуватись на спеціалізованих дільницях технічного сервісу гідравлічних трансмісій мобільних машин, а також на ремонтних підприємствах і заводах, що виконують відновлення гідроагрегатів.

3.2 Описання та обґрунтування розроблюваної конструкції

У процесі ремонту аксіально-поршневих гідромашин операції обкатки та

випробування відзначаються підвищеною трудомісткістю. Це зумовлено складністю монтажу агрегатів на стенд, ризиком порушення герметичності під час випробувань, а також необхідністю контролю значної кількості робочих параметрів, що визначають якість виконаного ремонту.

Для забезпечення ефективного виконання зазначених операцій конструкція випробувального стенда повинна відповідати ряду технічних вимог, а саме: характеризуватися високою надійністю та продуктивністю, мінімальними енергетичними витратами і матеріалоємністю, а також забезпечувати зручність експлуатації.

Надійність роботи стенда досягається за рахунок використання вузлів і комплектуючих із високим ресурсом та низькою імовірністю відмов. Підвищення продуктивності та покращення умов праці обслуговуючого персоналу забезпечується максимальною механізацією операцій і зменшенням частки ручної праці.

Зниження енерговитрат і матеріалоємності конструкції вимагає обґрунтованого підходу до вибору силових елементів, типу приводу та конструктивних рішень. Ергономічність виконання контрольно-випробувальних робіт забезпечується раціональним розташуванням органів керування, зручною робочою позою оператора, а також застосуванням спеціалізованих пристроїв і технологічного оснащення.

Усі наведені вимоги повинні бути враховані на етапі проєктування стенда. Схема запропонованої конструкції стенда для обкатки та випробування аксіально-поршневих гідромашин наведена на (рис. 3.1.).

Обкатка гідравлічної трансмісії здійснюється наступним чином. Привід гідронасоса реалізується від електродвигуна 20 через муфту 29. Робоча рідина, що подається основним насосом типу НП-90, надходить до гідромотора МП-90. Регулювання напрямку потоку та подачі робочої рідини здійснюється за допомогою механізму керування робочим об'ємом насоса (золотникового типу).

Навантаження на валу випробуваного гідромотора створюється за допомогою порошкового гальма 19. Використання такого типу гальмівного

пристрою дозволяє формувати змінні (статичні та динамічні) навантаження, що є необхідною умовою для проведення повноцінної обкатки та перевірки працездатності гідравлічних трансмісій у режимах, наближених до експлуатаційних.

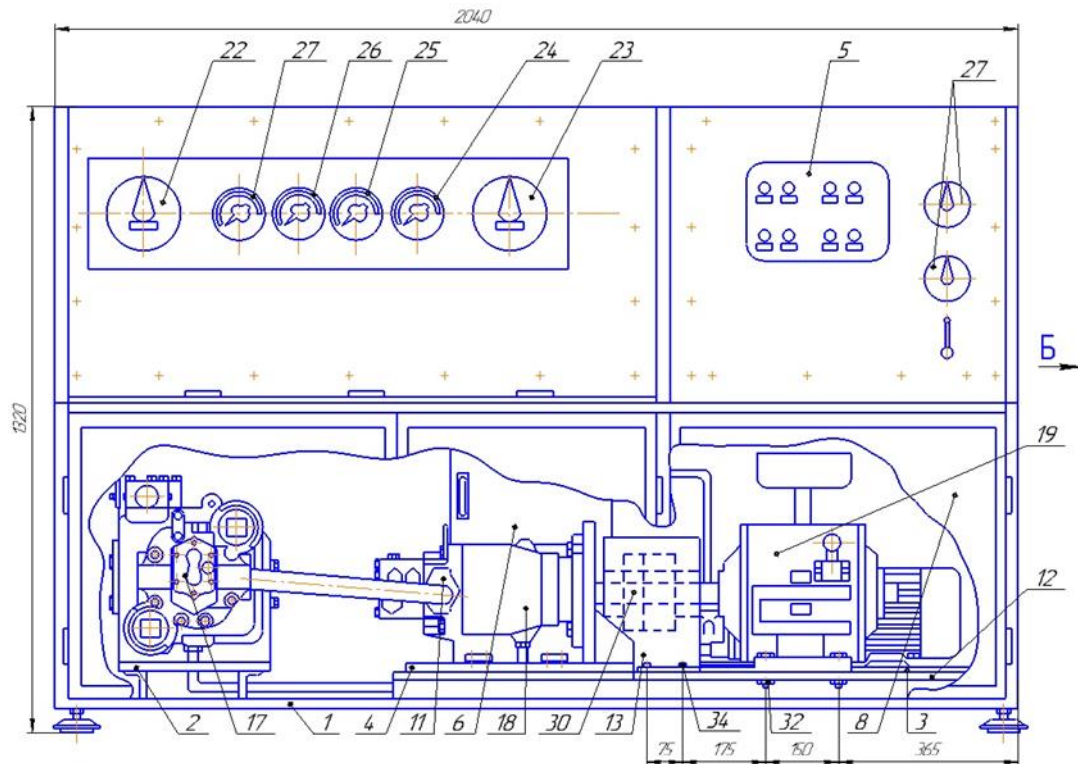


Рис. 3.1 – Загальний вид конструкції стенда для обкатки та випробування гідравлічних трансмісій: 1 – рама; 2, 3, 4, 7, 12, 16 – основи кріплення агрегатів; 5 – пульт керування; 6 – бак; 8, 9, 10 – дверцята; 11 – патрубок; 13, 14 – кожухи; 15 – упор; 17 – гідронасос; 18 – гідромотор; 19 – гальмо; 20, 21 – електродвигуни; 22, 23 – лічильники; 24, 25, 26 – манометри; 27 – термометр; 28 – насос підпитки; 29, 30 – муфти; 31, 31, 33, 34 – болтові з’єднання

Застосування електромагнітного порошкового гальма забезпечує можливість утримання вала гідромотора (або навантаженого агрегату) із заданим і стабілізованим крутним моментом. Це має принципове значення, оскільки рівномірне та кероване навантаження дозволяє отримувати достовірні та відтворювані результати вимірювання контрольованих параметрів у процесі випробувань.

Таким чином, запропонована конструкція стенда відповідає технічним вимогам, що висуваються до випробувального обладнання спеціалізованих ремонтних підприємств, зокрема за показниками надійності, функціональності та точності контролю.

Гідравлічна схема стенда наведена на (рис. 3.2).

