

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:

**ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ВІДДІЛЕННЯ З ПОТОЧНОГО
РЕМОНТУ ДВИГУНІВ ДЛЯ МАЙСТЕРЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

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

_____ Горобець Костянтин Сергійович

Керівник: _____ Васильєв Дмитро Леонідович

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

Горобець Костянтину Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Технічне переозброєння відділення з поточного ремонту двигунів для майстерень загального призначення»

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 відділень загальної майстерні. Аналіз технологічних процесів з ремонту двигунів. Стан організації ремонту двигунів. основні несправності двигунів. Аналіз оснащення виробничих дільниць майстерні. Конструкції основного обладнання для ремонту двигунів.

4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1.Аналіз стану та організації ремонту двигунів в майстернях загального призначення 2. Обґрунтування програми та

трудомісткості робіт для ділянки з ремонту двигунів. 3. Проектування
стенду для ремонту шатунів автотракторних двигунів 4. Охорона праці. 5.
Техніко-економічна оцінка. Основні висновки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Схема технологічна (A1). 2. Технологічне планування відділення (A1). 3. Стенд для ремонту шатуна (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)

Горобець К. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

 (підпис)

Васильєв Д. Л.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Горобець К. С. «Технічне переозброєння відділення з поточного ремонту двигунів для майстерень загального призначення» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «баклавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Технічний сервіс»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Кваліфікаційна робота спрямована на модернізацію відділення поточного ремонту двигунів у майстерні загального призначення. У роботі вдосконалено технологію відновлення вузлів і агрегатів, виконано розрахунки трудомісткості ремонтних операцій та запропоновано раціоналізовану організацію роботи сервісного підрозділу.

Запроектовано конструкцію спеціалізованого стенда для ремонту шатунів двигунів, визначено його основні конструктивні параметри та експлуатаційні характеристики. Окрему увагу приділено розробленню заходів з охорони праці. Результати техніко-економічного аналізу підтверджують ефективність і доцільність впровадження запропонованих рішень у виробничу діяльність майстерні.

Ключові слова: майстерня загального призначення, відділення з ремонту двигунів; автотракторні двигуни; технологічний процес ремонту; організація ремонту, трудомісткість робіт; технологічне планування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ В МАЙСТЕРНЯХ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	8
1.1 Загальна характеристика відділення з ремонту двигунів в майстернях загального призначення.....	8
1.2 Характеристика несправностей автотракторних двигунів	9
1.3 Аналіз існуючих технологічних процесів ремонту двигунів для умов майстерень загального призначення.....	11
1.3 Обґрунтування необхідності технічного переозброєння відділення	14
1.4 Аналіз існуючої організації ремонту автотракторних двигунів в майстернях загального призначення.....	15
1.5 Висновки та задачі проекту	17
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ТРУДОМІСЬКОСТІ РОБІТ ДЛЯ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ ДВИГУНІВ	20
2.1 Аналіз передових методів ремонту та обґрунтування рішень.....	20
2.2 Розроблення загального технологічного процесу ремонту двигунів в майстерні	22
2.3 Обґрунтування програми та трудомісськості робіт для відділення з ремонту двигунів	24
2.4 Склад виробничих ділень та постів відділення з ремонту двигунів та їх трудомісськість	28
2.5 Визначення потреби в кадрових ресурсах для реалізації програми робіт	30
2.6 Розрахунок технічного забезпечення виробничих ділень	33
3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РЕМОНТУ ШАТУНІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ.....	40
3.1 Призначення конструкції і область використання	40
3.2 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для ремонту шатунів	40
3.3 Обґрунтування конструкції стенда для ремонту шатунів.....	42
3.4 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції	45

	6
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	52
4.1 Організація охорони праці в відділенні з ремонту двигунів майстерні загального призначення.....	52
4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом з ремонту шатунів.....	54
4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділенні майстерні загального призначення.....	56
5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ	59
ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	65
ЛІТЕРАТУРА	68
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Ефективність експлуатації машинно-тракторного та автомобільного парку значною мірою визначається технічним станом двигунів, які виступають основним джерелом енергії для виконання виробничих процесів. Надійність роботи двигунів, їх довговічність і працездатність безпосередньо залежать від рівня організації ремонту та якості подальшого технічного обслуговування [1, 2].

В умовах функціонування майстерні загального призначення, що обслуговує підприємства з обмеженою виробничою базою, особливого значення набуває раціональна організація робіт у відділенні з ремонту автотракторних двигунів. На відміну від вузькоспеціалізованих підприємств, такі відділення виконують широкий спектр робіт — від поточного ремонту до часткового відновлення агрегатів як автомобільних, так і тракторних двигунів.

Забезпечення належного технічного стану машин в зоні обслуговування вимагає розвитку та вдосконалення ремонтно-обслуговуючої бази другого рівня, до якої належать майстерні загального призначення. Їх діяльність спрямована на виконання ремонтних робіт для підприємств, що не мають власних спеціалізованих підрозділів, що підвищує значення універсальності обладнання та гнучкості технологічних процесів [3,4].

Досягнення високої якості ремонту можливе за умови впровадження сучасних технологій, використання ефективних методів відновлення деталей і вузлів, а також раціональної організації виробництва. Важливу роль відіграє оснащення відділення високопродуктивним обладнанням, а також забезпечення його кваліфікованими кадрами, здатними застосовувати передові технологічні рішення.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ В МАЙСТЕРНЯХ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Загальна характеристика відділення з ремонту двигунів в майстернях загального призначення

Відділення з ремонту автотракторних двигунів є складовою частиною майстерні загального призначення, яка належить до другого рівня ремонтно-обслуговуючої бази. Основним призначенням відділення є забезпечення працездатності двигунів автомобілів і тракторів підприємств та організацій, що знаходяться в зоні обслуговування і не мають власної розвиненої ремонтної бази [5].

Специфіка діяльності відділення визначається універсальним характером майстерні, що зумовлює виконання широкого спектра ремонтних робіт для різних типів двигунів. На відміну від спеціалізованих підприємств, у даному відділенні переважає поточний ремонт, який включає часткове розбирання двигуна, виявлення несправностей, заміну або відновлення окремих деталей та складання агрегату. У разі необхідності можуть виконуватися окремі операції капітального ремонту в межах наявного технологічного оснащення.

До основних завдань відділення належать діагностування технічного стану двигунів, виконання розбирально-складальних робіт, дефектація деталей, відновлення або заміна зношених елементів, регулювання та випробування двигунів після ремонту. Виконання зазначених робіт спрямоване на забезпечення необхідного рівня надійності, довговічності та ефективності експлуатації двигунів [6].

Структура відділення формується з урахуванням обсягів робіт, типів обслуговуваної техніки та виробничих умов майстерні. Як правило, до його складу входять дільниці приймання та діагностування, розбирання і миття, дефектації, ремонту, складання та випробування двигунів. У майстернях з невеликим обсягом робіт окремі дільниці можуть об'єднуватися, що

забезпечує більш раціональне використання виробничих площ і обладнання.

Функціонування відділення забезпечується виконанням комплексу взаємопов'язаних функцій. Технічна функція полягає у проведенні ремонтних робіт відповідно до встановлених технологічних процесів. Діагностична функція передбачає визначення технічного стану двигунів і їх складових частин. Відновлювальна функція спрямована на відновлення працездатності деталей і вузлів. Контрольна функція забезпечує перевірку якості виконаних робіт і відповідність параметрів двигуна нормативним вимогам. Організаційна функція полягає у плануванні та координації виробничих процесів, а економічна — у забезпеченні раціонального використання матеріальних і трудових ресурсів.

Особливістю відділення з ремонту двигунів у складі майстерні загального призначення є необхідність забезпечення універсальності технологічних процесів і обладнання, що дозволяє виконувати ремонт двигунів різних типів і призначення. Це обумовлює підвищені вимоги до кваліфікації персоналу та рівня організації виробництва.

1.2 Характеристика несправностей автотракторних двигунів

У процесі експлуатації автотракторні двигуни зазнають впливу механічних, теплових і хімічних навантажень, що призводить до поступового зношування деталей, порушення регулювань і виникнення різноманітних несправностей. Характер і інтенсивність їх прояву залежать від умов експлуатації, якості технічного обслуговування, конструктивних особливостей двигуна та рівня навантаження [6].

Несправності двигунів доцільно класифікувати за причинами виникнення, характером прояву та впливом на працездатність агрегату. За причинами виникнення розрізняють зносні, експлуатаційні, конструктивні та технологічні несправності. Найбільш поширеними є зносні несправності, які виникають унаслідок тертя робочих поверхонь деталей і супроводжуються збільшенням зазорів у спряженнях. Експлуатаційні несправності пов'язані з

порушенням правил використання техніки, перевантаженням двигуна, застосуванням неякісних паливно-мастильних матеріалів або несвоєчасним проведенням технічного обслуговування.

За характером прояву несправності можуть бути явними та прихованими. Явні несправності проявляються у вигляді зниження потужності, підвищеної витрати палива, появи сторонніх шумів, диму з вихлопної системи, перегрівання двигуна або утрудненого пуску. Приховані несправності не мають чітких зовнішніх ознак і можуть бути виявлені лише за допомогою діагностичних засобів або під час розбирання двигуна.

Однією з найбільш поширених груп несправностей є знос циліндро-поршневої групи. Він проявляється у збільшенні зазорів між циліндром і поршнем, зношуванні поршневих кілець, що призводить до зниження компресії, підвищеного прориву газів у картер і збільшення витрати масла. Наслідком цього є зниження потужності двигуна та підвищене димлення вихлопних газів.

Значну частку несправностей становлять дефекти кривошипно-шатунного механізму. До них належать зношування підшипників колінчастого вала, поява задирів на шийках, деформація або пошкодження шатунів. Такі несправності супроводжуються появою стуків у двигуні, зниженням тиску масла та можуть призвести до аварійного виходу агрегату з ладу.

Важливе місце займають несправності газорозподільного механізму, які включають зношування кулачків розподільного вала, клапанів і їх сідел, порушення теплових зазорів. Це призводить до погіршення наповнення циліндрів паливоповітряною сумішшю або відведення відпрацьованих газів, що негативно впливає на економічність і потужність двигуна.

У дизельних двигунах характерними є несправності паливної апаратури, такі як зношування плунжерних пар, порушення герметичності форсунок, нерівномірність подачі палива. В бензинових двигунах аналогічну роль відіграють несправності системи живлення та запалювання. Порушення роботи цих систем призводить до нестабільної роботи двигуна, утрудненого

пуску та збільшення витрати палива.

До поширених несправностей належать також порушення в системах мащення та охолодження. Зниження тиску масла, забруднення мастильних каналів або використання неякісного мастила спричиняє інтенсивне зношування деталей. Несправності системи охолодження, зокрема засмічення радіатора, несправність водяного насоса або термостата, призводять до перегрівання двигуна, що може викликати деформацію деталей і втрату їх міцності.

Особливістю експлуатації тракторних двигунів є робота в умовах підвищеного запилення, змінних навантажень і тривалих режимів роботи, що сприяє прискореному зношуванню деталей. Автомобільні двигуни, у свою чергу, частіше працюють у змінних швидкісних режимах, що впливає на характер виникнення несправностей, пов'язаних із системами живлення та запалювання.

Своєчасне виявлення та усунення несправностей є важливою умовою забезпечення надійної роботи двигунів. Для цього застосовують методи технічного діагностування, що дозволяють визначити технічний стан агрегату без його повного розбирання. Результати діагностування є основою для прийняття рішень щодо обсягу ремонтних робіт і доцільності відновлення окремих деталей.

Таким чином, несправності автотракторних двигунів мають різноманітний характер і виникають під впливом комплексу факторів. Їх своєчасне виявлення, правильна класифікація та усунення є необхідною умовою забезпечення ефективної експлуатації техніки та підвищення надійності машинно-тракторного парку.

1.3 Аналіз існуючих технологічних процесів ремонту двигунів для умов майстерень загального призначення

Існуюча технологія ремонту автотракторних двигунів у майстернях загального призначення формується з урахуванням універсальності

виробництва, обмеженості технологічного оснащення та необхідності обслуговування різнотипної техніки. На відміну від спеціалізованих ремонтних підприємств, де застосовуються потокові або вузькоспеціалізовані методи, у даних умовах переважає індивідуально-агрегатний метод ремонту з елементами універсалізації технологічних процесів [7].

Технологічний процес ремонту двигунів включає сукупність взаємопов'язаних операцій, що виконуються у певній послідовності. Загалом він складається з етапів приймання і попереднього діагностування, розбирання, миття та очищення деталей, дефектації, виконання ремонтно-відновлювальних робіт, складання, регулювання та випробування двигуна.

На етапі приймання двигуна здійснюється зовнішній огляд, перевірка комплектності та фіксація основних несправностей. Попереднє діагностування дозволяє визначити технічний стан агрегату та орієнтовний обсяг ремонтних робіт. У майстернях загального призначення цей етап часто обмежується спрощеними методами контролю через відсутність спеціалізованого діагностичного обладнання, що знижує точність оцінки стану двигуна.

Розбирання двигуна виконується, як правило, на універсальних робочих місцях із використанням ручного інструменту та простих механізмів. Відсутність спеціалізованих стендів і пристроїв може призводити до збільшення трудомісткості робіт і підвищення ризику пошкодження деталей. Після розбирання деталі підлягають очищенню від забруднень, нагару та залишків мастильних матеріалів. Для цього використовуються мийні установки або ванни з миючими розчинами.

Одним із найбільш відповідальних етапів є дефектація деталей, яка полягає у визначенні їх технічного стану та придатності до подальшого використання. У майстернях загального призначення дефектація часто виконується із застосуванням простих вимірювальних засобів, що може обмежувати точність контролю. Внаслідок цього рішення щодо відновлення або заміни деталей іноді приймаються без достатнього обґрунтування, що впливає на якість ремонту.

Ремонтно-відновлювальні роботи включають механічну обробку деталей, усунення зносу, відновлення посадкових поверхонь, притирку клапанів, шліфування шийок колінчастого вала та інші операції. У більшості випадків застосовуються універсальні верстати та обладнання, що обмежує можливість виконання високоточних операцій. Частина складних відновлювальних робіт може не виконуватися в межах майстерні та передаватися на спеціалізовані підприємства.

Складання двигуна проводиться після комплектування придатних і відновлених деталей. Якість складання значною мірою залежить від кваліфікації персоналу та дотримання технологічної дисципліни. Умови майстерень загального призначення не завжди забезпечують необхідний рівень організації робочих місць, що може негативно впливати на точність виконання операцій.

Заключними етапами є регулювання та випробування двигуна. Випробування дозволяє перевірити працездатність агрегату, виявити можливі дефекти складання та оцінити відповідність технічних параметрів нормативним значенням. У багатьох майстернях відсутні сучасні випробувальні стенди, тому контроль якості ремонту здійснюється за обмеженою кількістю параметрів.

Аналіз існуючої технології ремонту двигунів у майстернях загального призначення свідчить про наявність ряду недоліків. До них належать недостатній рівень механізації та автоматизації виробничих процесів, обмежене використання сучасних діагностичних засобів, універсальність обладнання, що не завжди забезпечує необхідну точність обробки, а також значна залежність якості ремонту від кваліфікації персоналу.

Разом з тим така технологія має і певні переваги, зокрема гнучкість у виконанні різномірних робіт, можливість обслуговування широкого спектра техніки та відносно невисокі капітальні витрати на організацію виробництва.

Отже, існуюча технологія ремонту двигунів у майстернях загального призначення потребує вдосконалення шляхом впровадження сучасного обладнання, підвищення рівня механізації процесів, удосконалення методів

діагностування та оптимізації організації виробництва. Це дозволить підвищити якість ремонту, зменшити трудомісткість робіт і забезпечити більш ефективне використання ресурсів.