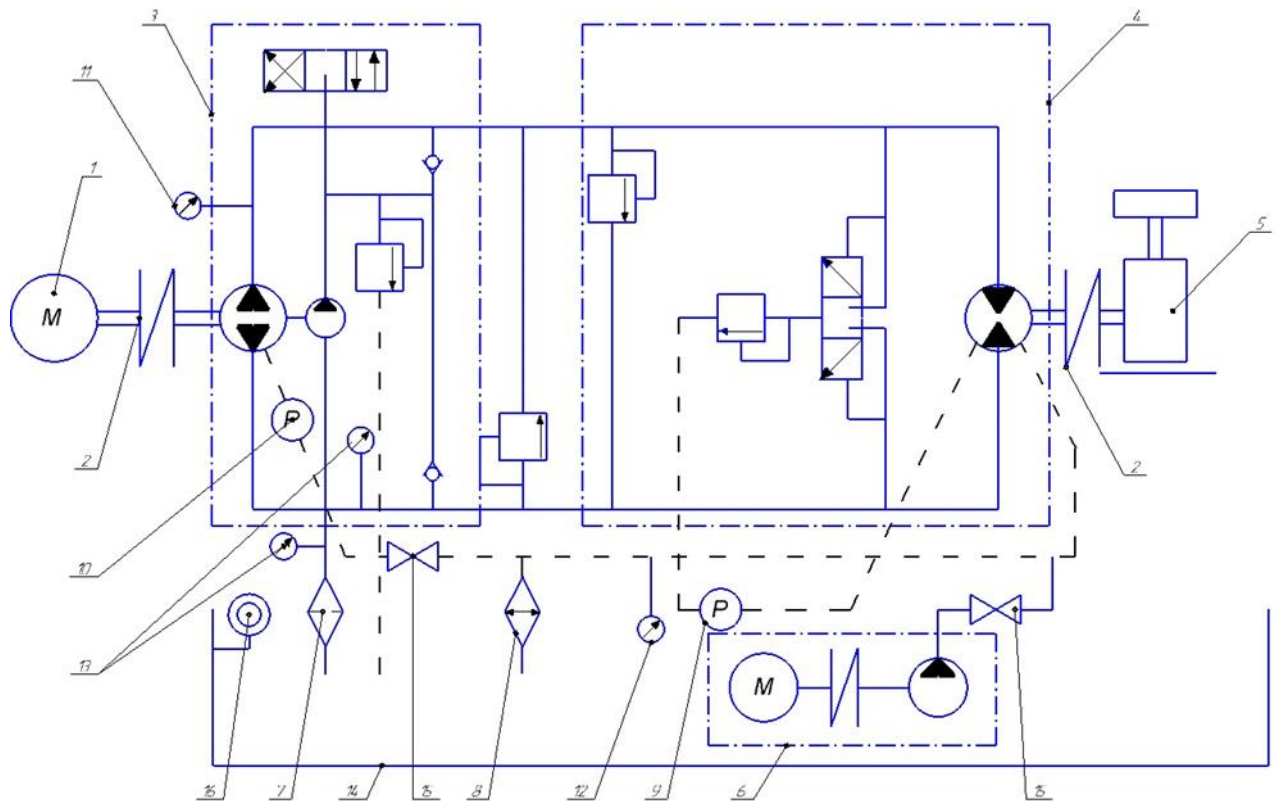


Рис. 3.2 – Гідравлічна схема стенда: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – гідронасос; 4 – гідромотор; 5 – гальмо; 6 – підкачуючи станція; 7 – фільтр забірний; 8 – фільтр зливний; 9 – лічильник ШЖУ-40-06; 10 – лічильник ШЖУ – 40С-16; 11,12,13 – манометри; 14 – бак гідравлічний; 15, – крани; 16 – термометр

У процесі випробування гідравлічної трансмісії конструкцією стенда передбачено контроль тиску робочої рідини в основних магістралях системи, а саме: у магістралі високого тиску - за допомогою манометра 11; у магістралі низького тиску - манометра 13; у дренажній лінії - манометра 12.

Вимірювальні прилади розміщені на передній панелі стенда, що

забезпечує зручність спостереження та оперативного контролю параметрів під час проведення випробувань.

Лічильники витрати робочої рідини 9 і 10 підключені до гідравлічної схеми таким чином, що забезпечують контроль потоків у характерних ділянках системи, а саме: у дренажній магістралі - за допомогою лічильника 9; у магістралі після перепускного клапана клапанної коробки - за допомогою лічильника 10.

Таке компонування вимірювальних приладів дозволяє визначати сумарні втрати робочої рідини в гідроагрегатах на основі рівняння балансу витрат:

$$\sum Q_{\kappa} = Q_c - Q_{\kappa}, \quad (3.1)$$

д $\sum Q_{\kappa}$ - сумарні втрати робочої рідини в качаючому вузлі гідромотора;
 Q_c - витрата рідини, що відводиться у дренажну магістраль із порожнини гідромотора;

Q_{κ} - витрата рідини, що проходить через переливний клапан у корпус гідромотора.

Контроль зазначених витрат дає можливість визначити фактичний об'ємний коефіцієнт корисної дії гідравлічної трансмісії, а також об'єктивно оцінити технічний стан і якість відновлення гідромашин після ремонту.

Отже, запропонована конструкція стенда відповідає вимогам до сучасного випробувального обладнання, що застосовується на спеціалізованих підприємствах з ремонту гідравлічних агрегатів, забезпечуючи необхідну точність контролю та повноту діагностичних параметрів.

3.3 Технічне підтвердження експлуатаційних параметрів проектного стенда

Функціонування стенду визнається ефективним за умови, що потужності

двигуна достатньо для забезпечення різноманітних експлуатаційних режимів гідроагрегату. Розрахунок енерговитрат, необхідних для роботи гідрооб'ємної передачі, виконується за наступною залежністю:

$$N = \frac{Q \cdot p_3}{60 \cdot 1000 \cdot \eta_e}, \quad (3.2)$$

де Q – подача насоса за хвилину, $\text{см}^3/\text{хв}$; p_3 – величина робочого тиску, МПа; η_e – загальний ККД трансмісії, $\eta_e = 0,9$.

Подача насосу визначається за формулою [8]:

$$Q = V_p \cdot n_{\text{ном}}, \quad (3.3)$$

де V_p – робочий об'єм гідронасосу, см^3 ($V_p = 112 \text{ см}^3$); $n_{\text{ном}}$ – номінальна частота обертання вала насоса, хв^{-1} , ($n_{\text{ном}} = 1450 \text{ хв}^{-1}$).

$$Q = 112 \cdot 1450 = 162400 \text{ см}^3 / \text{хв},$$

Підставляємо значення в формулу (3.2) і одержуємо:

$$N = \frac{162400 \cdot 35}{60 \cdot 1000 \cdot 0,9} = 105 \text{ кВт}$$

Для приводу гідронасосу приймаємо асинхронний трифазний двигун 4A280S4 УЗ, який має потужність 110 кВт з синхронною частотою обертання 1500 хв^{-1} (рис. 3.3).

Високі тягово-динамічні властивості двигуна роблять стенд багатофункціональним. Зокрема, параметри крутного моменту дозволяють працювати з гідравлічними машинами об'ємом понад 112 см^3 , що підтверджує технічну ефективність обраного приводу.



Рис.3.3 - Електродвигун асинхронний трифазний двигун марки 4A280S4 У3

Вибір електромагнітного порошкового гальма для тестування аксіально-поршневих вузлів (з робочим тиском 21,0 МПа та піковим 42,0 МПа) базується на методиці обчислення гальмівного моменту. Ключовою вимогою є генерація на валу опору, ідентичного реальним умовам роботи гідроагрегату під навантаженням. Розрахунок моменту здійснюється за залежністю:

$$T = \frac{p \cdot V_g}{2\pi \cdot \eta_z}, \quad (3.4)$$

де T – крутний момент, Нм;

P – тиск у системі, МПа (номінальний $P = 21,0 \text{ МПа}$, граничний $P = 42,0 \text{ МПа}$);

V_g - геометричний робочий об'єм гідромашини ($V_g = 90 \text{ см}^3 / \text{об}$);

η_z - загальний КПД трансмісії, ($\eta_z = 0,9$).

Для номінального тиску:

$$T_n = \frac{21 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,9} = 334 \text{ Нм}$$

Для граничного тиску

$$T_n = \frac{42 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,9} \approx 669 \text{ Нм}$$

Для забезпечення стабільного моменту опору під час випробувань аксіально-поршневих агрегатів обрано електромагнітне порошкове гальмо моделі MAGTROL B-58W (рис. 3.4). Даний пристрій передбачає використання водяного охолодження та стабілізованого джерела живлення, а його характеристики дозволяють підтримувати необхідне навантаження з експлуатаційним запасом у 20–30%.



Рис.3.4 - Електромагнітне порошкове гальмо марки MAGTROL B-58W

Відповідність гальма встановленим вимогам дозволяє ефективно реалізувати процес обкатки гідравлічного обладнання. Для стикування валів гальмівного пристрою та гідромотора передбачено використання еластомерної муфти. Враховуючи робочі характеристики привода (момент 700 Н·м, частота 2500 об/хв), оптимальним рішенням є застосування муфти Optibelt HAVIX® серії HWN2-75, зображеної на (рис. 3.5).

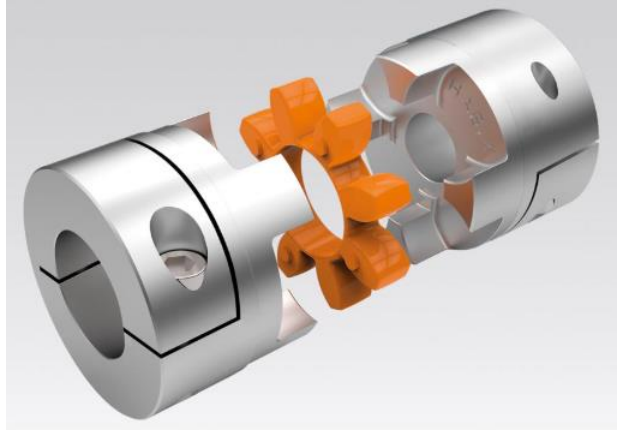


Рис.3.4 – Муфта Optibelt HABIX® HWN2n75 (pilotn-bore)

Конструктивні особливості муфти Optibelt HABIX® HWN2-75 дозволяють успішно інтегрувати її в систему випробувального стенда. Завдяки еластомерному елементу вона компенсує монтажні неточності та гасить динамічні коливання під час пікових навантажень. Для вала Ø42 мм передбачено використання конусної системи монтажу та шпоночного з'єднання (12×8×40 мм за стандартом DIN 6885), що забезпечує надійну передачу крутного моменту та спрощує сервісне обслуговування.