1.3 Обґрунтування необхідності технічного переозброєння відділення

Результати аналізу існуючої технології ремонту автотракторних двигунів у майстернях загального призначення свідчать про наявність ряду суттєвих недоліків, які негативно впливають на якість виконання ремонтних робіт, продуктивність праці та ефективність використання виробничих ресурсів. У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність технічного переозброєння відділення з ремонту двигунів.

Однією з основних причин, що обумовлюють необхідність модернізації, є недостатній рівень оснащення виробництва сучасним технологічним обладнанням. У більшості майстерень використовуються універсальні верстати та пристрої, які не забезпечують необхідної точності обробки деталей двигуна, особливо при виконанні відповідальних операцій, таких як шліфування шийок колінчастого вала, обробка циліндрів або відновлення посадкових поверхонь. Це призводить до зниження ресурсу відремонтованих двигунів і підвищення ймовірності повторних відмов.

Важливим фактором є також недостатній рівень технічного діагностування. Відсутність сучасних діагностичних засобів обмежує можливість точної оцінки технічного стану двигунів і їх складових частин. У результаті збільшується ризик помилкових рішень щодо придатності деталей до подальшого використання, що негативно впливає на якість ремонту та економічні показники діяльності відділення.

Суттєвим недоліком існуючої організації виробництва є висока трудомісткість ремонтних робіт. Значна частина операцій виконується вручну або з використанням малоефективних механізмів, що знижує продуктивність праці та збільшує тривалість ремонту. Це особливо важливо в умовах обслуговування значної кількості техніки, коли виникає потреба у

скороченні простоїв машин.

Крім того, на якість ремонту значною мірою впливає рівень організації робочих місць і технологічних процесів. Недостатня спеціалізація дільниць, відсутність раціонального розміщення обладнання та порушення послідовності виконання операцій призводять до зайвих витрат часу та ресурсів, а також до зниження ефективності виробництва.

Сучасні вимоги до експлуатації автотракторної техніки передбачають підвищення надійності, економічності та екологічних показників двигунів. Це, у свою чергу, вимагає застосування більш досконалих технологій ремонту, точнішого обладнання та сучасних методів контролю якості. Існуючий рівень технічного оснащення майстерень загального призначення не повною мірою відповідає цим вимогам.

Технічне переозброєння відділення передбачає впровадження сучасного обладнання, механізацію та часткову автоматизацію виробничих процесів, удосконалення технології ремонту та підвищення рівня організації праці. Це дозволить зменшити трудомісткість робіт, підвищити точність обробки деталей, покращити якість ремонту та збільшити ресурс відремонтованих двигунів [7].

Економічна доцільність технічного переозброєння обумовлюється можливістю зниження витрат на ремонт за рахунок скорочення повторних відмов, зменшення витрат матеріалів і підвищення продуктивності праці. Крім того, підвищення якості ремонтних робіт сприятиме зменшенню простоїв техніки та підвищенню ефективності її використання.

Отже, технічне переозброєння відділення з ремонту автотракторних двигунів у майстерні загального призначення є необхідною умовою підвищення ефективності його функціонування, забезпечення високої якості ремонтних робіт і відповідності сучасним вимогам до експлуатації техніки.

1.4 Аналіз існуючої організації ремонту автотракторних двигунів в майстернях загального призначення

Організація ремонту автотракторних двигунів у майстернях загального призначення формується з урахуванням універсального характеру їх діяльності, обмежених виробничих ресурсів та необхідності обслуговування різномірної техніки. Такі майстерні виконують ремонтні роботи для підприємств, які не мають власної спеціалізованої ремонтної бази, що визначає особливості побудови виробничих процесів і структури відділення.

Існуюча організація ремонту, як правило, базується на індивідуально-агрегатному методі, при якому двигуни ремонтуються окремо, без чіткої потоковості виконання робіт. Це забезпечує певну гнучкість у виконанні різних видів ремонтів, однак водночас призводить до збільшення тривалості виробничого циклу та нерівномірного завантаження робочих місць.

Виробничий процес у відділенні з ремонту двигунів зазвичай організований за дільничним принципом. Окремі етапи ремонту, такі як розбирання, миття, дефектація, відновлення деталей і складання, виконуються на відповідних дільницях або робочих місцях. Проте через обмежені виробничі площі та невеликий обсяг робіт ці дільниці часто об'єднуються, що знижує рівень спеціалізації та ускладнює дотримання оптимальної послідовності технологічних операцій.

Суттєвим недоліком існуючої організації є недостатній рівень планування та диспетчеризації ремонтних робіт. Надходження двигунів у ремонт має нерівномірний характер, що призводить до періодичного перевантаження або, навпаки, простою виробничих потужностей. Відсутність чіткої системи планування ускладнює ефективне використання трудових і матеріальних ресурсів.

Організація робочих місць у багатьох випадках не відповідає сучасним вимогам ергономіки та раціонального розміщення обладнання. Недостатня оснащеність спеціалізованими пристроями, відсутність оптимального розташування інструментів і матеріалів призводять до зайвих витрат часу на виконання допоміжних операцій і зниження продуктивності праці [4].

Важливим аспектом є також організація контролю якості ремонтних робіт. У майстернях загального призначення цей процес часто має

обмежений характер і здійснюється переважно на завершальних етапах ремонту. Відсутність системного підходу до контролю на всіх стадіях технологічного процесу може призводити до накопичення дефектів і зниження надійності відремонтованих двигунів.

Організація матеріально-технічного забезпечення також має певні недоліки. Неритмічність постачання запасних частин і матеріалів, обмежений асортимент комплектуючих змушують використовувати деталі з граничним ступенем зносу або затримують виконання ремонтних робіт. Це негативно впливає на якість ремонту та строки виконання замовлень.

Кадрове забезпечення відділення характеризується необхідністю виконання широкого спектра робіт, що вимагає від працівників високої універсальності та кваліфікації. Разом з тим недостатній рівень спеціалізації персоналу може впливати на якість виконання окремих складних операцій.

Позитивною стороною існуючої організації є її гнучкість та здатність адаптуватися до змін обсягів і номенклатури ремонтних робіт. Це дозволяє забезпечувати обслуговування різних типів техніки без значних додаткових витрат на переоснащення виробництва.

Таким чином, аналіз існуючої організації ремонту автотракторних двигунів у майстернях загального призначення показує, що вона має як певні переваги, так і суттєві недоліки. Основними проблемами є недостатній рівень спеціалізації, слабка організація виробничих процесів, обмежене планування та контроль якості. Це обумовлює необхідність удосконалення організації ремонту шляхом впровадження сучасних методів управління виробництвом, раціонального розміщення обладнання та підвищення рівня технічного оснащення відділення.

1.5 Висновки та задачі проекту

У ході аналізу визначено, що відділення з ремонту двигунів виконує широкий спектр робіт, пов'язаних із діагностуванням, розбиранням, дефектацією, відновленням і складанням двигунів. При цьому специфіка

діяльності обумовлює використання універсальних технологій і обладнання, що забезпечує гнучкість виробництва, але водночас обмежує рівень точності та ефективності виконання окремих операцій.

Узагальнення результатів аналізу дозволило обґрунтувати необхідність технічного переозброєння відділення з ремонту двигунів. Основними напрямками вдосконалення є підвищення рівня технічного оснащення, впровадження сучасних засобів діагностування, удосконалення технологічних процесів та покращення організації виробництва.

Метою даної дипломної роботи є підвищення ефективності функціонування відділення з ремонту автотракторних двигунів у майстерні загального призначення шляхом обґрунтування та розроблення заходів з його технічного переозброєння, що передбачає вдосконалення технологічного процесу ремонту, підвищення рівня технічного оснащення, оптимізацію організації виробництва, забезпечення належної якості ремонтних робіт, зниження трудомісткості та витрат, а також підвищення надійності й ресурсу відремонтованих двигунів.

Для досягнення поставленої мети дипломної роботи необхідно вирішити такі задачі:

Ось технічно перефразований варіант задач дослідження з уникненням плагіату та збереженням змісту:

- обґрунтувати та здійснити вибір доцільного методу ремонту двигунів (індивідуального, агрегатного або потокового) з урахуванням умов функціонування майстерні загального призначення;
- визначити річну виробничу програму ремонту двигунів на основі аналізу завантаження підприємства та виконати розрахунок сумарної трудомісткості ремонтних робіт;
- розробити структурну схему технологічного процесу капітального ремонту автотракторних двигунів;
- розрахувати необхідну чисельність виробничого персоналу для виконання запланованого обсягу ремонтних робіт;

- виконати підбір та обґрунтування основного технологічного обладнання, а також визначити склад допоміжних засобів технологічного оснащення;
- розробити раціональне планування виробничого відділення з урахуванням принципів технологічної послідовності;
- запропонувати конструктивні та технологічні рішення щодо удосконалення або створення засобів технологічного оснащення (пристосувань, стендів, спеціального інструменту);
- обґрунтувати комплекс заходів з охорони праці;
- провести техніко-економічну оцінку ефективності запропонованих технічних та організаційних рішень.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ТРУДОМІСТКОСТІ РОБІТ ДЛЯ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ ДВИГУНІВ

2.1 Аналіз передових методів ремонту та обґрунтування рішень

Ремонт автотракторних двигунів розглядається як сукупність технологічних операцій, спрямованих на відновлення їх працездатності, технічних параметрів та ресурсу шляхом усунення зношування, пошкоджень або відмов окремих вузлів і деталей. У сучасних умовах ремонт є складовою системи технічного сервісу машин і базується на принципах відновлення ресурсу з мінімальними витратами часу та матеріалів.

Залежно від глибини відновлення технічного стану розрізняють два основні види ремонту мобільних машин: поточний і капітальний [8].

Капітальний ремонт є найбільш повним видом відновлення, який передбачає розбирання двигуна, дефектацію всіх складових частин, заміну або відновлення базових і допоміжних елементів та подальше складання з доведенням технічних характеристик до рівня, наближеного до нового виробу. Даний вид ремонту забезпечує практично повне відновлення ресурсу двигуна та потребує застосування спеціалізованого технологічного обладнання і високої точності виконання операцій.

Поточний ремонт спрямований на підтримання або часткове відновлення працездатності двигуна без його повної розборки. Він включає усунення локальних несправностей, заміну або відновлення окремих вузлів і деталей, що досягли граничного стану. При цьому частина складових може направлятися на капітальне відновлення, тоді як інші підлягають локальному ремонту або регулюванню залежно від їх технічного стану.

У практиці експлуатації розрізняють плановий та неплановий поточний ремонт. Неплановий ремонт виконується за фактом виявлення несправностей у процесі технічного обслуговування або діагностування і має аварійно-попереджувальний характер. Плановий поточний ремонт здійснюється відповідно до регламентованих інтервалів напрацювання, визначених на

основі діагностичних даних, і спрямований на попередження відмов. Для тракторних двигунів такий ремонт зазвичай виконується після досягнення 1700–2000 мото. - годин роботи.

За організаційно-технологічними ознаками методи ремонту поділяються на не знеособлений, знеособлений та агрегатний. Не знеособлений метод передбачає збереження належності деталей і вузлів до конкретного двигуна протягом усього процесу ремонту, що забезпечує високу точність підгонки, але ускладнює організацію виробництва та знижує його продуктивність.

Знеособлений метод характеризується відсутністю закріплення деталей за конкретним об'єктом ремонту, що дозволяє підвищити гнучкість виробничого процесу та скоротити тривалість ремонту за рахунок використання взаємозамінних вузлів.

Агрегатний метод є найбільш прогресивною формою знеособленого ремонту і полягає у заміні несправних агрегатів і вузлів на справні або попередньо відремонтовані. Його ефективність базується на конструктивній модульності машин, що дозволяє швидко демонтувати та замінювати окремі функціональні блоки без складних розбирально-складальних операцій.

Аналіз сучасних підходів до ремонту двигунів показує, що для умов майстерень загального призначення найбільш доцільним є комбінований підхід, який поєднує елементи не знеособленого та агрегатного методів. Це обумовлено універсальністю виробництва, різноманітністю обслуговуваної техніки та обмеженими ресурсами спеціалізованого обладнання.

З урахуванням специфіки ремонтної майстерні доцільним є застосування не знеособленого методу для виконання високоточних операцій з індивідуальним підбором деталей, а також використання агрегатного підходу при заміні стандартних вузлів і агрегатів. Організаційно процес ремонту доцільно реалізовувати за тупиковою схемою розміщення робочих місць, що забезпечує гнучкість виробництва та можливість одночасного виконання різних етапів ремонту на обмежених площах.

Таким чином, впровадження комбінованого методу ремонту з елементами агрегатного підходу дозволяє підвищити ефективність виробничого процесу, скоротити тривалість простою техніки та забезпечити належну якість відновлення автотракторних двигунів в умовах майстерні загального призначення.

2.2 Розроблення загального технологічного процесу ремонту двигунів в майстерні

Ремонт автотракторних двигунів є одним із найбільш трудомістких процесів у структурі технічного обслуговування і ремонту машин. Значна частка витрат праці припадає саме на відновлення двигуна, що зумовлено його конструктивною складністю та високими вимогами до точності виконання ремонтних операцій. З урахуванням того, що виконання ремонтів сторонніми організаціями часто характеризується високою вартістю та нерівномірною якістю, доцільним є виконання основного обсягу робіт у межах власної ремонтної майстерні із застосуванням прогресивних технологій та сучасного обладнання.

Технологічний процес ремонту двигуна в умовах майстерні загального призначення починається з його зовнішнього очищення від забруднень, мастильних відкладень і пилу, що забезпечує належні умови для подальшого розбирання та діагностування. Після цього двигун транспортується у відділення ремонту та встановлюється на спеціалізований стенд для розбирання (наприклад, ОР-5023), що дозволяє забезпечити зручність виконання операцій та зменшити трудомісткість робіт.

Розбирання двигуна виконується поетапно із розділенням його на основні вузли та агрегати. Зняті складові частини піддаються мийці в спеціальних ваннах із використанням миючих розчинів, після чого направляються на дефектацію. Організація робочих місць у відділенні передбачає їх спеціалізацію за основними групами робіт, характерними для

ремонту двигунів: циліндро-поршнева група, кривошипно-шатунний механізм, газорозподільний механізм, системи живлення та змащення.

Деталі газорозподільного механізму після розбирання надходять на дільницю дефектації, де здійснюється контроль геометричних параметрів та виявлення зношування. Для головки блока циліндрів виконується перевірка площинності привалкових поверхонь, а за необхідності проводиться їх механічна обробка (фрезерування або шліфування) для відновлення герметичності. Клапани відновлюються шляхом шліфування робочих фасок на спеціалізованому обладнанні, після чого виконується притирання клапанів до сідел на відповідних стендах, що забезпечує необхідну щільність прилягання.

Деталі шатунно-поршневої групи проходять окремий цикл відновлення. Шатуни перевіряються на наявність деформацій (вигин і скручування) за допомогою спеціальних пристроїв, після чого у разі необхідності виконуються операції їх правки. Втулки верхньої головки шатуна замінюються із подальшим запресуванням та розточуванням до номінального розміру на спеціалізованих верстатах. Поршні, як правило, замінюються на нові відповідно до ремонтного розміру циліндрів, що забезпечує необхідну герметичність і компресію.

Колінчастий вал підлягає обов'язковій дефектації. У разі виявлення зносу шийок або інших дефектів, що перевищують допустимі значення, вал направляється на спеціалізоване підприємство для шліфування або відновлення методом наплавлення з подальшою механічною обробкою. Це дозволяє забезпечити високу точність відновлення відповідальних елементів.

Паливна апаратура та агрегати електрообладнання ремонтуються на спеціалізованих дільницях майстерні із застосуванням стендів для перевірки та регулювання, що забезпечує точність налаштувань і стабільність роботи двигуна після ремонту.

Блок циліндрів у разі виявлення тріщин, деформацій або інших серйозних дефектів направляється на слюсарно-механічну або зварювальну дільницю для відновлення. Аналогічно корпусні деталі, такі як картери,

колектори та кришки, при наявності пошкоджень проходять відновлення методами зварювання або механічної обробки.

Після завершення відновлювальних операцій усі придатні деталі повертаються на дільницю складання двигунів, де здійснюється його комплектування та остаточне складання відповідно до технологічної документації. Складання виконується із суворим дотриманням моментів затягування, регулювань та послідовності монтажних операцій.

Зібраний двигун транспортується на дільницю обкатки та випробування, де встановлюється на спеціалізований стенд (наприклад, КИ-5540М). Обкатка виконується у два етапи — холодна та гаряча, що дозволяє перевірити працездатність систем без навантаження та під навантаженням. Тривалість випробувань визначається конструктивними особливостями двигуна та регламентується технічною документацією.

У разі виявлення відхилень у роботі двигуна під час випробувань передбачена можливість його часткового розбирання на спеціальному стенді для усунення дефектів без порушення загального технологічного процесу. Це забезпечує підвищення гнучкості виробництва та скорочення часу повторного складання.

Таким чином, запропонований технологічний процес ремонту двигунів в умовах майстерні загального призначення забезпечує послідовність виконання операцій, раціональне використання обладнання та можливість відновлення працездатності двигунів різних типів із дотриманням вимог до якості ремонту.

2.3 Обґрунтування програми та трудомісткості робіт для відділення з ремонту двигунів

При розрахунку річної програми з ремонту автотракторних двигунів для відділення майстерні загального призначення в зону обслуговування якої підпадає машинно-тракторний і автомобільний парк необхідно врахувати те,

що кількість ремонтів двигнів для тракторів і автомобілів розраховується за різними методиками.

Так для визначення кількості ремонтів двигунів для автомобільного парку застосовується формула [8]:

$$N_P = \frac{A \cdot L_{\text{рік}} \cdot K_1 \cdot K_2}{L_{\text{мр}}}, \quad (2.1)$$

де A - кількість автомобілів, що підпадають до зони охоплення ремонтом майстерні загального призначення од.; $L_{\text{рік}}$ - середньорічний пробіг одного автомобіля, км; $L_{\text{мр}}$ - міжремонтний пробіг двигуна до капітального ремонту (для сучасних вантажівок складає 500–800 тис. км); K_1 - коефіцієнт, що враховує частку автомобілів, двигуни яких реально потребуватимуть капітального ремонту в поточному році ; K_2 - коефіцієнт охоплення ринку (частка клієнтів, які звернуться до сервісу), ($K_2 = 1,0$).

Наприклад для автомобілів марки Volvo річна кількість двигунів, які потребують ремонту складе:

$$N_P^{\text{Volvo}} = \frac{110 \cdot 80000 \cdot 1 \cdot 1,0}{550000} \approx 16 \text{ дв.}$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших марок автомобілів, а результати зводяться до (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків річної програми ремонту автомобільних двигунів для майстерні загального призначення

Категорія	Марка автомобіля	Тип двигуна (приклад)	Частка в програмі, %	Кількість ремонтів, од.
Імпортні (преміум-сегмент)	Scania	DC13 / DC16	18%	18
	MAN	D20 / D26	16%	16
	Volvo	D13K	14%	14
	DAF	MX-11 / MX-13	12%	12
Середній клас	Mercedes-Benz Actros	OM 470 / OM 471	10%	10

Закінчення табл.2.1

	Renault Trucks	DTi 11 / DTi 13	8%	8
Вітчизняні та СНД	МАЗ	ЯМЗ-536 / ЯМЗ-651	8%	8
	КамАЗ	КамАЗ-740 / Cummins ISBe	8%	8
	ГАЗ (Next, Valдай)	Cummins ISF	6%	6
Разом			100%	100

Таким чином річна програма ремонту двигунів для сервісного підрозділу становить 100 двигунів.

Для визначення річної трудомісткості робіт застосуємо вираз:

$$T_P = N_P \cdot t \cdot K_M \cdot K_C, \quad (2.2)$$

де N_P - розрахована річна програма, од.;

t - нормативна трудомісткість капітального ремонту однієї одиниці (двигуна даного типу), люд-год ($t = 82 \text{ люд.} - \text{год}$);

K_M - коефіцієнт механізації, ($K_M = 0,85 \dots 0,95$). K_C - коефіцієнт, що враховує складність робіт (наприклад, для двигунів Еуро-6 він може бути $K_C > 1$ через підвищену кількість операцій).

$$T_P = 100 \cdot 82 \cdot 0,90 \cdot 1,1 = 7910 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Таким чином, річна трудомісткість робіт з капітального ремонту автомобільних двигунів у проєктованому відділенні становить 7910,0 люд.-год.

Для визначення річної кількості двигунів, що підлягають капітальному ремонту у тракторному парку, застосовується розрахункова залежність, яка враховує експлуатаційне напрацювання машин у мотогодинах та ресурс двигуна до капітального ремонту.

Розрахунок виконується за формулою:

$$N_{TP} = \sum \left(\frac{n_i \cdot H_{pi}}{H_{kpi}} \cdot K_z \cdot K_p \right), \quad (2,3)$$

де: N_{TP} – річна кількість ремонтів двигунів тракторів, од.; n_i – кількість тракторів i -ї марки в зоні обслуговування, од.; H_{pi} – середньорічне напрацювання трактора, мото-год. ($H_p = 900 \text{ мото-год}$); H_{kpi} – ресурс двигуна до капітального ремонту, мото-год. ($H_{kp} = 7000 \text{ мото-год}$); K_z – коефіцієнт охоплення сервісом ($K_z = 0,85$); K_p – коефіцієнт фактичної потреби в ремонті ($K_p = 1,0$).

Так для тракторів марки Case IH Puma річна кількість двигунів, які потребують ремонту складе:

$$N_{TP}^{Case} = \frac{36 \cdot 900}{7000} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 4 \text{ двиг.}$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших марок тракторів, а розрахунки зводяться до (таблиці 2.2)

Таблиця 2.2 - Річна програма ремонту двигунів тракторного парку

Категорія	Марка трактора	Тип двигуна	Частка в парку, %	Розрахункова кількість ремонтів, од./рік
Сучасні високопродуктивні	John Deere 6R	PowerTech PVS 6.8	20	8
	CLAAS Arion 500	FPT NEF 6.7	15	6
	Case IH Puma	FPT Cursor 9	10	4
Середній клас	MTЗ-1221	Д-260	20	8
	ХТЗ-150К	ЯМЗ-236	15	6
Старі моделі	MTЗ-82	Д-243	10	4
	Т-150К	СМД-60 / ЯМЗ-236	10	4
Разом			100%	40

Найбільша кількість ремонтів припадає на найбільш поширені моделі середнього класу (MTЗ-1221 та MTЗ-82), що пояснюється їх масовим використанням у господарствах зони обслуговування.

Річну трудомісткості робіт для ремонту тракторних двигунів визначаємо за формулою:

$$T_{TP} = N_{TP} \cdot t_{TP} \cdot K_M \cdot K_C, \quad (2.4)$$

де N_{TP} - розрахована річна програма, од. ($N_{TP} = 40$ двиг.);

t - нормативна середня трудомісткість ремонту однієї одиниці, люд-год ($t_{TP} = 78$ люд.-год);

K_M - коефіцієнт механізації, ($K_M = 0,8 \dots 0,9$); K_C - коефіцієнт, що враховує складність робіт (наприклад, для двигунів FPT NEF 6.7 він може бути $K_C > 1$ через підвищену кількість операцій).

$$T_{TP} = 40 \cdot 78 \cdot 0,80 \cdot 1,2 \approx 3000 \text{ люд.-год.}$$

Річна трудомісткість робіт з капітального ремонту тракторних двигунів у проектованому відділенні становить $T_{TP} \approx 3000$ люд.-год.

Загальна річна трудомісткість робіт для відділення з ремонту двигунів складе:

$$T_{заг} = T_{AB} + T_{TP} = 7910 + 3000 = 10910 \approx 11000 \text{ люд.-год.}, \quad (2.5)$$

Таким чином річна трудомісткість робіт з ремонту двигунів в відділенні майстерні загального призначення складе 11000 люд.-год.

2.4 Склад виробничих дільниць та постів відділення з ремонту двигунів та їх трудомісткість

Склад виробничих дільниць відділення з ремонту автотракторних двигунів визначається структурою технологічного процесу, обсягом та характером виконуваних ремонтних операцій, а також рівнем спеціалізації робочих місць. Формування дільниць здійснюється таким чином, щоб забезпечити послідовність виконання операцій, мінімізацію внутрішньоцехових переміщень та раціональне використання виробничих площ і обладнання.

З урахуванням прийнятого технологічного процесу встановлено, що частина операцій не виконується безпосередньо у відділенні ремонту двигунів, а передається на спеціалізовані виробничі підрозділи майстерні. Зокрема, механічна обробка деталей, зварювально-наплавлювальні роботи, ремонт електрообладнання та паливної апаратури виконуються відповідно у механічному, зварювальному відділеннях, а також на ділянках ремонту електро- та паливної систем. Це дозволяє підвищити якість виконання спеціалізованих операцій та зосередити у відділенні двигунів лише складально-розбірні, діагностичні та регулювальні роботи.

У межах відділення з ремонту двигунів організовуються основні виробничі ділянки та робочі пости, які відповідають етапам технологічного процесу. До них належать: розбирально-мийна ділянка, пости ремонту газорозподільного механізму, шатунно-поршневої групи, систем мащення та охолодження, ділянка дефектації деталей, складальна ділянка, а також ділянка обкатки та випробування двигунів.

Розподіл загальної трудомісткості між ділянками виконано відповідно до структури технологічного процесу та питомої ваги кожного виду робіт у загальному обсязі ремонту. Загальна річна трудомісткість прийнята на рівні 11000 люд.-год. Результати розподілу наведено в (таблиці 2.3)

Таблиця 2.3 – Розподіл трудомісткості ремонтних робіт по ділянках відділення

№ з/п	Найменування ділянки (робочого поста)	Частка від загальної трудомісткості, %	Трудомісткість, люд.-год
1	Розбирально-мийна ділянка	16,0	1760
2	Пост ремонту газорозподільного механізму	12,0	1320
3	Пост ремонту шатунно-поршневої групи	14,0	1540
4	Пост ремонту систем мащення та охолодження	8,0	880
5	Пост дефектації деталей	6,0	660
6	Складальна ділянка двигунів	20,0	2200
7	Ділянка обкатки та випробування	12,0	1320
8	Передача на спеціалізовані ділянки (мех., зварюв., ел., паливна апар.)	12,0	1320
Разом		100	11000

Найбільша частка трудомісткості - 20% припадає на складальну дільницю, що обумовлено високою точністю складання двигуна, необхідністю регулювань та контролю відповідальних посадок. Значний обсяг робіт також виконується на розбирально-мийній дільниці-16%, оскільки ці операції є початковим етапом ремонту та визначають якість подальшої дефектації.

Пости ремонту газорозподільного механізму та шатунно-поршневої групи мають підвищену трудомісткість через складність конструкції та високі вимоги до точності відновлення деталей.

Дефектаційна дільниця має відносно меншу питому вагу – 6%, але виконує критично важливу функцію визначення подальшої долі деталей.

Обкатка та випробування двигунів займають суттєву частку трудомісткості, оскільки включають контроль роботи двигуна в різних режимах навантаження та виявлення прихованих дефектів після складання.

Передача частини трудомісткості на спеціалізовані дільниці – 12% пояснюється доцільністю концентрації складних технологічних операцій у профільних підрозділах, що забезпечує підвищення якості ремонту та зменшення витрат часу у відділенні двигунів.

Таким чином, запропонований розподіл трудомісткості відповідає структурі технологічного процесу ремонту двигунів та забезпечує раціональну організацію виробництва в умовах майстерні загального призначення.

2.5 Визначення потреби в кадрових ресурсах для реалізації програми робіт

Для розрахунку кількості персоналу для відділення з ремонту двигунів використаємо вихідні дані: річна трудомісткість $T_{PIЧ} = 11000 \text{ люд.} - \text{год}$

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

$T_{PIЧ} = 10313 \text{ люд.-год.}$; 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):

$$N_y = \frac{T_{PIЧ}}{\Phi_n \cdot K_{вн}} = \frac{11000}{2015 \cdot 1,05} = 5,2 \approx 5 \text{ роб.}, \quad (2.6)$$

Приймаємо 5 осіб.

Штатна чисельність ($N_{шт}$):

$$N_{шт} = \frac{T_{PIЧ}}{\Phi_o \cdot K_{вн}} = \frac{11000}{1840 \cdot 1,05} = \frac{11000}{1932} = 5,7 \approx 6 \text{ роб.}, \quad (2.7)$$

Отже технологічно необхідна кількість основних робітників для відділення з ремонту двигунів складе 5 осіб. Так як на спеціалізовані підрозділи майтерні передається трудомісткість в розмірі 1320 люд-год. для ремонту агрегатів паливної апаратури, електрообладнання та ін. В відповідності до виду робіт та їх трудомісткості проведемо розподілення робочих за робочими постами (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Розрахунок кількості робітників за видами робіт

№ з/п	Найменування (робіт)	Трудомісткість, люд.-год	Розрахункова кількість (Рт)	Прийнята кількість (Рп)
1	Розбирально-мийна дільниця	1760	0,91	1
2	Пост ремонту газорозподільного механізму	1320	0,68	1
3	Пост ремонту шатунно-поршневої групи	1540	0,80	1
4	Пост ремонту систем мащення та охолодження	880	0,45	-
5	Пост дефектації деталей	660	0,34	-
6	Складальна дільниця двигунів	2200	1,13	1
7	Дільниця обкатки та випробування	1320	0,53	1
8	Передача на спеціалізовані дільниці (мех., зварюв., ел., паливна апаратура)	1320	0,68	-
Всього		11000	5	5

Аналіз таблиці 2.4 показує, що частина постів недовантажена ($P_t < 1$). Для уникнення цього недоліку слюсарів доцільно закріпити не за однією операцією, а за технологічними зонами. Що дасть можливість більш раціоналізовано розподілити трудомісткість між робочими (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 - Раціоналізований розподіл робітників

№	Закріплена зона робіт	Склад робіт	Сумарна трудомісткість, люд.-год	Завантаження
1	Розбирально-мийна + дефектація	Розбирання двигуна, мийка деталей, первинний контроль і дефектація	$1760 + 660 = 2420$	1,24
2	Газорозподільний механізм + системи мащення і охолодження	Ремонт ГРМ, клапанний механізм, насоси, масляні та охолоджувальні системи	$1320 + 880 = 2200$	1,13
3	Шатунно-поршнева група + допоміжні операції	Ремонт ШППГ, заміна поршнів, втулок, частина супутніх робіт	$1540 + 400 = 1940$	1,00
4	Складання двигуна + комплектування	Загальне складання двигуна, регулювання, підготовчі операції	$2200 + 500 = 2700$	1,39
5	Обкатка та випробування двигунів	Холодна та гаряча обкатка, контроль параметрів, усунення дрібних дефектів	$1320 + 420 = 1740$	0,89
Всього			9680	5

Проведений раціоналізований розподіл трудомісткості між виробничими зонами відділення базується на технологічній послідовності ремонту двигунів та принципі об'єднання близьких за характером операцій.

Найбільше навантаження припадає на складальну дільницю, що пояснюється високою трудомісткістю операцій з комплектування, регулювання та остаточного складання двигуна, які потребують підвищеної точності та кваліфікації персоналу.

Значну частку також займає розбирально-мийна зона з дефектацією, оскільки саме на цьому етапі визначається технічний стан деталей та формується подальший маршрут їх відновлення.

Газорозподільний механізм і системи мащення та охолодження об'єднані в одну функціональну зону через технологічну спорідненість операцій і спільність застосовуваного обладнання.