Розрахуємо площу поверхні шпонки за виразом [10]:

$$A = b \cdot l = 12 \cdot 40 = 480 \text{ мм}^2, \quad (3.5)$$

Допустиме напруження на зминання (сталь):

$$\sigma_{зм} \leq 100 \text{ МПа}$$

Несуча здатність по шпонці складе [10]

$$M_{дон} = \frac{\sigma_{зм} \cdot A \cdot d}{2} = \frac{100 \cdot 480 \cdot 42}{2 \cdot 10^3} = 1008 \text{ Нм}, \quad (3.6)$$

Маємо запас $1008H_m > 700H_m$.

Запропонована муфта серії habix® забезпечує плавність роботи стенда завдяки гасінню динамічних коливань та відсутності зазорів у з'єднанні. До її переваг належать простота встановлення, компенсація монтажних зміщень та стабільність характеристик при інтенсивній експлуатації. Наявність запасу міцності дозволяє пристрою працювати на високих швидкостях з піковими моментами.

Для обчислення потужності двигуна заправної станції застосовується вираз:

$$N_3 = \frac{Q_3 \cdot p_3}{61,2 \cdot \eta} = \frac{13,5 \cdot 2,5}{61,2 \cdot 0,92} = 0,7 \text{ кВт}, \quad (3.7)$$

де Q_3 – об'ємна подача насоса заправ очної станції, л/хв ($Q_3=13,5$ л/хв);

p_3 – робочий тиск, МПа ($p_3=2,5$ МПа).

Для приводу насоса приймаємо електродвигун 4a90LY3 потужністю 1,1 кВт з синхронною частотою обертання 1500 хв^{-1} .

Робочі режими випробувального стенда відповідають експлуатаційним параметрам гідроприводу: від номінальних 21,0 МПа до пікових 42,0 МПа при спрацюванні захисної апаратури. Враховуючи високий рівень тиску, притаманний сучасній мобільній техніці, критично важливо забезпечити міцність гідроліній. Розрахунок внутрішнього діаметра трубопроводу проводиться для ділянок з ідентичною витратою робочої рідини, враховуючи наявність місцевих опорів, згідно з виразом :

$$D_m = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V}}, \quad (3.8)$$

де Q – витрата рідини на ділянці, що розраховується, $\text{м}^3/\text{с}$;

V – середня швидкість рідини, $\text{м}/\text{с}$ ($V=5 \text{ м}/\text{с}$).

Номінальна витрата складає 119,87 л/хв ($Q = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с}$).

Підставляючи значення Q і V в формулу (3.8) одержуємо:

$$D_m = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{0,002}{5}} = 0,02 \text{ м}$$

На основі вимог ДСТУ 8939:2019 отримані розрахункові дані округляються до найближчого номінального розміру, який становить: $D_m = 25 \text{ мм}$.

Визначивши діаметр труби перевіряємо її на розрив по формулі:

$$\sigma_p = \frac{P \cdot D_m}{2 \cdot h}, \quad (3.9)$$

де σ_p - допустиме напруження на розрив, для труб із сталі 20 $[\sigma_p] = 400 - 500 \text{ МПа}$ [10];

P - максимальний тиск в трубопроводі (тиск спрацювання запобіжного клапана, $P = 35 \dots 36 \text{ МПа}$);

h - товщина стінки труби, ($h = 4 \text{ мм}$).

В нашій конструкції стенду труба не є точно циліндричної форми в таких випадках допустиме напруженню необхідно зменшити на 25%, з урахуванням зменшення $[\sigma_p] = 375 \text{ МПа}$. Запас міцності для труби повинен бути не менший 3.

Підставивши в вираз (3.9) наші значення:

$$\sigma_p = \frac{36 \cdot 25}{2 \cdot 4} = 112,5 \text{ МПа}$$

Одержане значення напруження на розрив в три рази менше допустимого напруження. Умова, $3[\sigma_p] \geq \sigma_p$ виконується.

Проведений розрахунок показав, що в конструкції стенду необхідно використовувати трубу з внутрішнім діаметром 25 мм і товщиною стінки 4 мм.

3.4 Організація робіт з використанням розробленої конструкції

Ось перефразований варіант у технічному стилі без втрати змісту:

Застосування випробувального стенду для обкатки об'ємних гідромашин забезпечує можливість оцінки якості виконаного ремонту та сприяє підвищенню їх експлуатаційної надійності і ресурсу. Розроблений стенд призначений не лише для обкатки відновлених агрегатів, але й використовується для проведення передремонтної діагностики вузлів, що надходять із ділянки зовнішнього очищення.

Переміщення гідроагрегатів здійснюється за допомогою кран-балки з подальшим встановленням на спеціалізовані опори поблизу стенду. Після проведення контролю зовнішньої герметичності агрегати монтуються на стенді та піддаються випробуванням. За результатами перевірки приймається рішення щодо подальшого маршруту: у разі виявлення несправностей агрегати направляються на розбирання, а придатні до експлуатації — після виконання регулювальних операцій передаються на очищення та фарбування.

У процесі випробувань оператор має можливість здійснювати оцінку технічного стану окремих вузлів, зокрема насоса підживлення, гідророзподільника та інших елементів системи.

Контроль якості виконання випробувальних робіт покладається на інженера-контролера, тоді як підтримання працездатності стендового обладнання забезпечує слюсар-налагоджувальник.

Монтаж гідромашин на стенді передбачає використання кран-балки, що дозволяє підвищити продуктивність праці та покращити умови виконання робіт. Кран-балка обслуговує декілька робочих зон, забезпечуючи транспортування агрегатів між ділянками складання та випробування. Її

використання мінімізує втрати часу, пов'язані з переміщенням обладнання, та підвищує загальну ефективність виробничого процесу.

Висновки по підрозділу.

1. Розроблена конструкція стенда забезпечує формування статичних і динамічних режимів навантаження та стабільне утримання вала гідронасоса із заданим крутним моментом у процесі обкатки гідравлічних трансмісій. Використання електромагнітного порошкового гальма дозволяє створювати рівномірне навантаження, що є критично важливим для підвищення точності контролю параметрів.

2. На основі аналізу технічних характеристик випробовуваних гідромашин обґрунтовано вибір основного привідного електродвигуна типу 4A280S4 УЗ потужністю 110 кВт, що забезпечує розширення функціональних можливостей стенда та дозволяє проводити випробування широкого спектра гідравлічних агрегатів.

3. Виконані розрахунки гальмівного навантаження, яке відповідає моменту опору гідромашин у процесі обкатки та випробувань, з урахуванням запасу 20–30%, дозволили обґрунтовано обрати електромагнітне порошкове гальмо типу MAGTROL B-58W, параметри якого повністю відповідають експлуатаційним вимогам.

4. З урахуванням максимального крутного моменту (700 Н·м) та граничної частоти обертання (2500 об/хв) обґрунтовано застосування муфти Optibelt HAVIX® HWN2-75, яка забезпечує надійну передачу моменту, стійкість роботи при пікових навантаженнях, простоту монтажу, а також ефективне демпфування вібрацій і компенсацію монтажних відхилень.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕК

4.1 Організація охорони праці в сервісному підрозділі з технічного сервісу гідравлічних трансмісій

Організація охорони праці в сервісному підрозділі, що спеціалізується на технічному обслуговуванні та ремонті гідравлічних трансмісій, є невід'ємною складовою виробничого процесу та спрямована на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я персоналу і запобігання виробничому травматизму [11].

Система управління охороною праці в підрозділі базується на чинних нормативно-правових актах, галузевих стандартах та внутрішніх регламентах підприємства. Вона передбачає комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, що реалізуються на всіх етапах виробничої діяльності.

Основним організаційним принципом є чіткий розподіл відповідальності за стан охорони праці між керівником підрозділу, інженерно-технічним персоналом та безпосередніми виконавцями робіт. Керівник підрозділу забезпечує створення безпечних умов праці, контроль за дотриманням нормативів, організацію навчання та інструктажів. Інженер з охорони праці здійснює методичне керівництво, аналіз небезпечних факторів і контроль за виконанням встановлених вимог.

У підрозділі передбачено проведення всіх видів інструктажів з охорони праці: вступного, первинного на робочому місці, повторного, позапланового та цільового. Працівники допускаються до виконання робіт лише після проходження навчання, перевірки знань та ознайомлення з інструкціями з безпечного виконання робіт.

Виробничі процеси, пов'язані з ремонтом гідравлічних трансмісій, характеризуються наявністю ряду небезпечних і шкідливих факторів, зокрема: підвищений тиск робочої рідини, можливість витоків та

гідравлічних ударів; рухомі частини обладнання; підвищений рівень шуму і вібрації; застосування мастильних матеріалів та хімічних речовин; ризик ураження електричним струмом при роботі зі стендовим обладнанням.

Для мінімізації впливу зазначених факторів впроваджуються технічні засоби безпеки: огороження рухомих частин машин; застосування запобіжних клапанів і захисної апаратури; використання справних контрольно-вимірювальних приладів; автоматичне відключення обладнання при аварійних режимах. Особлива увага приділяється герметичності гідравлічних систем та справності з'єднань.