Шатунно-поршнева група виділена в окрему зону як найбільш відповідальна частина двигуна, що визначає його ресурс і потребує високої точності відновлення.

Зона обкатки та випробувань виконує завершальний контрольний етап, що забезпечує перевірку працездатності двигуна після ремонту.

У цілому отримане навантаження робітників знаходиться в межах 0,89–1,39, що є допустимим для умов ремонтного виробництва та забезпечує відносно рівномірне завантаження персоналу з урахуванням технологічної специфіки процесу.

2.6 Розрахунок технічного забезпечення виробничих дільниць

Одним із визначальних етапів технічного переоснащення виробничого підрозділу є формування його матеріально-технічної бази, що здійснюється шляхом розрахунку необхідної кількості технологічного обладнання (верстатів, стендів, спеціальних установок). При цьому необхідно забезпечити оптимальний баланс між кількістю обладнання та реальними виробничими потребами. Надмірна оснащеність призводить до нераціонального використання виробничих площ і підвищення експлуатаційних витрат, тоді як недостатній рівень технічного забезпечення ускладнює виконання технологічного процесу ремонту в установлені строки та з необхідною якістю.

Визначення кількості одиниць обладнання базується на зіставленні річного обсягу трудових витрат із ефективним фондом робочого часу однієї одиниці техніки. У випадку, коли продуктивність одного агрегату забезпечує повне виконання запланованого обсягу робіт, приймається мінімальна кількість обладнання - одна одиниця. Якщо ж продуктивності недостатньо, необхідна кількість визначається розрахунковим шляхом із урахуванням коефіцієнтів завантаження та рівня використання виробничих потужностей.

Організація дільниці ремонту двигунів передбачає обґрунтований підбір мийного обладнання, яке є одним із ключових елементів

технологічного процесу, оскільки безпосередньо впливає на якість подальших операцій дефектації та ремонту.

Кількість мийних установок періодичної дії визначається на основі відповідної розрахункової залежності.

$$n_m = \frac{G_{zag} \cdot t_{цикл}}{\Phi_{д.об} \cdot q_{зав} \cdot k_{\epsilon} \cdot \eta_{\chi}}, \quad (2.8)$$

де G_{zag} - сумарна маса деталей і вузлів, що підлягають очищенню, кг;
 $t_{цикл}$ - тривалість одного повного циклу миття, год ($t < 0,5 год.$); $\Phi_{д.об}$ - дійсний річний фонд часу роботи, год, ($\Phi_{д.об} = 1500 год.$); $q_{зав}$ - маса одноразового завантаження деталей, кг ($q_{зав} = 500 кг$); k_{ϵ} - коефіцієнт, що враховує компоновку та щільність розміщення деталей ($k_{\epsilon} = 0,6...0,8$); η_{χ} - показник застосування установки на виробництві, ($\eta_{\chi} \approx 0,9$).

Річний обсяг маси об'єктів миття, що надходять на дільницю, розраховується за формулою:

$$G_{zag} = k_{\delta\epsilon} \cdot G_{\delta\epsilon} \cdot N_{\delta\epsilon}, \quad (2.9)$$

де $k_{\delta\epsilon}$ - коефіцієнт, враховуючий складову маси деталей, складальних комплектів, що потрібно очистити, від маси двигуна ($k_{\delta\epsilon} = 0,6...0,8$); $G_{\delta\epsilon}$ - маса двигуна, в середньому, кг. ($G_{\delta\epsilon} = 1200 кг$); $N_{\delta\epsilon}$ - число ремонтів двигуна, шт. ($N_{\delta\epsilon} = 140 од.$).

В відповідності до (2.7) вага об'єктів очистки складе:

$$G_{zag} = 0,8 \cdot 1200 \cdot 140 = 134400 кг.$$

Тоді кількість машин згідно (2.8) дорівнює

$$n_m = \frac{134400 \cdot 0,4}{1500 \cdot 500 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,13 \approx 1 \text{ мийна машина}$$

Для виконання операцій очищення вузлів і деталей двигунів у відділенні приймається одна мийна установка типу ОМ-4610, яка забезпечує ефективне видалення забруднень перед подальшою дефектацією та складанням.

Розрахунок необхідної кількості ванн для термічного або хімічного очищення корпусних деталей двигунів здійснюється на основі відповідного аналітичного виразу [8]:

$$n_{\text{виг}} = \frac{M_{\text{с}}}{\Phi_{\text{д.об}} \cdot g_{\text{с}} \cdot k_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{ч}}}, \quad (2.10)$$

де $M_{\text{с}}$ - маса деталей, які виварюються, кг ($M_{\text{с}} = 56000$ кг.);

$g_{\text{с}}$ - вага деталей, для одночасного завантаження ($g_{\text{с}} = 200$ кг.).

$$n_{\text{виг}} = \frac{56000 \cdot 1,0}{1500 \cdot 200 \cdot 0,7 \cdot 0,8} = 0,33 \approx 1 \text{ ванна}$$

Для виконання операцій виварювання приймається одна установка типу ОМ-12190. Інше обладнання мийної ділянки визначається та комплектується відповідно до вимог прийнятого технологічного процесу ремонту двигунів.

У процесі відновлення двигунів найбільшу частку трудових витрат становлять операції розбирання та складання. З огляду на це доцільно виконати розрахунок необхідної кількості стендів, призначених для виконання зазначених робіт. Визначення їх кількості здійснюється за відповідною розрахунковою залежністю [8]:

$$S_{\text{с}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_{\text{р-с}} \cdot c}{\Phi_{\text{до}} \cdot \eta_{\text{с}}}, \quad (2.10)$$

де N_D – кількість двигунів, які підлягають розбираються та складаються в процесі ремонту, од. ($N_D = 140 \text{ двиг.}$); t_{p-c} – час на розбирання і складання агрегату ($t_{p-c} = 5,4 \dots 6,6 \text{ люд.-год.}$); c – коефіцієнт що враховує можливість повторного розбирання та складання, ($c = 1,3$); η_c – коефіцієнт використання стенду ($\eta_c = 0,8$).

$$S_c = \frac{140 \cdot 6,6 \cdot 1,3}{1500 \cdot 0,8} = 1,1 \approx 1 \text{ стенд}, \quad (2.11)$$

Отже, для виконання операцій розбирання та складання двигунів при заданій річній виробничій програмі необхідно передбачити два спеціалізовані стенди. Їх доцільно розміщувати окремо: один - на посту розбирання двигунів, інший - на дільниці складання, що забезпечує безперервність технологічного процесу та раціональну організацію робочих місць.

У процесі відновлення двигунів внутрішнього згоряння обов'язковим етапом є контроль герметичності головок блока циліндрів (ГБЦ). Для виконання цієї операції необхідно визначити потребу в обладнанні для опресування ГБЦ, кількість якого розраховується за відповідною залежністю:

$$N_{деф} = \frac{N_{ГБЦ} \cdot t_{гбц} \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.12)$$

де $N_{деф}$ - кількість установок, для опресовки ГБЦ, од; $N_{ГБЦ}$ – кількість ГБЦ, що опресовуються, од. ($N_{ГБЦ} = 140 \text{ двиг.}$); $t_{гбц}$ – час проведення опресування ($t_{гбц} = 3,2 \text{ люд.-год.}$); c – коефіцієнт що враховує можливість повторного опресування ГБЦ, ($c = 1,1$); η_c – коефіцієнт ефективності установки ($\eta_c = 0,8$).

$$N_{деф} = \frac{140 \cdot 3,2 \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,8} = 0,45 \approx 1 \text{ устан.}$$

Для проведення контрольних операцій з перевірки герметичності водяної сорочки головки блока циліндрів доцільно передбачити використання однієї установки типу УГ-1000.

Визначення необхідної кількості постів для проведення стендових випробувань та обкатки відремонтованих двигунів внутрішнього згоряння здійснюється на основі відповідної розрахункової залежності:

$$S_c = \frac{N_p \cdot t_g \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_{см}}, \quad (2.13)$$

де t_g - тривалість обкатування двигунів при наявності монтажно-демонтажних операцій, ($t_g = 2,9 - 3,2 год.$); c - коефіцієнт, враховуючий можливість повторного випробування і обкатки, ($c = 1,1$); $\eta_{см}$ - показник експлуатації обладнання, ($\eta_{см} = 0,9...0,99$); $\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи ремонтного підприємства, ($\Phi_{до} = 1500 год$); N_p - число ремонтів, ($N_p = 140 од.$).

Звідси число обладнання для випробувань складе:

$$S_c = \frac{140 \cdot 3,0 \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,9} = 0,34 \approx 1 \text{ стенд}$$

Для реалізації процесу обкатки та випробування двигунів при річній програмі у 140 одиниць доцільно передбачити використання одного стенда типу КИ-5540М, продуктивність якого забезпечує виконання заданого обсягу робіт.

Підбір необхідного технологічного обладнання за конкретними марками здійснюється відповідно до типових технологічних рішень та нормативних матеріалів. Сформований перелік обладнання наводиться у додатку А.

Розрахована кількість обладнання і прийняте допоміжне обладнання розміщується в віділенні з ремонту двигунів майстері загального

призначення згідно розробленого технологічного процесу. Технологічне планування відділення представлено на (рис.2.1).

Технологічне планування відділення з

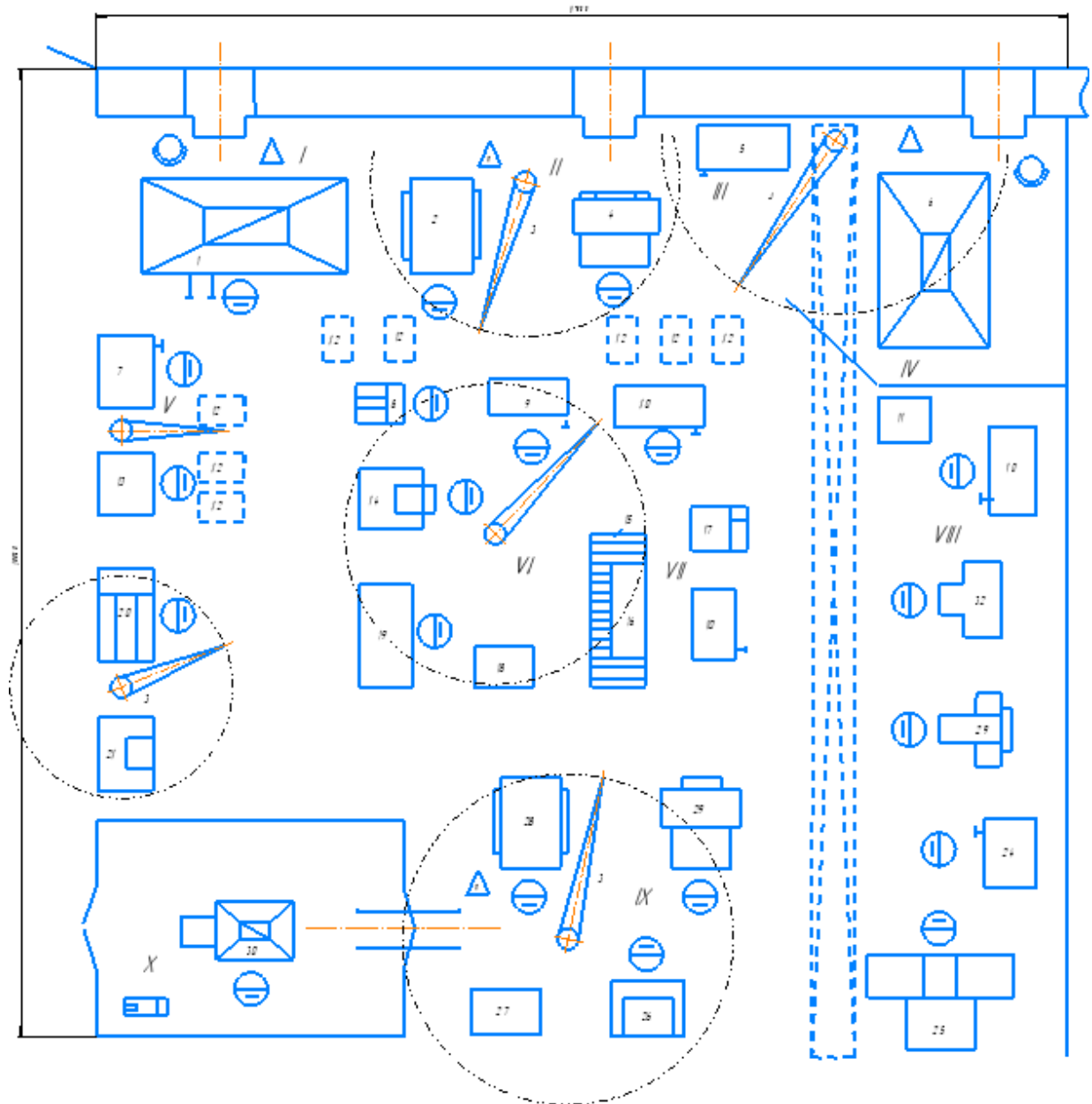


Рисунок 2.1 – Технологічне планування дільниці з ремонту двигунів

Аналіз технологічного планування виробничого підрозділу показує, що вантажопотік об'єктів ремонту (двигунів) забезпечує мінімальне пересікання деталей і вузлів двигуна при його ремонті. Таке розміщення виробничих підрозділів забезпечує зменшення загального виробничого циклу тривалості знаходження двигунів в ремонті. При цьому організація окремих дільниць з ремонту ГБЦ, ШПГ і робочих постів (ремонт агрегатів системи мащення)

забезпечують можливість проведення паралельних робіт з ремонту складових двигуна, що значно підвищує якість робіт і зменшує час знаходження двигуна в ремонті.

Висновки по розділу.

1. Проведений аналіз сучасних методів ремонту автотракторних двигунів показав, що для умов майстерні загального призначення найбільш ефективним є комбінований підхід, який поєднує індивідуальний ремонт відповідальних деталей із агрегатною заміною типових вузлів, що дозволяє забезпечити баланс між якістю відновлення та продуктивністю робіт.

2. Розроблений технологічний процес ремонту двигунів забезпечує раціональну послідовність виконання операцій — від очищення і розбирання до складання та випробування — та передбачає використання спеціалізованих ділянок для виконання складних технологічних операцій, що сприяє підвищенню якості ремонту і зменшенню тривалості виробничого циклу.

3. Визначена річна програма ремонту двигунів та відповідна трудомісткість робіт дозволили встановити обсяг виробничого навантаження відділення, який становить 11000 люд.-год, що є достатньою основою для обґрунтування структури підрозділу та подальших розрахунків ресурсного забезпечення.

4. Запропонований склад виробничих ділянок і раціоналізований розподіл трудомісткості забезпечують ефективну організацію ремонтного процесу, дозволяють рівномірно завантажити персонал та створюють умови для паралельного виконання операцій, що підвищує продуктивність і скорочує тривалість ремонту.

5. Виконані розрахунки потреби в персоналі та технологічному обладнанні підтверджують можливість реалізації заданої виробничої програми із застосуванням обмеженої кількості робочих місць і технічних засобів, при цьому забезпечується раціональне використання виробничих площ, оптимізація вантажопотоків і відповідність умовам майстерні загального призначення.

3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РЕМОНТУ ШАТУНІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

3.1 Призначення конструкції і область використання

Проектований стенд призначений для виконання комплексу операцій з відновлення шатунів двигунів, зокрема випресування та запресування втулок верхньої головки, їх дорнування, а також усунення геометричних відхилень шатуна у вигляді згину та скручення.

Конструкцією стенда передбачено встановлення спеціалізованих затискних елементів, зокрема тисків для ліквідації крутильних деформацій, а також пристрою для правки, що забезпечує відновлення геометричної точності деталі відповідно до технічних вимог.