Організація робочих місць здійснюється з урахуванням ергономічних вимог: забезпечується достатній робочий простір, раціональне розміщення інструменту і обладнання, належний рівень освітлення. Для переміщення важких агрегатів застосовуються механізовані засоби (кран-балки, талі), що дозволяє знизити фізичне навантаження на працівників і зменшити ризик травмування.

Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт: спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами, при необхідності — засобами захисту органів слуху та дихання. Використання ЗІЗ є обов'язковим і контролюється відповідальними особами.

Важливим елементом охорони праці є забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов. У виробничих приміщеннях підтримується допустимий мікроклімат (температура, вологість, вентиляція), організовується ефективна система видалення шкідливих випарів і аерозолів. Передбачено регулярне прибирання робочих зон та утилізацію відпрацьованих матеріалів.

Електробезпека забезпечується за рахунок заземлення обладнання, використання захисних автоматів, справної ізоляції електропроводки та періодичної перевірки електроустановок. Роботи з електрообладнанням виконуються лише кваліфікованим персоналом, який має відповідну групу допуску.

Контроль стану охорони праці здійснюється шляхом проведення регулярних перевірок, інструктажів, аналізу причин можливих порушень і впровадження коригувальних заходів. У разі виникнення аварійних ситуацій або нещасних випадків проводиться їх розслідування з метою недопущення повторення.

Таким чином, комплексна організація охорони праці в сервісному підрозділі забезпечує безпечне виконання робіт, підвищує ефективність виробництва та сприяє збереженню здоров'я персоналу.

4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом з обкатки та випробовування гідравлічних трансмісій

Експлуатація стенда для обкатки та випробування гідравлічних трансмісій пов'язана з дією підвищених навантажень, високого тиску робочої рідини, рухомих елементів та електричного обладнання, що обумовлює необхідність дотримання комплексу спеціалізованих заходів безпеки.

До роботи на стенді допускаються працівники, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці та мають практичні навички роботи з гідравлічними системами і електрообладнанням. Обов'язковою умовою є перевірка знань правил безпечної експлуатації та наявність допуску до роботи з електроустановками.

Перед початком роботи необхідно виконати зовнішній огляд стенда з метою виявлення можливих пошкоджень, перевірити справність кріплень, стан гідравлічних з'єднань, герметичність трубопроводів, а також працездатність контрольно-вимірювальних приладів. Особлива увага приділяється перевірці надійності з'єднання агрегатів із приводом і навантажувальним пристроєм.

Монтаж гідравлічних агрегатів на стенд здійснюється із застосуванням вантажопідіймальних механізмів (кран-балки, талі), що виключає ручне переміщення важких вузлів. Під час встановлення агрегатів необхідно

забезпечити їх точне центрування та надійне закріплення, що запобігає виникненню вібрацій і аварійних ситуацій у процесі роботи.

Під час проведення випробувань забороняється перевищення допустимих значень тиску та частоти обертання, встановлених технічною документацією. Контроль параметрів здійснюється за показниками манометрів, витратомірів та інших вимірювальних приладів. У разі відхилення параметрів від нормативних значень стенд повинен бути негайно зупинений.

Особливу небезпеку становить робота з гідравлічними системами високого тиску. Забороняється виконання будь-яких ремонтних або регулювальних операцій при наявності тиску в системі. Перед розгерметизацією гідроліній необхідно повністю скинути тиск і переконатися у відсутності залишкової енергії в системі.

Рухомі частини стенда (муфти, вали, гальмівні пристрої) повинні бути оснащені захисними кожухами. Робота без огорожень не допускається. Під час функціонування стенда заборонено перебування персоналу в зоні обертання елементів приводу.

Електробезпека забезпечується шляхом надійного заземлення всіх металевих частин обладнання, використання справних пускових і захисних пристроїв, а також регулярного контролю стану електромережі. Забороняється експлуатація стенда при пошкодженій ізоляції кабелів або несправній апаратурі керування.

Оператор стенда повинен працювати в засобах індивідуального захисту: спецодязі, захисному взутті, окулярах, рукавицях, а за необхідності - із застосуванням засобів захисту органів слуху. Забороняється використання одягу з вільними елементами, які можуть бути захоплені рухомими частинами.

У процесі роботи необхідно контролювати температуру робочої рідини та стан системи охолодження, оскільки перегрів може призвести до зниження ефективності роботи та аварійних ситуацій. У разі появи сторонніх шумів, вібрацій або витоків рідини роботу стенда слід негайно припинити.

Після завершення випробувань необхідно вимкнути електроживлення, знизити тиск у гідросистемі, очистити робоче місце та провести огляд обладнання. Виявлені несправності підлягають обов'язковому усуненню перед наступним запуском.

Таким чином, дотримання встановлених заходів безпеки при роботі зі стендом забезпечує безпечну експлуатацію обладнання, попередження аварійних ситуацій та підвищення надійності процесу випробування гідравлічних трансмісій.

4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділенні з ремонту гідравлічних трансмісій

Надзвичайні ситуації у відділенні з ремонту гідравлічних трансмісій можуть виникати внаслідок відмови обладнання, розгерметизації гідросистем під високим тиском, ураження електричним струмом, займання мастильних матеріалів або порушення правил експлуатації стендового та вантажопідіймального обладнання. У зв'язку з цим на підприємстві повинна бути впроваджена чітко регламентована система дій персоналу при аварійних подіях.

У разі виникнення аварійної ситуації першочерговим заходом є негайне припинення роботи обладнання шляхом вимкнення електроживлення та зупинки гідравлічного стенда. Оператор зобов'язаний знизити тиск у гідросистемі до атмосферного рівня, використовуючи штатні елементи розвантаження. Забороняється виконувати будь-які роботи з обладнанням, яке перебуває під тиском або у нестабільному стані.

При виявленні витoku робочої рідини під високим тиском забороняється наближатися до місця пошкодження без засобів захисту, оскільки струмінь гідравлічної рідини може спричинити травмування. У такому випадку необхідно зупинити систему, локалізувати витік шляхом перекриття відповідних клапанів та повідомити відповідальну особу.

У разі виникнення займання на робочому місці або в зоні стенда персонал повинен негайно знеструмити обладнання, припинити подачу робочої рідини та розпочати гасіння первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники порошкового або вуглекислотного типу). Використання води для гасіння електрообладнання та масляних середовищ забороняється. Паралельно необхідно викликати пожежно-рятувальну службу та організувати евакуацію персоналу.

При ураженні працівника електричним струмом необхідно негайно відключити живлення установки або звільнити постраждалого від дії струму із застосуванням діелектричних засобів. Після цього слід надати першу домедичну допомогу та викликати медичну службу. До прибуття лікарів необхідно контролювати стан постраждалого та, за потреби, проводити серцево-легеневу реанімацію.

У випадку аварійного руйнування елементів гідросистеми або механічних вузлів персонал повинен негайно залишити небезпечну зону, оскільки можливе вторинне розбризкування рідини або розлітання фрагментів деталей. Після стабілізації ситуації проводиться огляд обладнання та визначення причин відмови.

Організація евакуації при надзвичайних ситуаціях здійснюється відповідно до затверджених схем виходу з виробничих приміщень. Відповідальні особи зобов'язані забезпечити оперативне виведення працівників у безпечну зону, перевірити відсутність людей у небезпечних ділянках та доповісти керівнику підрозділу.

Після ліквідації надзвичайної ситуації проводиться службове розслідування з метою встановлення причин інциденту, оцінки правильності дій персоналу та розробки коригувальних заходів. За результатами аналізу впроваджуються організаційні або технічні зміни, спрямовані на недопущення повторення подібних випадків.

Висновок по розділу.

1. Розроблено комплекс організаційно-технічних заходів з охорони праці для сервісного підрозділу ремонту гідравлічних трансмісій, які

включають систему управління безпекою, регламентовані інструктажі, контроль виробничих факторів та застосування засобів колективного й індивідуального захисту, що забезпечує мінімізацію професійних ризиків при виконанні технологічних операцій.

2. Встановлено та систематизовано вимоги безпечної експлуатації стенда та порядок дій персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, включаючи аварійні зупинки обладнання, зниження тиску в гідросистемах, електробезпеку, протипожежні заходи та евакуаційні процедури, що забезпечує стійкість виробничого процесу та зниження ймовірності травматизму і аварій.

5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ

Економічна оцінка виконується для визначення доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу з ремонту гідравлічних трансмісій мобільних машин. Річна трудомісткість: (базова - $T_{річ}^b = 11230 \text{ люд.} - \text{год.}$, проектна - $T_{річ}^n = 14040 \text{ люд.} - \text{год.}$). Кількість робітників: (базова - 5 осіб, проектна - 7 осіб).