Запропоноване конструктивне рішення дозволяє поєднати в одному робочому місці виконання основних операцій ремонту шатунів, що свідчить про його універсальність та технологічну доцільність. Стенд може ефективно застосовуватися у відділеннях ремонту двигунів різного типу, зокрема в умовах майстерень загального призначення, спеціалізованих ремонтних підприємств, а також на станціях технічного обслуговування.

3.2 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для ремонту шатунів

Для виконання операцій відновлення шатунів двигунів застосовуються різні типи пристроїв і стендів, які відрізняються конструктивним виконанням, рівнем універсальності та ступенем механізації. Проведений аналіз дозволяє виділити найбільш поширені конструктивні рішення.

Пресові пристрої для заміни втулок верхньої головки шатуна. Дані пристрої базуються на використанні механічних або гідравлічних пресів, оснащених комплектом оправок для випресування та запресування втулок.

До переваг таких конструкцій слід віднести : простота конструкції та експлуатації; висока надійність і довговічність; можливість створення

значних зусиль пресування; універсальність при використанні змінної оснастки.

До недоліків відноситься: відсутність функцій контролю геометрії шатуна; неможливість усунення деформацій (згину та кручення); необхідність додаткових пристроїв для дорнування; розділення операцій у часі та просторі, що збільшує трудомісткість.

Для усунення наслідків деформації у шатуна, яка проявляється в вигляді згину і кручення застосовуються пристрої для контролю та правки шатунів. Ці пристрої призначені для перевірки геометричних параметрів шатунів та усунення їх деформацій. Конструкція зазвичай включає призми, індикаторні головки та механізми прикладання зусиль для правки.

До позитивних якостей їх конструкції необхідно віднести: забезпечують контроль точності та відповідності геометричних параметрів; дозволяють усувати згин і скручення шатунів; підвищують якість відновлення деталей.

При цьому вони мають і ряд недоліків: вузька спеціалізація (відсутність можливості заміни втулок); необхідність додаткового обладнання для інших операцій; відносно низька продуктивність; залежність точності від кваліфікації оператора.

В ремонтному виробництві використовуються також комбіновані стенди для ремонту шатунів. Вони поєднують декілька функцій: заміну втулок, дорнування, контроль і правку шатунів. Як правило, вони мають більш складну конструкцію та оснащуються універсальними робочими вузлами.

Стенди такої конструкції забезпечують комплексне виконання ремонтних операцій в одному місці, значно скорочують тривалість ремонту, зменшують кількості переміщень деталей, що суттєво підвищує продуктивність праці.

До недоліків стендів такої конструкції слід віднести: складність конструкції та вища вартість виготовлення; потреба у більш кваліфікованому

обслуговуванні; складність налаштування при роботі з різними типорозмірами шатунів.

Проведений аналіз показує, що існуючі конструкції або мають вузьку спеціалізацію (пресові чи контрольні пристрої), або характеризуються складністю та високою вартістю (комбіновані стенди). Це обумовлює доцільність розроблення універсального стенда, який поєднує основні операції ремонту шатунів - заміну втулок, дорнування та усунення деформацій - при збереженні відносної простоти конструкції та придатності для використання в умовах майстерні загального призначення.

3.3 Обґрунтування конструкції стенда для ремонту шатунів

Загальний вигляд розробленого стенда наведено на рисунку 3.1. Конструкція стенда сформована з урахуванням технологічних вимог до виконання операцій відновлення шатунів двигунів та умов експлуатації в майстернях загального призначення.

Стенд являє собою комбіновану установку, яка об'єднує декілька функціональних вузлів і забезпечує виконання повного комплексу ремонтних операцій. Основними складовими конструкції є: несуча рама 1, на якій змонтовано робочий стіл з розміщеними на ньому тисками 2 та пристроєм для правки шатунів 3. Гідравлічна частина представлена гідроциліндром 12, закріпленим на укосині 9, та насосною станцією, до складу якої входять електродвигун 4, гідравлічний насос 7, бак робочої рідини 10 і гідророзподільник 8.

Запропонована конструкція базується на принципі гідравлічного приводу, що забезпечує створення значних зусиль при відносно компактних габаритах і високій точності прикладання навантаження. Передача зусилля здійснюється від штока гідроциліндра 12 через змінні робочі елементи (оправки, дорни, пуансони) 17 на оброблювану деталь, встановлену на опорі. Такий підхід дозволяє реалізувати різні технологічні операції без зміни базової конструкції стенда.

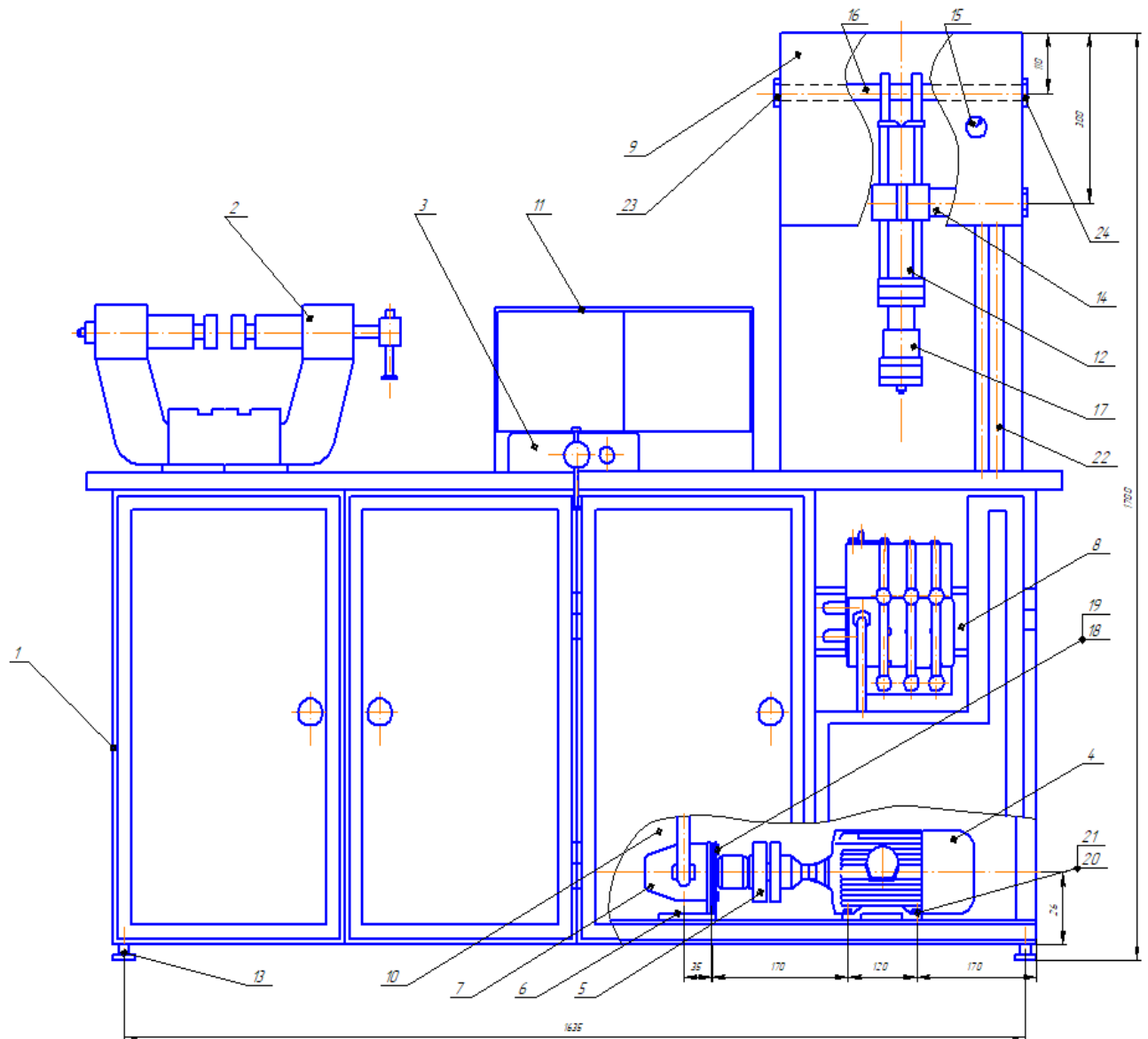


Рисунок 3.1 – Комбінований стенд для ремонту шатунів: 1 – Рама; 2 – Тиски; 3 - Пристрій для правки; 4 –Електродвигун; 5 – Муфта; 6 - Пристрій для кріплення; 7 - Гідравлічний насос; 8 – Гідророзподільник; 9 – Укосина; ;10 - Бак гідравлічний; 11 – Полка; 12 - Гідроциліндр; 13 - Опора; 14 - Опора фіксуюча; 15 – Манометр; 16 – Вісь; 17 – Оправка; 18-24 – Болтові з'єднання

Подача робочої рідини до гідроциліндра 12 здійснюється через гідророзподільник 8, що забезпечує керування напрямком руху штока. Контроль робочого тиску виконується за допомогою манометра 15, що дозволяє регулювати величину прикладеного зусилля залежно від типу виконуваної операції та конструкційних особливостей шатуна.

Функціональні можливості стенда охоплюють: випресування зношених втулок верхньої головки шатуна із застосуванням змінних оправок; запресування нових втулок із забезпеченням необхідної точності посадки; дорнування втулок для досягнення необхідного розміру та якості поверхні; усунення згину шатуна за допомогою спеціального гвинтового механізму пристрою 3; ліквідацію крутильних деформацій шляхом фіксації шатуна в тисках 2 і прикладання коригуючого зусилля.

Особливістю конструкції є поєднання гідравлічного та механічного принципів дії, що дозволяє ефективно виконувати як силові операції (пресування, дорнування), так і операції правки, які потребують більш точного та контрольованого впливу.

Актуальність розробки даного стенда обумовлена рядом виробничих факторів. У більшості майстерень загального призначення відсутнє універсальне обладнання, яке дозволяє виконувати повний цикл ремонту шатунів в одному місці. Як правило, окремі операції (пресування, правка, контроль) виконуються на різних ділянках або із застосуванням розрізненого обладнання, що призводить до: збільшення тривалості ремонту; додаткових внутрішніх переміщень деталей; підвищення трудомісткості; зниження точності відновлення через багаторазове базування.

Запропонований стенд усуває зазначені недоліки за рахунок концентрації основних операцій на одному робочому місці. Це дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити втрати часу та забезпечити стабільну якість ремонту.

Крім того, конструкція стенда є адаптованою до умов невеликих ремонтних підрозділів, оскільки має відносно просту будову, не потребує складного обслуговування та може використовуватись для різних типорозмірів шатунів за рахунок застосування змінної оснастки.

Таким чином, розроблена конструкція стенда є технічно обґрунтованим рішенням, яке забезпечує комплексність виконання ремонтних операцій, підвищення ефективності виробничого процесу та відповідає вимогам сучасного ремонтного виробництва

3.4 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

Зусилля для запресування втулки верхньої головки шатуна визначається за виразом:

$$F_{запр.} = f \cdot \pi \cdot d \cdot L \cdot P_K, \quad (3.1)$$

де d - діаметр втулки, яка запресовується в верхню головку шатуна, мм.;

L - довжина поверхонь деталей пресового з'єднання, мм.;

P_K - контактний тиск при посадці деталей з натягом, Н.

Контактний тиск при посадці втулки з натягом визначається з урахуванням пружних деформацій обох спряжених деталей - втулки та шатуна [8]:

$$P_K = \frac{\delta}{\frac{2r}{E_2} \left(\frac{r_2^2 + r^2}{r_2^2 - r^2} + \mu_2 \right) + \frac{2r}{E_1} \left(\frac{r_1^2 + r^2}{r^2 - r_1^2} - \mu_1 \right)}, \quad (3.2)$$

де r_1 - внутрішній радіус втулки, мм ($r_1 = 25,5 \text{ мм}$); r_2 - зовнішній радіус шатуна, мм ($r_2 = 35 \text{ мм}$); r - радіус контакту (посадки), мм (для шатуна - $r = 35 \text{ мм}$, для втулки $r = 25,5 \text{ мм}$); E_1 - модуль пружності втулки (бронза - $E_1 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ МПа}$); E_2 - модуль пружності шатуна (сталь 45, $E_2 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$); $\mu_1 \approx 0,33$ - коефіцієнт Пуассона втулки (бронза); $\mu_2 \approx 0,3$ - коефіцієнт Пуассона шатуна (сталь); δ - радіальний натяг.

$$P_K = \frac{0,02}{\frac{2 \cdot 25,5}{214} \left(\frac{35^2 + 25,5^2}{35^2 - 25,5^2} + 0,3 \right) + \frac{2 \cdot 25,5}{110} \left(\frac{25,5^2 + 22,5^2}{25,5^2 - 22,5^2} - 0,33 \right)} = 4,5 \text{ кН}$$

Тоді зусилля запресування складе:

$$F_{запр.} = 0,15 \cdot 3,14 \cdot 51 \cdot 50 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 5,4 \text{ кН}$$

Зусилля випресування втулки розраховуємо за формулою:

$$F_{занр.} = 1,3 \cdot F_{занр.}, \quad (3.3)$$

$$F_{занр.} = 1,3 \cdot 5,4 = 7 \text{ кН}$$

Зусилля різання при дорнуванні визначаємо за формулою [8]:

$$P_z = F \cdot \sum b, \quad (3.4)$$

де F – зусилля різання відтиснення, віднесена до 1 мм довжини ріжучої кромки, ($F = 0,44 \text{ кН/мм}$); $\sum b$ – сумарна довжина ріжучих кромок одночасно працюючих зубів дорна, мм ($\sum b = 373 \text{ мм}$);

$$P_z = 0,44 \cdot 373 = 164 \text{ кН}.$$

Таким чином виникає необхідність визначитися з типорозміром гідроциліндра для забезпечення зусилля пресувальних операцій в інтервалі 7...164 кН. Обчислення параметрів гідроциліндра із заданим робочим зусиллям та з урахуванням його коефіцієнта корисної дії здійснюється за такою залежністю:

$$P_{роб.} = P_z \cdot \kappa, \quad (3.4)$$

де κ - коефіцієнт корисної дії гідроциліндра, ($\kappa = 0,95$).

$$P_{роб.} = 164 \cdot 0,95 = 156 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра поршня гідроциліндра здійснюється за такою математичною залежністю:

$$D_{пор.} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{роб.}}{P_{ном} \cdot \pi}}, \quad (3.5)$$

де $p_{ном.}$ – тиск в порожнинах циліндра.

$$D_{пор.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 156}{16 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14}} = 111,4 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр гідроциліндра обчислюємо за формулою:

$$\pi \cdot (D_H^2 - D_{пор}^2) \cdot [G]_p = P_{роб.}, \quad (3.6)$$

де $[G]_p$ – величина допустимого механічного напруження для металу, з якого виготовлено циліндр, МПа.

$$[G]_p = \frac{G_m}{n}, \quad (3.7)$$

де G_m – границя текучості, МПа;

n – коефіцієнт запасу міцності, ($n = 6,5$).

$$[G]_p = \frac{380}{6,5} = 58,4 \text{ МПа}$$

Тоді згідно виразу (3.6) зовнішній діаметр гідроциліндра визначиться за виразом:

$$D_H = \sqrt{\frac{P_{роб.} \cdot 4}{[G]_p \cdot \pi} + D_{пор.}^2}, \quad (3.8)$$

$$D_H = \sqrt{\frac{156 \cdot 4}{58,4 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14} + 111,4^2} = 126 \text{ мм}$$

Згідно розрахунків діаметрів гідроциліндра приймаємо стандартний типорозмір гідроциліндра Ц-120.

Визначаємо діаметр штока поршня гідроциліндра за формулою:

$$d_{um} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} \quad (3.9)$$

де F - сила, яка формується на штоці гідроциліндра, Н.;

Силу (F) знайдемо із виразу [8]:

$$G = \frac{P_{роб.}}{F} \leq [G], \quad (3.10)$$

де $[G] = 246 \text{ МПа}$.

$$F = \frac{156}{246 \cdot 10^{-3}} = 634 \text{ мм}^2$$

Тоді діаметр штока буде дорівнювати

$$d_{um} = \sqrt{\frac{4 \cdot 634}{3,14}} = 28 \text{ мм}$$

Орієнтуючись на конструктивні чинники, обираємо такий діаметр штока: $d_{um} = 40 \text{ мм}$.

Здійснюємо перевірку штока на поздовжній згин за схемою закріплення «один кінець защемлений, другий — вільний» (рис. 3.2).

Відповідно до прийнятих умов закріплення, величина коефіцієнта приведення довжини дорівнює $\mu=2$.

Радіус інерції перерізу обчислюємо за формулою, взятою з праці[8]:

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}} = \sqrt{\frac{4\pi \cdot d^4}{64 \cdot \pi \cdot d^2}} = \frac{d}{4}, \quad (3.11)$$

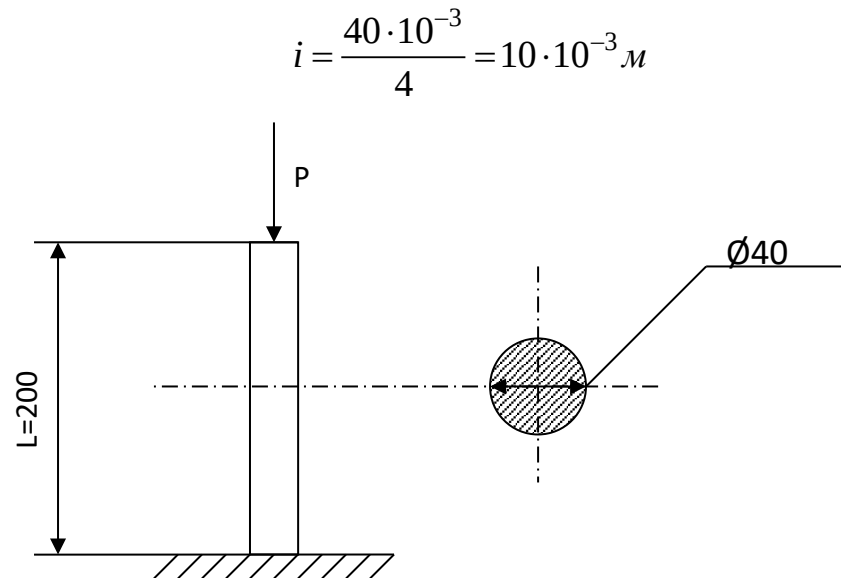


Рисунок 3.2 - Схема навантаження та закріплення штока

Показник гнучкості штока гідроциліндра знаходимо з наступного розрахункового виразу:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i}, \quad (3.12)$$

де l – довжина ділянки штока, що виступає з корпусу циліндра, мм.

$$\lambda = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 40$$

Відповідно до обчисленої гнучкості, коефіцієнт поздовжнього згину становить: $\varphi = 0,89$.

$$G = \frac{P}{F} \leq \varphi[G], \quad (3.13)$$

$$[G] = 1,2 \cdot G_m = 1,2 \cdot 360 = 432 \text{ МПа}$$

Запишемо вираз (3.13) з врахуванням площі перерізу штока:

$$G = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2 \cdot \varphi}, \quad (3.14)$$

$$G = \frac{4 \cdot 156 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40^2 \cdot 0,89} = 139 \text{ МПа}$$

Перевірка міцності

$$G_{32} \leq [G_{32}], \quad (3.15)$$

$$139 \text{ МПа} \leq 432 \text{ МПа}$$

Отже умова виконується.

Таким чином для забезпечення виконання стендом пресових операцій, а також дорнування внутрішнього отвору втулок верхньої головки шатуна актуальним являється вибір гідроциліндра марки Ц-120 з діаметром штока 40 мм згідно ДСТУ 12447-94.

Висновки по розділу.

1. У результаті аналізу технологічних процесів ремонту шатунів встановлено, що найбільш раціональним є застосування комбінованого стенда, який забезпечує виконання основних операцій відновлення (випресування, запресування втулок, дорнування та правка) в одному робочому місці, що дозволяє підвищити продуктивність та знизити трудомісткість ремонту.

2. На основі аналізу існуючих конструкцій обґрунтовано доцільність розроблення універсального стенда, який поєднує функції пресового обладнання та пристроїв для контролю і правки шатунів, при цьому забезпечує відносну простоту конструкції та можливість використання в умовах майстерень загального призначення.

3. У результаті виконаних розрахунків встановлено, що для забезпечення необхідних технологічних зусиль пресування та дорнування доцільно застосувати гідравлічний циліндр типу Ц-120, який забезпечує необхідний діапазон зусиль, а проведена перевірка міцності штока підтвердила його працездатність та достатній запас стійкості.

4. Проведені розрахунки показали, що запропонована конструкція стенда забезпечує виконання операцій правки шатунів із необхідною точністю та запасом міцності, а в цілому розроблений стенд відповідає

вимогам ремонтного виробництва та може бути рекомендований до використання в умовах ремонтних підприємств і станцій технічного обслуговування.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці в відділенні з ремонту двигунів майстерні загального призначення

Організація охорони праці у відділенні з ремонту автотракторних двигунів є важливою складовою забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я працівників та підвищення ефективності виробничого процесу. Вона базується на вимогах чинного законодавства України, нормативно-правових актів з охорони праці та галузевих стандартів, що регламентують безпечне виконання ремонтних робіт [9].

Відповідальність за стан охорони праці у відділенні покладається на керівника майстерні, який забезпечує організацію безпечних умов праці, проведення інструктажів, навчання персоналу та контроль за дотриманням встановлених вимог. Безпосереднє виконання вимог охорони праці покладається на працівників, які зобов'язані дотримуватись інструкцій, правил безпечної експлуатації обладнання та використовувати засоби індивідуального захисту.

Організація охорони праці передбачає проведення таких видів інструктажів: вступного, первинного на робочому місці, повторного, позапланового та цільового. Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками перед початком роботи, первинний — безпосередньо на робочому місці з урахуванням специфіки виконуваних операцій. Повторний інструктаж здійснюється періодично з метою закріплення знань з безпеки праці.

Виробничі приміщення відділення повинні відповідати вимогам санітарних норм і правил. Особлива увага приділяється забезпеченню достатнього рівня освітлення, вентиляції та мікроклімату. Робочі місця повинні бути обладнані таким чином, щоб виключити можливість травмування працівників, забезпечити зручність виконання операцій та зменшити фізичне навантаження.

При виконанні ремонтних робіт основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є: підвищене фізичне навантаження при переміщенні важких деталей, дія рухомих частин обладнання, можливість ураження електричним струмом, підвищений рівень шуму та вібрації, а також вплив шкідливих речовин (пари мастил, мийних розчинів, відпрацьованих газів).

Для зменшення впливу зазначених факторів передбачаються відповідні заходи безпеки. Зокрема, переміщення важких вузлів і агрегатів здійснюється із застосуванням підйомно-транспортних механізмів. Рухомі частини обладнання повинні бути огорожені, а електрообладнання — заземлене та справне.

Особливі вимоги пред'являються до експлуатації гідравлічного обладнання, зокрема пресів і стендів. Перед початком роботи необхідно перевіряти герметичність гідросистеми, справність манометрів та запобіжних пристроїв. Забороняється перевищення допустимого тиску та виконання робіт при несправному обладнанні.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. До них належать: спецодяг, захисне взуття, рукавиці, захисні окуляри, а у разі необхідності — засоби захисту органів дихання. Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим при виконанні операцій, пов'язаних із підвищеною небезпекою.

Організація робочих місць повинна відповідати принципам ергономіки. Інструменти та пристрої розміщуються у зручних для користування місцях, що дозволяє зменшити зайві рухи та підвищити продуктивність праці. Підлога у виробничих приміщеннях повинна бути рівною, неслизькою та стійкою до впливу мастильних матеріалів.

Важливим елементом системи охорони праці є забезпечення пожежної безпеки. У відділенні повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники), а також розроблені плани евакуації у разі

виникнення пожежі. Забороняється зберігання легкозаймистих матеріалів у невстановлених місцях.

Контроль за станом охорони праці здійснюється шляхом проведення періодичних перевірок, аналізу виробничого травматизму та впровадження заходів щодо його попередження. У разі виявлення порушень вживаються заходи щодо їх усунення та недопущення у подальшому.

Таким чином, організація охорони праці у відділенні з ремонту двигунів базується на комплексному підході, що включає технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці, зниження ризику травматизму та підвищення ефективності виробничого процесу.

4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом з ремонту шатунів

Експлуатація стенда для ремонту шатунів пов'язана з дією підвищених механічних навантажень, гідравлічного тиску, а також використанням допоміжного інструменту та оснастки, що обумовлює необхідність дотримання комплексу заходів безпеки. Забезпечення безпечних умов праці при роботі зі стендом досягається шляхом поєднання організаційних, технічних та індивідуальних заходів захисту.

До виконання робіт допускаються робітники, що виконали відповідні навчання, інструктажі з охорони праці і ознайомлені з конструкцією стенда, принципом його роботи і правилами безпечної експлуатації. Працівник повинен знати порядок увімкнення та зупинки обладнання, правила користування гідравлічною системою, а також дії у разі виникнення аварійних ситуацій.

Перед початком роботи необхідно виконати зовнішній огляд стенда. Особлива увага приділяється перевірці справності гідроциліндра, герметичності з'єднань гідросистеми, стану рукавів високого тиску, наявності мастила в системі та показам манометра. Забороняється

експлуатація стенда при виявленні підтікання робочої рідини, пошкодженні шлангів або несправності контрольно-вимірювальних приладів.

При виконанні операцій випресування та запресування втулок необхідно забезпечити надійне закріплення шатуна на опорах стенда. Деталь повинна бути встановлена без перекосів, із забезпеченням співвісності отвору та напрямку руху оправки. Використання випадкових або зношених оправок не допускається, оскільки це може призвести до руйнування інструменту або вильоту деталей під дією зусилля пресування.

Під час роботи гідравлічного приводу забороняється перебування рук та інших частин тіла в зоні дії рухомих елементів, зокрема штока гідроциліндра та робочого інструменту. Прикладання зусилля повинно здійснюватися плавно, без ривків, із постійним контролем тиску за показами манометра. Перевищення допустимого тиску в гідросистемі не допускається, оскільки це може спричинити пошкодження обладнання або травмування працівника.

Особливу небезпеку становлять операції дорнування втулок, при яких виникають значні контактні напруження та сили тертя. Перед виконанням цієї операції необхідно перевірити справність дорна, його геометричні параметри та якість поверхні. Забороняється використання інструменту з тріщинами, задирками або ознаками зношування. Оброблювана деталь повинна бути надійно зафіксована, а робоча зона - очищена від сторонніх предметів.

При виконанні правки шатунів необхідно враховувати можливість пружного повернення матеріалу після зняття навантаження. Зусилля правки слід прикладати поступово, контролюючи величину деформації. Забороняється перевищення допустимих значень навантаження, оскільки це може призвести до появи тріщин або руйнування деталі.

Робота зі стендом повинна виконуватись із застосуванням засобів індивідуального захисту. Працівник зобов'язаний використовувати спецодяг, захисне взуття, рукавиці та захисні окуляри для запобігання травмуванню очей у разі можливого вильоту частинок матеріалу. При роботі з мийними

розчинами або мастильними матеріалами можуть додатково застосовуватись засоби захисту органів дихання.

Організація робочого місця повинна забезпечувати вільний доступ до органів керування стендом та достатній простір для безпечного виконання операцій. Інструмент і оснастка повинні зберігатися у спеціально відведених місцях. Підлога в зоні роботи повинна бути рівною, неслизькою та очищеною від мастильних матеріалів.

У разі виникнення аварійної ситуації (різке падіння тиску, витік робочої рідини, сторонні шуми, заклинювання механізмів) необхідно негайно припинити роботу, вимкнути обладнання та повідомити відповідальну особу. Самостійне усунення несправностей допускається лише за наявності відповідної кваліфікації та після повного зняття тиску в гідросистемі.

Після завершення роботи необхідно вимкнути стенд, зняти тиск у гідросистемі, очистити робоче місце та привести обладнання у безпечний стан. Регулярне технічне обслуговування стенда, включаючи перевірку гідравлічної системи, заміну робочої рідини та контроль зношування елементів, є обов'язковою умовою його безпечної експлуатації.

Таким чином, дотримання встановлених заходів безпеки при роботі зі стендом для ремонту шатунів забезпечує зниження ризику виробничого травматизму, підвищення надійності обладнання та створення безпечних умов праці у відділенні ремонту двигунів.

4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділенні майстерні загального призначення

У процесі виконання ремонтних робіт у відділенні майстерні загального призначення можливе виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із відмовою обладнання, витоків робочих рідин, пожежею, ураженням електричним струмом або травмуванням працівників. З метою мінімізації наслідків таких ситуацій встановлюється порядок дій персоналу, спрямований на забезпечення безпеки людей, збереження обладнання та

локалізацію небезпечних факторів.

У разі виникнення аварійної ситуації працівник зобов'язаний негайно припинити виконання робіт, вимкнути обладнання та, за можливості, знеструмити робочу ділянку. При виникненні несправностей гідравлічного обладнання (витік робочої рідини, різке падіння або підвищення тиску, сторонні шуми) необхідно зупинити стенд, скинути тиск у системі та повідомити відповідальну особу.

При виникненні пожежі або загоряння слід негайно повідомити інших працівників, викликати пожежну службу та приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками) за умови відсутності загрози для життя. При цьому забороняється гасіння електрообладнання під напругою водою. У разі неможливості ліквідації пожежі необхідно організовано залишити приміщення відповідно до плану евакуації.

У випадку ураження працівника електричним струмом необхідно негайно відключити джерело живлення або звільнити потерпілого від дії струму із застосуванням ізолюючих засобів, після чого надати першу домедичну допомогу та викликати медичний персонал.

При отриманні травми працівником слід припинити роботу, повідомити керівника та забезпечити надання першої допомоги. За необхідності організовується транспортування потерпілого до медичного закладу. Місце події повинно бути збережене без змін до проведення розслідування, якщо це не створює додаткової небезпеки.

У разі розливу мастильних матеріалів або мийних розчинів необхідно негайно обмежити зону забруднення, усунути джерело витoku та виконати очищення поверхні із застосуванням відповідних матеріалів. Забороняється допуск сторонніх осіб до небезпечної зони.

Важливим елементом реагування на надзвичайні ситуації є чітка організація евакуації працівників. Шляхи евакуації повинні бути вільними, а персонал — ознайомлений із їх розташуванням. Усі працівники зобов'язані виконувати вказівки відповідальних осіб та діяти без паніки.

Таким чином, своєчасні та правильні дії персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій дозволяють знизити рівень ризику для життя і здоров'я працівників, обмежити матеріальні втрати та забезпечити безпечне функціонування відділення майстерні.

Висновки по розділу.

1. У результаті аналізу умов праці у відділенні з ремонту двигунів встановлено, що забезпечення безпечного виконання робіт досягається шляхом впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, які передбачають належну підготовку персоналу, контроль технічного стану обладнання, використання засобів індивідуального захисту та дотримання вимог нормативних документів з охорони праці.

2. Розроблені заходи безпеки при експлуатації стенда для ремонту шатунів, а також визначений порядок дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій забезпечують зниження рівня виробничого травматизму, підвищення надійності роботи обладнання та створення безпечних умов праці, що відповідають вимогам сучасного ремонтного виробництва.

5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ

Економічне обґрунтування виконується з метою визначення ефективності впровадження вдосконаленого технологічного процесу ремонту двигунів автомобілів у відділенні майстерні загального призначення. Оцінка базується на порівнянні основних техніко-економічних показників до та після впровадження запропонованих рішень. Річна трудомісткість ремонтних робіт становить: у базовому варіанті - 9000 люд.-год, у проектному - 11000 люд.-год. Чисельність виробничого персоналу відповідно складає: у базовому варіанті - 4 особи, у проектному - 5 осіб.