1. Загальні виробничі витрати:

$$C_B = Z_{\Pi} + A + E + C_{об} + C_{зч} + C_{ін}, \quad (5.1)$$

де Z_{Π} – повний заробіток; A – амортизація; E – кошти на оплату енергоспоживання; $C_{об}$ – витрати на регламентне обслуговування та ремонт технічного парку; $C_{зч}$ – кошторис запасних частин, грн; $C_{ін}$ – сукупність інших супутніх витрат.

Повний заробіток :

$$Z_{\Pi} = Z_{CP} \cdot N_P \cdot 12 + Z_H, \quad (5.2)$$

де Z_{CP} - середня заробітна плата, грн ($Z_{CP}^B = Z_{CP}^{\Pi} = 20000 \text{ грн}$);

N_P - склад слюсарів ($N_P^B = 5 \text{ чол.}$, $N_P^{\Pi} = 7 \text{ чол.}$);

Z_H - нарахування, грн ($Z_H = 0,22 \cdot (Z_{CP} \cdot N_P \cdot 12)$).

$$Z_{CP}^B = 20000 \cdot 5 \cdot 12 = 1200000 \text{ грн},$$

$$Z_H^B = 1200000 \cdot 0,22 = 264000 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^B = 1200000 + 264000 = 1464000 \text{ грн},$$

$$Z_{CP}^{\Pi} = 20000 \cdot 7 \cdot 12 = 1680000 \text{ грн},$$

$$Z_H^{\Pi} = 1680000 \cdot 0,22 = 369600,0 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^{\Pi} = 1680000 + 369600,0 = 2049600 \text{ грн}.$$

Амортизація обладнання.

$$A_{обл} = \frac{C_{Б.ОБ.} \cdot H_A}{100}, \quad (5.3)$$

де $C_{Б.ОБ.}$ - кошторис виробничого обладнання, ($C_{Б.ОБ.}^Б = 400000$ грн.,
 $C_{Б.ОБ.}^П = 500000$ грн.)

H_A - амортизаційні нарахування, % ($H_A = 10,0\%$).

$$A_{ОБ}^Б = \frac{400000 \cdot 10,0}{100} = 40000,0 \text{ грн.}$$

$$A_{ОБ}^П = \frac{500000 \cdot 10,0}{100} = 500000,0 \text{ грн.}$$

На амортизацію споруди затрати визначаються:

$$A_Б = \frac{Б_Б \cdot H_Б}{100}, \quad (5.4)$$

де $Б_Б$ - балансова вартість споруди, грн. ($Б_Б = 1000000$ грн.);

$H_Б$ - нормативний коефіцієнт, ($H_Б = 7,76\%$).

Тоді

$$A_Б = \frac{1000000 \cdot 7,76}{100} = 77600,0 \text{ грн.}$$

Сумарна амортизація:

$$A = A_{ОБ} + A_Б, \quad (5.5)$$

$$A^Б = 40000,0 + 77600,0 = 117600,0 \text{ грн.}$$

$$A^П = 50000,0 + 77600,0 = 127600,0 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

$$E = Q_{\text{ЕЛ}} \cdot B_E, \quad (5.6)$$

де E - витрати електроенергії, кВт/год. ($Q_{\text{ЕЛ}}^B = 95000,0 \text{ кВт/год.}$,
 $Q_{\text{ЕЛ}}^П = 115000 \text{ кВт/год.}$);

B_E - вартість однієї кВт/год. ($C_{\text{ЕЛ}} = 7,0 \text{ грн.}$)

$$E_{\text{ЕЛ}}^B = 95000,0 \cdot 7,0 = 665000 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{ЕЛ}}^П = 115000,0 \cdot 7,0 = 805000 \text{ грн.}$$

Обслуговування обладнання:

$$C_{\text{об}} = \frac{A_{\text{обл}} \cdot 5}{100}, \quad (5.7)$$

$$C_{\text{об}}^B = \frac{400000,0 \cdot 5}{100} = 20000,0 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{об}}^П = \frac{50000,0 \cdot 5,0}{100} = 25000,0 \text{ грн.}$$

Ціна на запасні частини:

$$C_{\text{зч}} = 0,5 \cdot 3_{\text{П}}, \quad (5.8)$$

$$C_{\text{зч}}^B = 0,5 \cdot 1464000,0 = 732000,0 \text{ грн}$$

$$C_{\text{зч}}^П = 0,5 \cdot 2049600 = 1024800 \text{ грн}$$

Відсоток на інші затрати:

$$C_{\text{ін}} = 0,05 \cdot (3_{\text{П}} + A + E + C_{\text{об}} + C_{\text{зч}}) \quad (5.9)$$

$$C_{\text{ін}}^B = 0,05 \cdot (1464000,0 + 117600,0 + 665000 + 20000,0 + 732000,0) = 149930 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ін}}^П = 0,05 \cdot (2049600 + 127600,0 + 805000 + 25000,0 + 10248000) = 201600 \text{ грн}$$

Загальні витрати:

$$C_B^B = 1464000,0 + 117600,0 + 665000 + 20000,0 + 732000,0 + 149930 = 3148530,0 \text{ грн.}$$

$$C_B^П = 2049600 + 127600,0 + 805000 + 25000,0 + 10248000 + 201600 = 4233600 \text{ грн}$$

2. Собівартість ремонту:

$$C_P = E_B \cdot 1,02 \quad (5.10)$$

$$C_P^B = 3148530,0 \cdot 1,02 = 3211500,0 \text{ грн}$$

$$C_P^П = 4233600 \cdot 1,02 = 4318272,0 \text{ грн}$$

3. Річна вартість ремонтних робіт сервісного центру розраховується на основі трудомісткості та середньої вартості однієї нормо-години

$$B_{річ} = T \cdot C_{нг} + C_{зч}, \quad (5.11)$$

де T - трудомісткість робіт, ($T_p^B = 11230 \text{ люд.} - \text{год}$, $T_p^П = 14040 \text{ люд.} - \text{год}$).

$C_{нг}$ - середня вартість однієї нормо-години послуг без урахування матеріалів

($C_{нг} = 400 \text{ грн/год}$); $C_{зч}$ - вартість запасних частин та витратних матеріалів,

($C_{зч}^B = 732000,0 \text{ грн}$, $C_{зч}^П = 1024800 \text{ грн}$)

$$B_{річ}^B = 11230 \cdot 400 + 732000,0 = 5224000,0 \text{ грн.}$$

$$B_{річ}^П = 14040 \cdot 400 + 1024800 = 6640800,0 \text{ грн.}$$

4. Інтегральний прибуток (Π):

$$\Pi_{3АГ} = B_P - C_P, \quad (5.12)$$

$$\Pi_{3АГ}^B = 5224000,0 - 3211500,0 = 2012500,0 \text{ грн}$$

$$\Pi_{3AG}^{\Pi} = 6640800,0 - 4318272,0 = 2322528,0 \text{ грн}$$

5. Прибуток:

$$Д_{\Pi} = \Pi_{3AG}^{\Pi} - \Pi_{3AG}^B, \quad (5.13)$$

$$Д_{\Pi} = 2322528,0 - 2012500,0 = 310028 \text{ грн}$$

6. Час, необхідний для виходу на самоокупність.

$$T_o = \frac{C_{OB.}}{Д_{\Pi}}, \quad (5.14)$$

$$T_o = \frac{500000,0}{310028} = 1,6 \text{ року}$$

Отримані розрахункові дані зведено в таблицю 5.1. Таблиця 5.1 – Розрахункова оцінка ефективності розробки

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид роботи	ремонт	ремонт
Обсяг, люд.-год.	11230	14040
Робітники, осіб.	5	7
Капіталовкладення, грн.	400000	500000
Цехові витрати, всього, грн.	3148530,0	4233600,0
- за робітня платня, грн.	1464000,0	2049600,8
- амортизація, грн.	117600,0	127600,0
- електроенергія, грн.	665000,0	805000,0
- сервісні витрати, грн.	20000,0	25000,0
- витрати на покращення умов праці, грн.	149930,0	201600,0
Річна собівартість об'єктів ремонту, грн.	3211500,6	4318272,0
Вартість ремонтних робіт, грн.	5224000,0	6640800,0
Сумарний прибуток, грн.	2012500,0	2322528,0
Отриманий прибуток, грн.	-	+310028,0
Строк, протягом якого окупляться капітальні вкладення, років.	-	1,6

Проведена техніко-економічна оцінка підтвердила, що впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій

мобільних машин є економічно доцільним, оскільки дозволяє збільшити обсяг виконуваних робіт, підвищити річний прибуток підприємства на 310028,0 грн та забезпечити короткий термін окупності капіталовкладень на рівні близько 1,5 року, що свідчить про високу ефективність запропонованих технічних рішень.

ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведений аналіз машинно-тракторного парку в межах визначеної зони обслуговування (Дніпровський, Самарівський, Синельниківський, Солонянський райони) показав наявність значного обсягу мобільної техніки (≈ 1200 од.) з гідравлічними трансмісіями, що формує стабільний і економічно доцільний попит на створення спеціалізованого сервісного центру.

2. Обґрунтовано раціональність розміщення сервісного центру в м. Дніпро як центральній точці зони обслуговування, що забезпечує мінімізацію транспортних витрат, скорочення часу простою техніки та рівномірне покриття навантаження між районами.

3. Визначено річну виробничу програму та загальну трудомісткість робіт (14040 люд.-год), при цьому найбільшу частку становлять ремонтно-відновлювальні (30%) та складальні роботи (18%), що визначає підвищені вимоги до кваліфікації персоналу і технологічного оснащення.

4. Сформовано структуру технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій, яка включає діагностику, розбирання, дефектацію, відновлення, складання та випробування, і характеризується високими вимогами до точності обробки та чистоти виконання операцій.

5. Обґрунтовано склад технологічного обладнання та чисельність персоналу (7 осіб), при цьому, за рахунок суміщення професій і перерозподілу навантаження забезпечується повне використання фонду робочого часу та ефективне функціонування сервісного центру без збільшення штатної чисельності.

6. Розроблена конструкція стенда забезпечує формування статичних і динамічних режимів навантаження та стабільне утримання вала гідронасоса із заданим крутним моментом у процесі обкатки гідравлічних трансмісій. Використання електромагнітного порошкового гальма дозволяє створювати

рівномірне навантаження, що є критично важливим для підвищення точності контролю параметрів.

7. На основі аналізу технічних характеристик випробовуваних гідромашин обґрунтовано вибір основного привідного електродвигуна типу 4A280S4 УЗ потужністю 110 кВт, що забезпечує розширення функціональних можливостей стенда та дозволяє проводити випробування широкого спектра гідравлічних агрегатів.

8. Виконані розрахунки гальмівного навантаження, яке відповідає моменту опору гідромашин у процесі обкатки та випробувань, з урахуванням запасу 20–30%, дозволили обґрунтовано обрати електромагнітне порошкове гальмо типу MAGTROL B-58W, параметри якого повністю відповідають експлуатаційним вимогам.

9. З урахуванням максимального крутного моменту (700 Н·м) та граничної частоти обертання (2500 об/хв) обґрунтовано застосування муфти Optibelt HABIX® HWN2-75, яка забезпечує надійну передачу моменту, стійкість роботи при пікових навантаженнях, простоту монтажу, а також ефективне демпфування вібрацій і компенсацію монтажних відхилень.

10. Розроблено комплекс організаційно-технічних заходів з охорони праці для сервісного підрозділу ремонту гідравлічних трансмісій, які включають систему управління безпекою, регламентовані інструктажі, контроль виробничих факторів та застосування засобів колективного й індивідуального захисту, що забезпечує мінімізацію професійних ризиків при виконанні технологічних операцій.

11. Встановлено та систематизовано вимоги безпечної експлуатації стенда та порядок дій персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, включаючи аварійні зупинки обладнання, зниження тиску в гідросистемах, електробезпеку, протипожежні заходи та евакуаційні процедури, що забезпечує стійкість виробничого процесу та зниження ймовірності травматизму і аварій.

12. Проведена техніко-економічна оцінка підтвердила, що впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту гідравлічних

трансмисій мобільних машин є економічно доцільним, оскільки дозволяє збільшити обсяг виконуваних робіт, підвищити річний прибуток підприємства на 310028,0 грн та забезпечити короткий термін окупності капіталовкладень на рівні близько 1,5 року, що свідчить про високу ефективність запропонованих технічних рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитрів В. Т. Об'ємні гідроприводи. Будова й особливості функціонування. Навчальний посібник [Текст] / В. Т. Дмитрів, З. З. Вантух, І. В. Дмитрів І. В. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 184 с.
2. Kassem, S. A. Effect of port plate silencing grooves on performance of swash plate axial piston pumps [Text] / S. A. Kassem, M. K. Bahr // Current Advances in Mechanical Design and Production, Proc. of 7th MDP Conf., Cairo Pergamon press, 2000. – P. 139–148. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-008043711-8/50015-5>.
3. Bergada, J. M. Pressure, flow, force and torque between the barrel and port plate in axial piston pump [Text] / J. M. Bergada, J. Watton, S. Kumar // ASME Journal of Dynamic System, Measurement and control. – 2008. – Vol. 130, Issue 1. – P. 011011-1/16. doi: <http://dx.doi.org/10.1115/1.2807183>.
4. Hong, Y. S. Improvement of the low-speed friction characteristics of a hydraulic piston pump by PVD-coating of TiN [Text] / Y. S. Hong, S. Y. Lee, S. H. Kim, H. S. Lim // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2006. – Vol. 20, Issue 3. – P. 358–365. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/bf02917518>.
5. Ivantysynova, M. An Investigation into Micro – and Macrogeometric Design of Piston [Text] / M. Ivantysynova, R. Lasaar // Cylinder Assembly of Swash plate machines. Inte.
6. Шпорт В. Ю. Визначення технічного стану агрегатів гідравлічної трансмісії термодинамічним методом діагностування / В. Ю. Шпорт, П. Т. Мельянцов // Zbior artykulow naukowych. «Inzynieria i technologia. Osiagniecia naukowe, rozwoj, propozicje na rok 2015». – Warszawa, 2015 – S. 36-40.
7. Дмитренко О. В. Технологія підвищення довговічності аксіально-поршневих агрегатів об'ємного гідроприводу / О. В. Дмитренко, П. Т. Мельянцов // Zbior artykulow naukowych. «Inzynieria i technologia. Osiagniecia naukowe, rozwoj, propozicje na rok 2015». – Warszawa, 2015 – S. 47-50.
8. Форощук В. В. Вплив сумарних об'ємних втрат робочої рідини на роботоздатність гідравлічного приводу трансмісії / В. В. Форощук, П. Т.

Мельянцов // Zbior artykulow naukowych. «Inzynieria i technologia. Osiagniecia naukowe, rozwoj, propozicje na rok 2015». – Warszawa, 2015 – S. 67-71.

9. Філатов Г. В. Опір матеріалів в задачах і прикладах : Розрахунок статично визначуваних стержневих систем Кн. 1 : Навч. посіб. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. – 360 с.

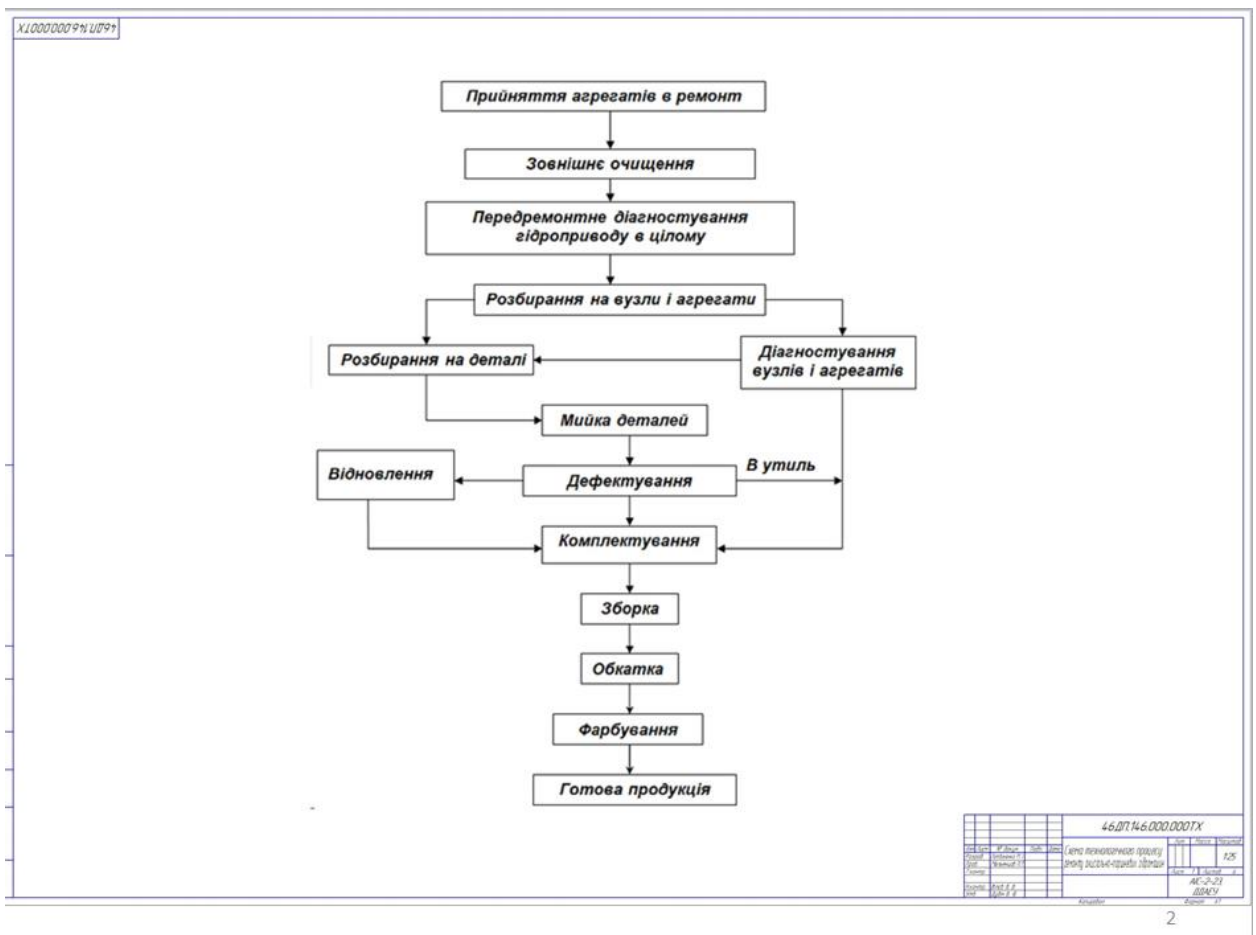
10. Закон України «Про охорону праці». – Відомості Верховної Ради України, – 1992, № 49. – 668 с.