1. Загальні виробничі витрати:

$$E_B = Z_{\Pi} + A + C_{EL} + C_{POB} + C_{ЗЧ} + C_{IB}, \quad (5.1)$$

де Z_{Π} – фонд оплати праці; A – амортизація; C_{EL} – кошти на оплату енергоспоживання; C_{POB} – витрати на обслуговування обладнання; $C_{ЗЧ}$ – кошторис запасних частин, грн; C_{IB} – сукупність інших супутніх витрат.

Повний заробіток :

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

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

N_P - склад слюсарів ($N_P^B = 4 \text{ чол.}$, $N_P^{\Pi} = 5 \text{ чол.}$);

Z_{Π} - нарахування, грн ($Z_{\Pi.H} = 1,22 \cdot (Z_{CP} \cdot N_P \cdot 12)$).

$$Z_{CP}^B = 18000 \cdot 4 \cdot 12 = 864000 \text{ грн},$$

$$Z_{CP}^{\Pi} = 18000 \cdot 5 \cdot 12 = 1080000 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^B = 864000 \cdot 1,22 = 1054080,0 \text{ грн},$$

$$Z_{\Pi}^{\Pi} = 1080000 \cdot 1,22 = 1317600,0 \text{ грн},$$

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, % ($H_A = 10,0\%$).

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

$$A_{об}^П = \frac{500000 \cdot 10,0}{100} = 50000,0 \text{ грн.}$$

На амортизацію споруди затрати визначаються:

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

де $B_Б$ – балансова вартість споруди, грн. ($B_Б = 1500000$ грн.);

$H_Б$ - нормативний коефіцієнт, ($H_Б = 2,0\%$).

Тоді

$$A_Б = \frac{1000000 \cdot 2,0}{100} = 20000,0 \text{ грн.}$$

Сумарна амортизація:

$$A = A_{об} + A_Б, \quad (5.5)$$

$$A^Б = 40000,0 + 20000,0 = 60000,0 \text{ грн.}$$

$$A^П = 50000,0 + 20000,0 = 70000,0 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

$$C_{ЕЛ} = Q_{ЕЛ} \cdot T_E, \quad (5.6)$$

де Q_{EL} - витрати електроенергії, $кВт/год.$ ($Q_{EL}^B = 21429,0 кВт/год.$,
 $Q_{EL}^П = 24286,0 кВт/год.$);

$Ц_{EL}$ - вартість однієї $кВт/год.$ ($Ц_{EL} = 7,0 грн.$)

$$C_{EL}^B = 21429,0 \cdot 7,0 = 150000,0 грн.$$

$$C_{EL}^П = 24286,0 \cdot 7,0 = 170000,0 грн.$$

Обслуговування обладнання:

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

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

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

Запасні частини:

$$C_{зч} = 0,13 \cdot 3_{II}, \quad (5.8)$$

$$C_{зч}^B = 0,13 \cdot 1054080,0 = 120000,0 грн$$

$$C_{зч}^П = 0,13 \cdot 1317600,0 = 150000,0 грн$$

Інші затрати:

$$C_{IB} = 0,15 \cdot (3_{II} + A + C_{EL} + C_{POB} + C_{зч}) \quad (5.9)$$

$$C_{IB}^B = 0,15 \cdot (1054080,0 + 60000,0 + 150000,0 + 20000,0 + 120000,0) = 210612,0 грн$$

$$C_{зч}^П = 0,15 \cdot (1317600,0 + 70000,0 + 170000,0 + 25000,0 + 150000,0) = 259890,0 грн$$

Загальні витрати:

$$E_B^B = 1054080 + 60000 + 150000 + 20000,0 + 120000,0 + 210612,0 = 1614692,0 \text{ грн.}$$

$$E_B^{\Pi} = 1317600 + 70000 + 170000 + 25000,0 + 150000,0 + 259890,0 = 1992490,0 \text{ грн.}$$

2. Собівартість ремонту:

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

$$C_P^B = 1614692,0 \cdot 1,02 = 1646985,8 \text{ грн}$$

$$C_P^{\Pi} = 1992490,0 \cdot 1,02 = 2032339,8 \text{ грн}$$

3. Річна вартість ремонтних робіт

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

де T - трудомісткість робіт, ($T_p^B = 9000 \text{ люд.} - \text{год}$, $T_p^{\Pi} = 11000 \text{ люд.} - \text{год}$).

$C_{нг}$ - середня вартість однієї нормо-години ($C_{нг} = 450 \text{ грн/год}$); $C_{зч}$ - вартість запасних частин, ($C_{зч}^B = 120000,0 \text{ грн}$, $C_{зч}^{\Pi} = 150000 \text{ грн}$)

$$B_{p\dot{u}}^B = 9000 \cdot 450 + 12000,0 = 4170000,0 \text{ грн.}$$

$$B_{p\dot{u}}^{\Pi} = 11000 \cdot 450 + 150000 = 5100000,0 \text{ грн.}$$

4. Прибуток (Π):

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

$$\Pi_{3AG}^B = 4170000,0 - 1646985,8 = 2523014,2 \text{ грн}$$

$$\Pi_{3AG}^{\Pi} = 5100000,0 - 2032339,8 = 3067660,2 \text{ грн}$$

5. Додатковий прибуток:

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

$$Д_{\Pi} = 3067660,2 - 2523014,2 = 544646,0 \text{ грн}$$

6. Термін самоокупності.

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

$$T_o = \frac{500000,0}{544646,0} = 0,9 \text{ року}$$

Результати розрахунків показано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункові показники ефективності

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид роботи	ремонт	ремонт
Обсяг робіт, люд.-год	9000	11000
Робітники, осіб.	4	5
Капіталовкладення, грн.	400000	500000
Цехові витрати, всього, грн.	1614692,0	1992490,0
- за робітня платня, грн.	1054080,0	1317600,0
- амортизація, грн.	60000,0	70000,0
- електроенергія, грн.	150000,0	170000,0
- сервісні витрати, грн.	20000,0	25000,0
-запасні частини, грн.	120000,0	150000,0
- витрати на покращення умов праці, грн.	210612,0	259890,0
Річна собівартість об'єктів ремонту, грн.	1646985,8	2032339,8
Річна відпускна вартість продукції, грн.	4170000,0	5100000,0
Сумарний прибуток, грн.	2523014,2	3067660,2
Отриманий прибуток, грн.	-	+544646,0
Час, за який окупляться матеріальні вкладення, роки	-	0,9

Висновок. Впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту двигунів забезпечує зростання обсягу виконуваних робіт і підвищення додаткового економічного ефекту понад 560 тис. грн на рік.

Отриманий термін окупності капіталовкладень менше одного року (близько 9 місяців), що підтверджує високу економічну доцільність реалізації запропонованого проекту.

ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведений аналіз сучасних методів ремонту автотракторних двигунів показав, що для умов майстерні загального призначення найбільш ефективним є комбінований підхід, який поєднує індивідуальний ремонт відповідальних деталей із агрегатною заміною типових вузлів, що дозволяє забезпечити баланс між якістю відновлення та продуктивністю робіт.

2. Розроблений технологічний процес ремонту двигунів забезпечує раціональну послідовність виконання операцій - від очищення і розбирання до складання та випробування - та передбачає використання спеціалізованих дільниць для виконання складних технологічних операцій, що сприяє підвищенню якості ремонту і зменшенню тривалості виробничого циклу.

3. Визначена річна програма ремонту двигунів та відповідна трудомісткість робіт дозволили встановити обсяг виробничого навантаження відділення, який становить 11000 люд.-год, що є достатньою основою для обґрунтування структури підрозділу та подальших розрахунків ресурсного забезпечення.

4. Запропонований склад виробничих дільниць і раціоналізований розподіл трудомісткості забезпечують ефективну організацію ремонтного процесу, дозволяють рівномірно завантажити персонал та створюють умови для паралельного виконання операцій, що підвищує продуктивність і скорочує тривалість ремонту.

5. Виконані розрахунки потреби в персоналі та технологічному обладнанні підтверджують можливість реалізації заданої виробничої програми із застосуванням обмеженої кількості робочих місць і технічних засобів, при цьому забезпечується раціональне використання виробничих площ, оптимізація вантажопотоків і відповідність умовам майстерні загального призначення.

6. У результаті аналізу технологічних процесів ремонту шатунів встановлено, що найбільш раціональним є застосування комбінованого

стенда, який забезпечує виконання основних операцій відновлення (випресування, запресування втулок, дорнування та правка) в одному робочому місці, що дозволяє підвищити продуктивність та знизити трудомісткість ремонту.

7. На основі аналізу існуючих конструкцій обґрунтовано доцільність розроблення універсального стенда, який поєднує функції пресового обладнання та пристроїв для контролю і правки шатунів, при цьому забезпечує відносну простоту конструкції та можливість використання в умовах майстерень загального призначення.

8. У результаті виконаних розрахунків встановлено, що для забезпечення необхідних технологічних зусиль пресування та дорнування доцільно застосувати гідравлічний циліндр типу Ц-120, який забезпечує необхідний діапазон зусиль, а проведена перевірка міцності штока підтвердила його працездатність та достатній запас стійкості.

9. Проведені розрахунки показали, що запропонована конструкція стенда забезпечує виконання операцій правки шатунів із необхідною точністю та запасом міцності, а в цілому розроблений стенд відповідає вимогам ремонтного виробництва та може бути рекомендований до використання в умовах ремонтних підприємств і станцій технічного обслуговування.

10. У результаті аналізу умов праці у відділенні з ремонту двигунів встановлено, що забезпечення безпечного виконання робіт досягається шляхом впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, які передбачають належну підготовку персоналу, контроль технічного стану обладнання, використання засобів індивідуального захисту та дотримання вимог нормативних документів з охорони праці.

11. Розроблені заходи безпеки при експлуатації стенда для ремонту шатунів, а також визначений порядок дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій забезпечують зниження рівня виробничого травматизму, підвищення надійності роботи обладнання та створення

безпечних умов праці, що відповідають вимогам сучасного ремонтного виробництва.

12. Впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту двигунів забезпечує зростання обсягу виконуваних робіт і підвищення додаткового економічного ефекту понад 560 тис. грн на рік. Отриманий термін окупності капіталовкладень менше одного року (близько 9 місяців), що підтверджує високу економічну доцільність реалізації запропонованого проекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маркович С. І., Бевз О. В. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. - Кропивницький : ЦНТУ, 2022. –
2. Шалапко Д. О., Андреев А. А., Бондаренко М. С. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння, застосування палив та охолоджуючих рідин : метод. вказівки. - Миколаїв : НУК, 2025. - 40 с.
3. Кравченко О. П., Бойко В. С. Організація технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Харків: ХНАДУ, 2021. 280 с.
4. Кузьмін О. Є., Мельник О. Г. Організація виробництва на підприємствах автосервісу. Львів : Львівська політехніка, 2018. 320 с.
5. Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. - Миколаїв : Торубара, 2018. - 152 с.
6. Петренко О. М. Технічне обслуговування та ремонт двигунів внутрішнього згоряння : підручник. - Харків : ХНАДУ, 2020. - 312 с.
7. Дирда В. І. Технологія ремонту машин [підручник] / А. С. Кобець, В. І Дирда., С. П. Сокол, П. Т.Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. 4 особи // – Дніпро: Журфонд, 2017. – 160 с.
8. Ремонт машин. Дипломне проектування. Навчально-методичний посібник / За ред. А. С. Кобця, В. І Дирди, С. П. Сокола та ін. – Дніпропетровськ : Журфонд, 2016. – 284 с.
9. Закон України «Про охорону праці». – Відомості Верховної Ради України, – 1992, № 49. – 668 с.

ДОДАТКИ

Додаток А. Список основного та допоміжного обладнання

№ з/п	Найменування дільниці та обладнання	Тип, марка	Зайнята площа, м ²	Кількість
<u>1. Розбирально-мийне</u>				
1а	Машина мийна	ВТЗ-6083	3,36	1
2а	Підставка для двигуна	ОРГ-1201-02	0,56	2
3а	Стенд для розбирання двигунів	Р-235	0,96	1
4а	Стіл для розбирання агрегатів	70-7826-15	1,12	1
5а	Машина для миття деталей	ОМ-6008	2,64	1
<u>2. Пост для дефектації деталей</u>				
6а	Стіл для прийняття деталей	ОРГ-1020-03	1,26	1
7а	Стіл для деталей	ОРГ-1460-01	0,64	1
8а	Контейнер	Власн. вигот.	0,35	3
9а	Консольно-поворотний кран	ККП, L=2,8м, Q=0,7т	-	1
<u>3. Пост з ремонту газорозподільчого механізму</u>				
10а	Верстат слюсарний	ОРГ-5365	1,26	2
11а	Стіл для очищення деталей	Власн. вигот.	0,64	1
12а	Шліфувальний верстат	СМК-3	0,18	1
13а	Верстат притирочний	ОПР-1841А	0,84	1
14а	Стенд дефектації головки блоку	Власн. конструкція	0,96	1
15а	Стенд для розбирання головки блоку	ОРБ-2040Г	0,96	1
<u>4. Пост з ремонту агрегатів системи мащення та охолодження</u>				
16а	Стенд для випробування масляних насосів	КИ-27526	1,2	1
17а	Верстат слюсарний	ОРГ-5365	1,26	1
18а	Ванна для очищення деталей	Власн. вигот.	0,64	1
<u>5. Пост з ремонту шатунно-поршневої групи</u>				
19а	Стіл приймальний	ОРГ-1202-02	0,56	1
20а	Верстат слюсарний	ОРГ-5365	1,26	1
21а	Пристрій для дефектації шатунів	КИ-657	-	1
22а	Прес для випресовки ступок	Власн. вигот.	0,96	1
23а	Верстат розточний	УРБ-ВП	0,72	1
<u>6. Пост зі складання двигунів</u>				
24а	Підставка для вузлів	ОРГ-1201-02	0,56	2
25а	Підставка для двигунів	ОРГ-1201-01	0,56	1
26а	Стенд для збирання двигунів	Р-235	0,96	1
27а	Візок для двигунів	ОРГ-020-04	0,64	1
28а	Кран консольно-поворотний	ККП, L=2,8м, Q=1,0т	-	1
29а	Підставка для вузлів	ОРГ-1201-02	0,56	1
<u>7. Дільниця з обкатки та випробування</u>				
30а	Стенд обкатувально-тормозний	КИ-5540М	1,8	1
31а	Реостат	РПГ-267	0,48	1
32а	Шафа електрична	ШЕ-220/320	0,24	1
33а	Кран консольно-поворотний	ККП, L=2,8м, Q=1,0т	-	-
34а	Верстат слюсарний	ОРГ-14065-01	0,72	1