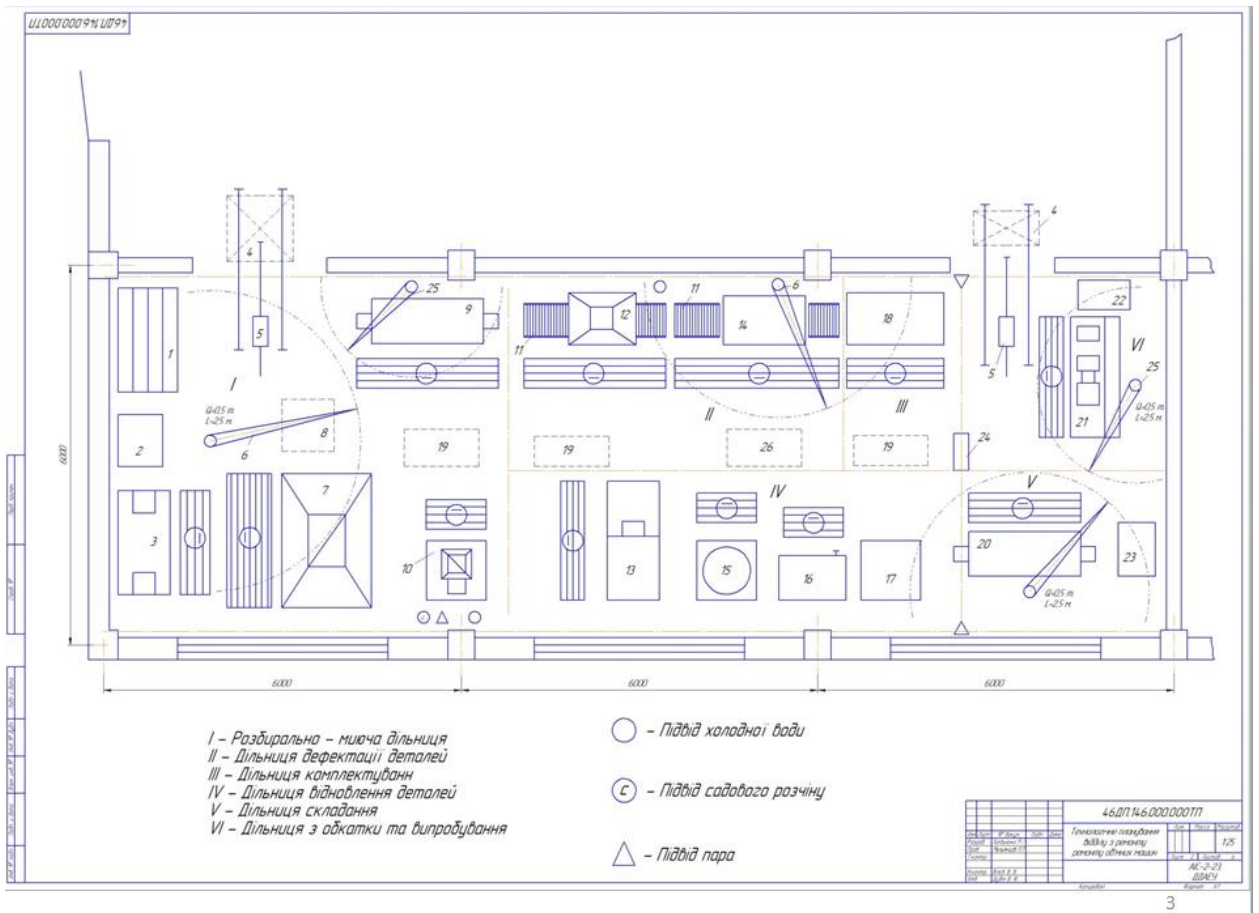
ДОДАТКИ

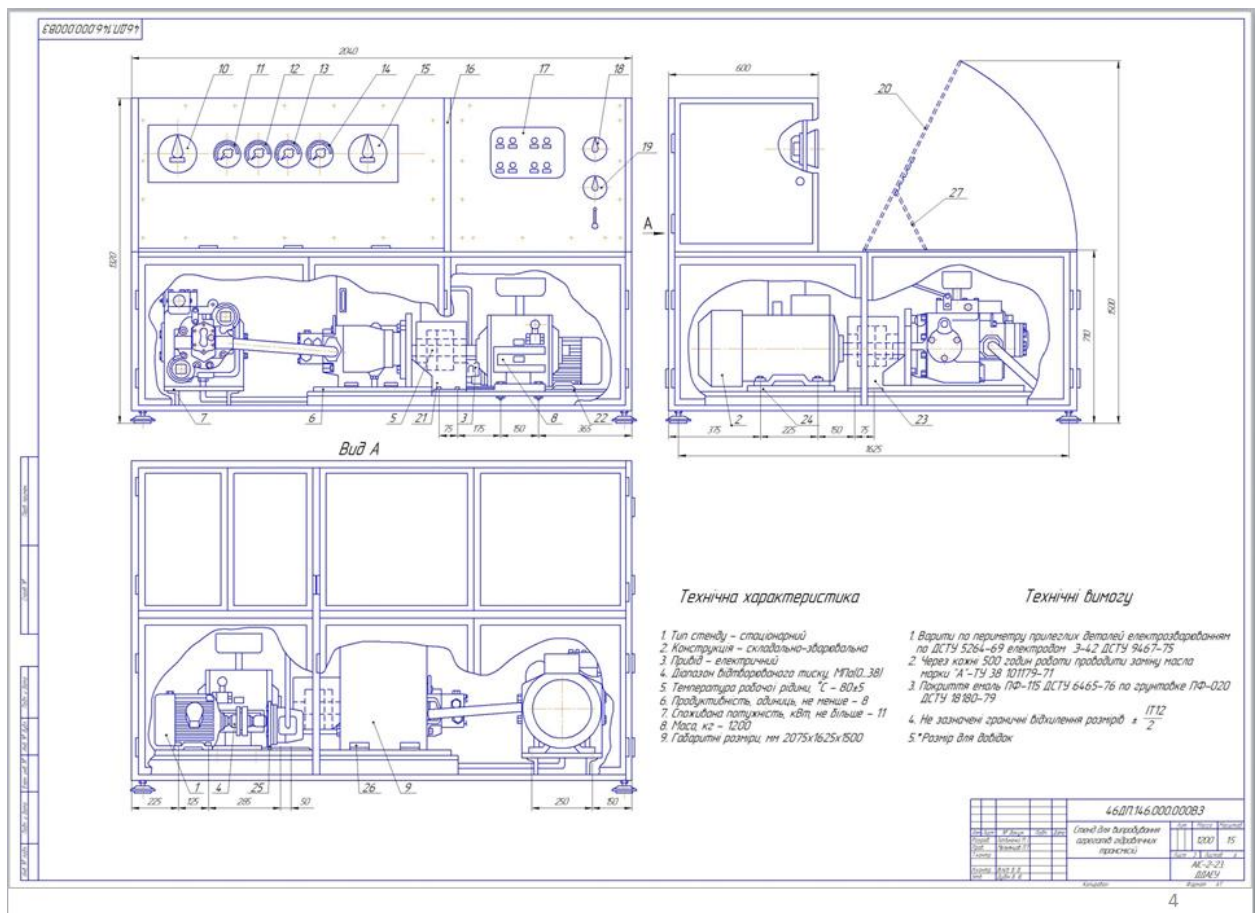
**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ІНЖИНІРИНГУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

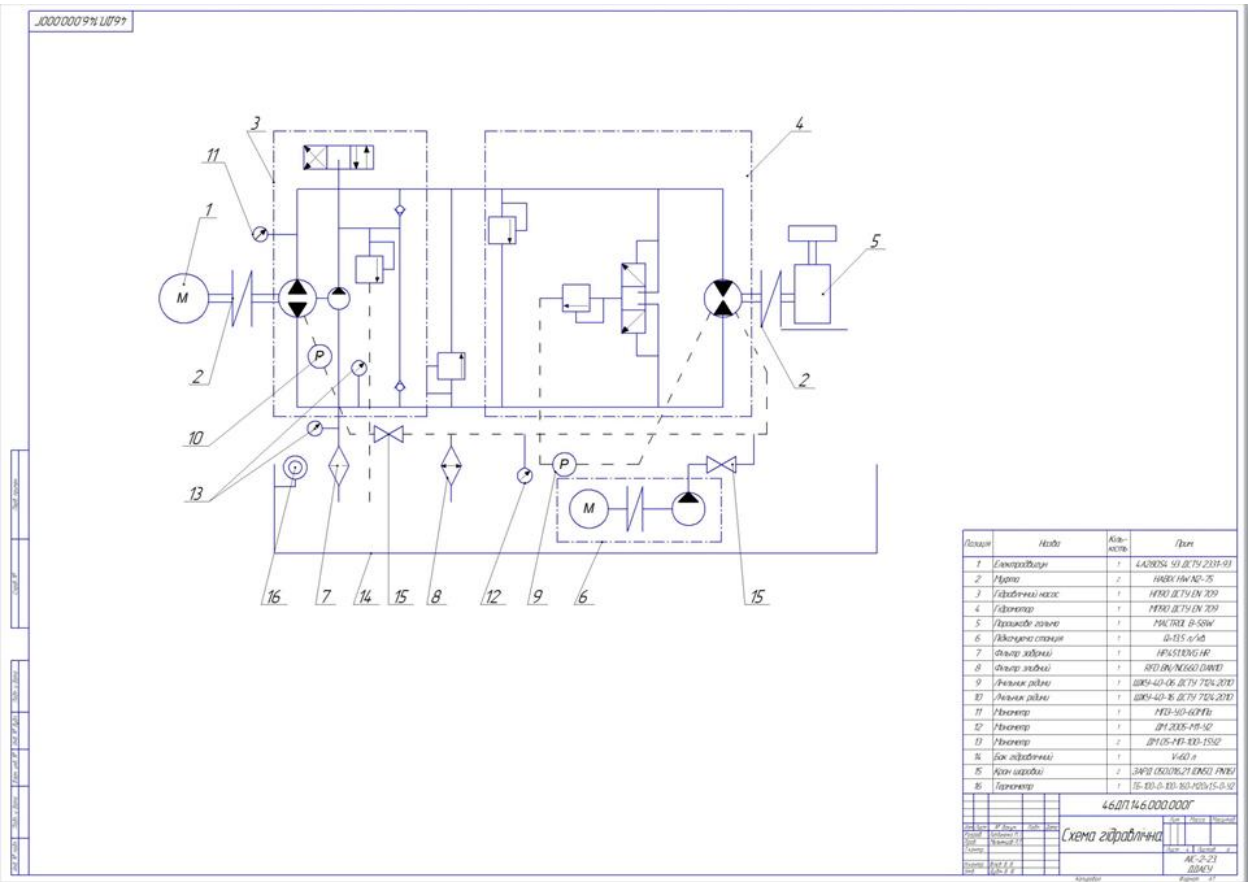
**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БАЗИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ЦЕНТРУ З ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ МОБІЛЬНИХ МАШИН АПК**
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня “Бакалавр”

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-2-23
Литвиненко Микола Іванович
Керівник: к.т.н., доцент
Мельянцов Петро Тимофійович









ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО, ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

Формат		Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
<u>Документація</u>							
A1				46ДП.146.100.000ВЗ	Вид загальний	1	
<u>Складальні одиниці</u>							
		1		46ДП.146.101.000СК	Основа	1	
		2		46ДП.146.102.000СК	Основа кріплення гідронасоса	1	
		3		46ДП.146.103.000СК	Плита кріплення	1	
		4		46ДП.146.104.000СК	Основа кріплення гідромотора	1	
		5		46ДП.146.105.000СК	Пульт керування	1	
		6		46ДП.146.106.000СК	Бак гідравлічний	1	
		7		46ДП.146.107.000СК	Основа кріплення насоса	1	
		8		46ДП.146.108.000СК	Двері передні нижні	4	
		9		46ДП.146.109.000СК	Кришка верхня	1	
		10		46ДП.146.110.000СК	Двері бокові верхні	2	
		11		46ДП.146.111.000СК	Патрубок напірний	4	
<u>Деталі</u>							
		12		46ДП.146.100.012	Плита фіксації агрегатів	1	
		13		46ДП.146.100.013	Захисний кожух	1	
		14		46ДП.146.100.014	Захисний кожух	1	
		15		46ДП.146.100.015	Упор фіксації кришки	1	
		16		46ДП.146.100.016	Плита кріплення електродвигуна	1	
<u>Стандартні вироби</u>							
				46ДП.146.100.000ВЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.		Литвиненко М. І.			Стенд для обкатки та випробування		
Керів.		Мельников П. Т.					
Н.контр.		Іблев В. В.			гідравлічних трансмісій		
Затв.		Дидін В. Ю.					
					Лт.	Аркуш	Аркушів
						1	3
					АІС-2-23, ДДАЕУ		

Парш. звіт.		Формат	Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Додат. №								
				32		Гайка М22		
						ДСТУ ISO 403:2005	8	
				33		Гайка М16м		
						ДСТУ ISO 403:2005	4	
				34		Гайка М8		
						ДСТУ ISO 403:2005	8	
Інв. № док.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № док.	Підп. і дата				
Інв. № док.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № док.	Підп. і дата				
					46ДП.146.100.000ВЗ			Інв.
								3
Зм.	Арх.	№ докум.		Підп.	Дата			

Поз. позн.	Позначення	Тип, марка, шифр	Зайнята площа	Кількість
1	Стелаж для агрегатів	ОРГ-1459-11	6,3	10
2	Ванна для зовнішнього очищення	Власного виготов.	2,24	2
3	Верстак для агрегатів підрозбирання	ОРГ-1467-А		
4	Візок рейковий	ВР-1970-Р	1,6	1
5	Електротельфер	ТЕ-10-12-8-42	0,32	1
6	Консольно-поворотний кран	КП-ВП-0,5-2,5-270-42		
7	Мийна машина	ОМ-622	0,75	1
8	Контейнер	ОРГ1962-П	0,83	1
9	Стенд для розбирання агрегатів	СРГ-15	1,6	1
10	Мийна машина для вузлів	ММ-500-УЗ		
	очистки		0,65	1
11	Рольганг	РГ-Г-600-2000-89-100		
12	Мийна машина	М-205	1,62	1
13	Стенд для випробування	КІ-4815М	1,69	1
14	Стіл дефектувальника	ОРГ-1416-Д		
15	Плита притирочна	ПП-00-1000х1000ВСТУ10905-06	0,77	1
16	Верстак слюсарний	ВС-1000-Т1-Е		
17	Ванна для очистки деталей	Власного виготовлення		
18	Стіл комплектівальника	СК-1200-ЕП-Т2	0,58	1
19	Контейнер для деталей	Власного виготовлення		
20	Стенд для складання агрегатів	ЕЕГ-15	0,49	1
21	Стенд для обкатки гідроагрегатів	Власного виготовлення		
22	Стіл для готових агрегатів	СА-1200-Т2-2П-РВ	0,2	1
23	Стіл для деталей	СД-1200-Т2-2П-РВ	1,4	1
24	Кран-балка	КБ-5-12,5	0,85	1
25	Кран консольно-поворотний	КП-ВП-0,5-15-270		
26	Контейнер для деталей	КД-1000-1400-300-М	0,5	1
46ДП.146.000.000ТП				
Зм.	Арж.	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Литвиненко М. І.			
Керів.	Мельничко П.Т.			
Нконтр.	Іблєв В. В.			
Затв.	Діцїн В. Ю.			
Відомість технологічного обладнання відділення з ремонту гідролічних агрегатів трансмісії			Лит.	Аржш
			1	1
			АІС-2-23, ДДАЕУ	