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

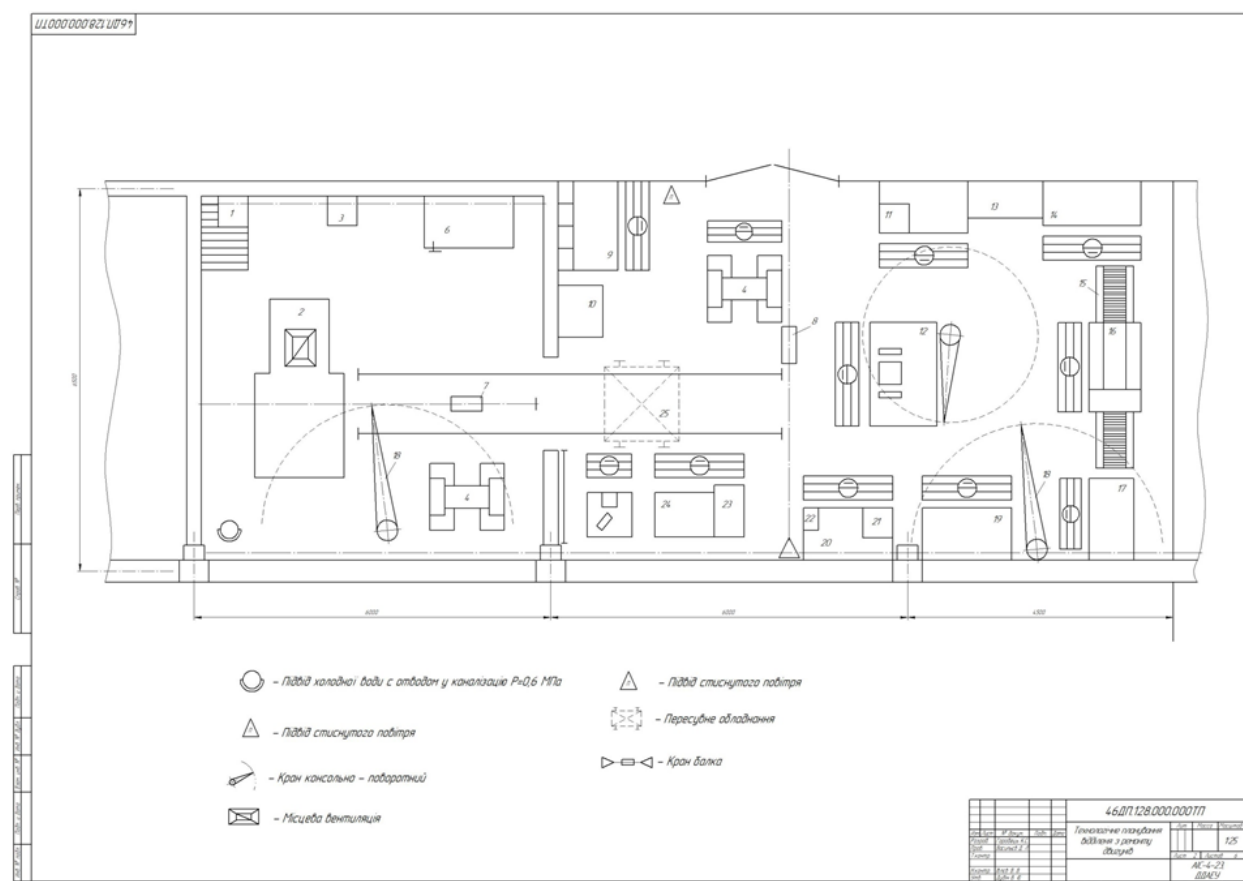
**ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ВІДДІЛЕННЯ З ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ДВИГУНІВ
ДЛЯ МАЙСТЕРЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня “Бакалавр”

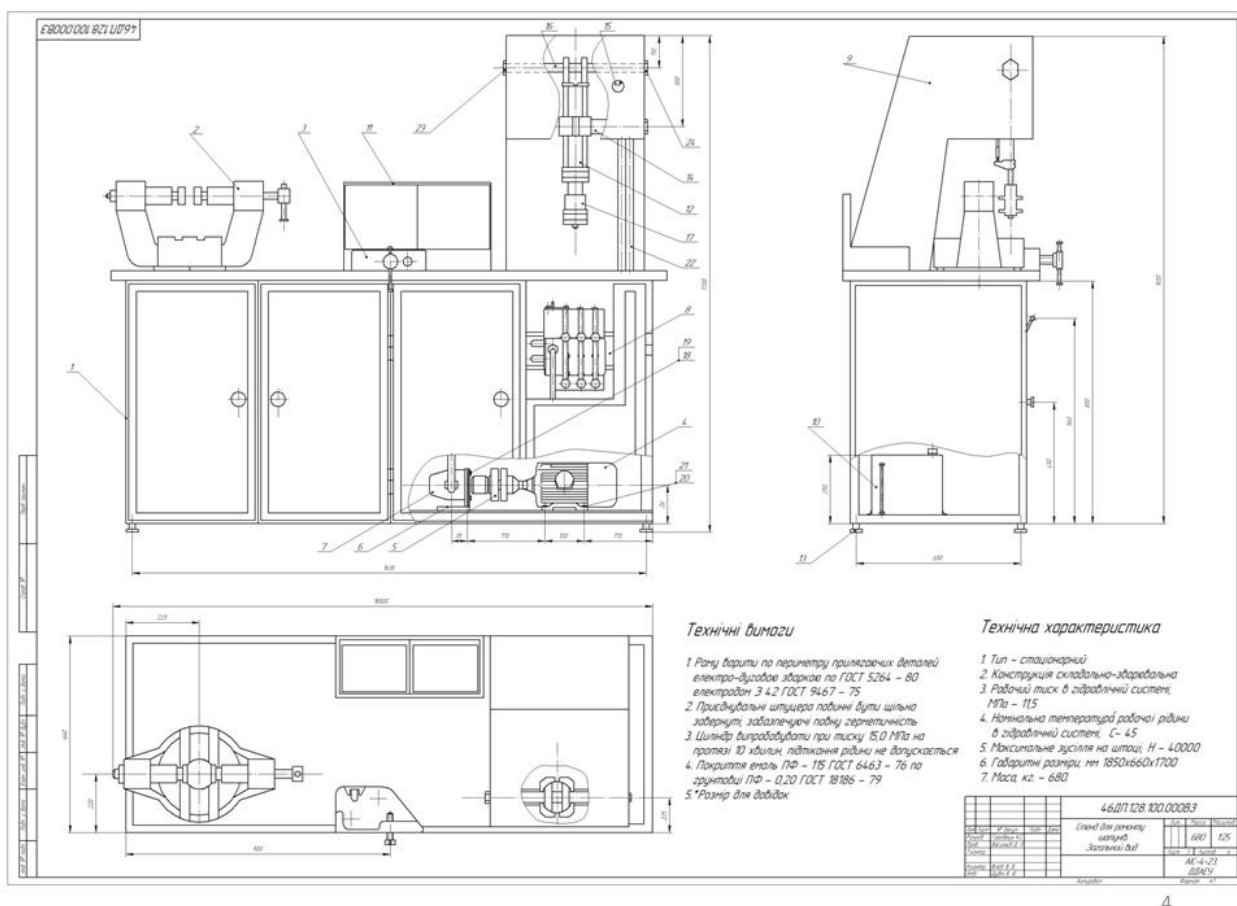
Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-4-23
Горобець Костянтин Сергійович
Керівник: к.т.н., доцент
Мельянцов Петро Тимофійович

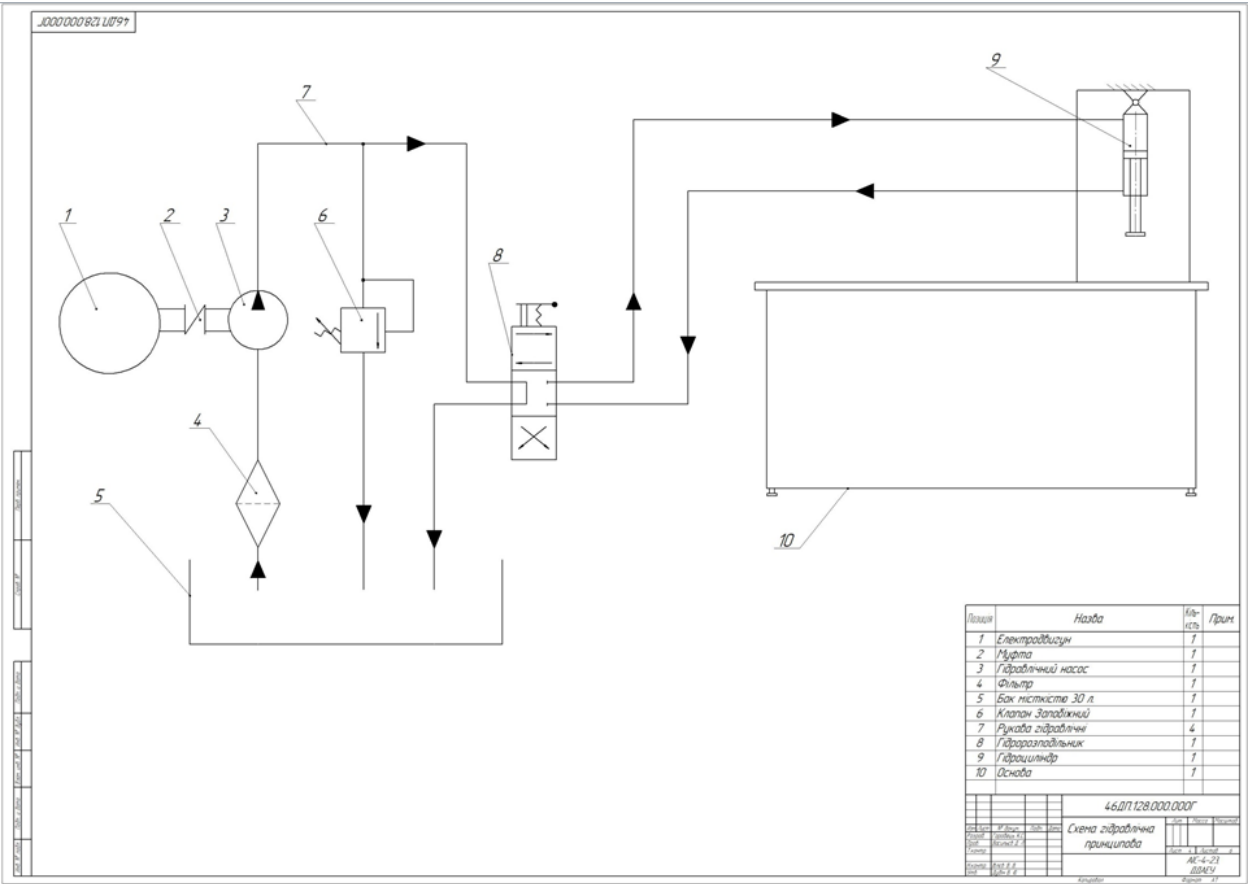
Дніпро 2026

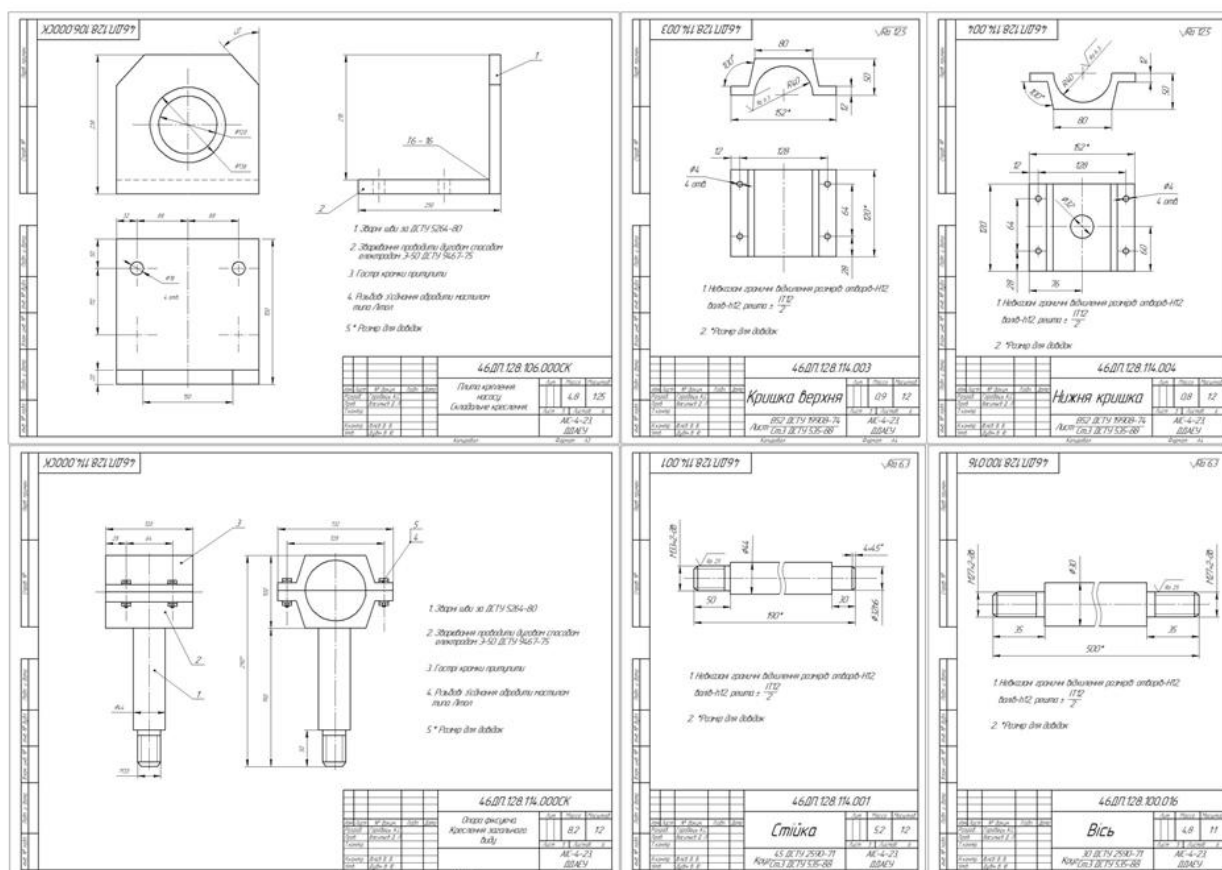
1











Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид роботи	ремонт	ремонт
Обсяг робіт, люд.-год	9000	11000
Робітники, осіб.	4	5
Капіталовкладення, грн.	400000	500000
Цехові витрати, всього, грн.	1614692,0	1992490,0
- за робітня платня, грн.	1054080,0	1317600,0
- амортизація, грн.	60000,0	70000,0
- електроенергія, грн.	150000,0	170000,0
- сервісні витрати, грн.	20000,0	25000,0
-запасні частини, грн.	120000,0	150000,0
- витрати на покращення умов праці, грн.	210612,0	259890,0
Річна собівартість об'єктів ремонту, грн.	1646985,8	2032339,8
Річна відпускна вартість продукції, грн.	4170000,0	5100000,0
Сумарний прибуток, грн.	2523014,2	3067660,2
Отриманий прибуток, грн.	-	+544646,0
Час, за який окупляться матеріальні вкладення, роки	-	0,9

ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО, ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			46ДП.128.100.000ВЗ	Креслення загального виду		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП.128.101.000СК	Рама	1	
		2	46ДП.128.102.000СК	Тиски	1	
		3	46ДП.128.103.000СК	Пристрій для правки	1	
		4	46ДП.128.104.000СК	Електродвигун	1	
		5	46ДП.128.105.000СК	Муфта	1	
		6	46ДП.128.106.000СК	Пристрій для кріплення	1	
		7	46ДП.128.107.000СК	Гідравлічний насос	1	
		8	46ДП.128.108.000СК	Гідророзподільник	1	
		9	46ДП.128.109.000СК	Укосина	1	
		10	46ДП.128.110.000СК	Бак гідравлічний	1	
		11	46ДП.128.111.000СК	Полка	1	
		12	46ДП.128.112.000СК	Гідроциліндр	1	
		13	46ДП.128.113.000СК	Опора	4	
		14	46ДП.128.114.000СК	Опора фіксуюча	1	
		15	46ДП.128.115.000СК	Манометр	1	
				<u>Деталі</u>		
		16	46ДП.128.100.016	Вісь	1	
		17	46ДП.128.100.017	Оправка	1	
46ДП.128.100.000ВЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Стенд для ремонту шатунів	
Розроб.		Горобець К.С.				
Перевір.		Васильєв Д.Л.				
Н.контр.		Івдєєв В.В.				
Затв.		Дубин В.Ю.				
					Литер.	Лист
						1
						2
					АІС-4-23, ДДАЕУ	

[illegible]

