

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту

“__” _____ 2026р.

Зав. кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

В.В. Дідур

(підпис)

(ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)

перший (бакалаврський)

(назва освітнього ступеня)

тема проекту: «Удосконалення технології ремонту засобів малої механізації з розробкою технологічного процесу відновлення колінчатого валу мотоблока»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31-к-ім

освітньої програми бакалавр

спеціальності 208 «Агроінженерія»

Чоботарьов Антон Вікторович

(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії, доцент Шевчук М.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2026 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ПРОЄКТУВАННЯ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МОТОБЛОКІВ	7
1.1. Дослідження ефективності роботи ремонтних баз.....	7
1.2. Технічний аналіз несправностей агрегатів мотоблоків	8
1.3. Напрями модернізації технологічного процесу ремонту та формування сервісних послуг центру	11
1.4. Аналіз асортименту техніки та рекомендації щодо її вибору	15
1.4.1. Розрахунок режиму роботи та робочих фондів часу.....	20
1.4.2. Технологічне оснащення сервісу.....	23
1.4.3. Обґрунтування та розрахунок площі виробничого відділення	25
1.5. Технологічне нормування процесу реставрації колінчастого вала двигуна 168F	27
1.5.1. Конструкція деталі та характерні дефекти.....	27
1.5.2. Формування послідовності процесу відновлення	30
1.6. Висновки за розділом	31
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ.....	32
2.1. Аналіз потреби у розробці спеціального пристрою	32
2.2. Вивчення конструктивних особливостей аналогічних пристосувань	33
2.3. Будова та конструктивні особливості механізму	35
2.4. Розрахункове обґрунтування міцності елементів конструкції.....	37
2.4.1. Перевірка зварного шва на міцність під навантаженням	37
2.4.2. Оцінка міцності різьбового з'єднання фіксуючого гвинта.....	39
2.4.3. Оцінка несучої здатності ходового валу.....	41
2.5. Висновки за розділом	43
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	44
3.1. Оцінка стану організації системи охорони праці	44
3.2. Розробка комплексу заходів з підвищення безпеки та покращення умов виробничої діяльності.....	45
3.3. Висновки за розділом	47
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ РОЗРОБКИ	49
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	55

ВСТУП

Динамічний розвиток та ефективність сільськогосподарського виробництва безпосередньо залежать від своєчасного, комплексного та якісного виконання агротехнічних заходів. Реалізація цього завдання можлива лише за умови належного забезпечення аграрних підприємств сучасними технічними засобами та формування ефективної інфраструктури їх технічного обслуговування і ремонту. У сучасних умовах трансформації агропромислового комплексу під впливом глобальних економічних процесів відбуваються суттєві зміни у структурі машинно-тракторного парку, розширюється номенклатура техніки та зростає диверсифікація попиту на енергетичні засоби.

Після децентралізації системи матеріально-технічного забезпечення вітчизняний ринок сільськогосподарської техніки тривалий час функціонує без достатньо збалансованої нормативно-регуляторної бази [1]. У таких умовах інженерно-технічний сервіс слід розглядати не лише як засіб підтримання працездатності машин, а й як важливий елемент забезпечення їх конкурентоспроможності та ефективного використання. Разом з тим аналіз сучасного стану підприємств технічного сервісу свідчить про наявність низки невирішених організаційних і технологічних проблем. Поряд із високопродуктивною технікою в агропромисловому комплексі та приватному секторі значно зросла частка засобів малої механізації — мотоблоків, мотокультиваторів, мотокос, бензопил та інших машин. Цей сегмент техніки виконує значні обсяги робіт у дрібнотоварному виробництві та на присадибних ділянках. У той час як для великогабаритної сільськогосподарської техніки існує розвинена система технічного обслуговування і ремонту, у сфері малої механізації спостерігається відсутність комплексного та системного підходу. Це призводить до зниження надійності, скорочення ресурсу роботи машин та ускладнення їх експлуатації.

Окремою проблемою є інформаційна недостатність для кінцевих користувачів. Інструкції з експлуатації здебільшого містять обмежені

рекомендації щодо технічного обслуговування і не враховують умов реальної експлуатації, що ускладнює планування ремонтних впливів та підвищує витрати на утримання техніки [2]. Забезпечення довговічності та безвідмовної роботи засобів малої механізації потребує також дотримання вимог щодо їх зберігання та міжсезонної консервації. Проте на практиці реалізація цих заходів ускладнюється через відсутність належних умов зберігання, недостатню методичну базу та ігнорування рекомендацій виробників. Додатково ситуацію ускладнює неоднорідність ринку малої механізації, який представлений продукцією різного рівня якості. У результаті власники бюджетної техніки часто змушені виконувати ремонт і відновлення вузлів самостійно, без належного технічного забезпечення. Найбільш навантаженим та відповідальним елементом двигунів є колінчастий вал, відновлення якого потребує науково обґрунтованих технологічних рішень.

Таким чином, розробка та вдосконалення технологічних процесів ремонту та відновлення деталей засобів малої механізації є актуальним завданням, що має важливе науково-практичне значення для підвищення ефективності їх експлуатації в аграрному секторі.

РОЗДІЛ 1

ПРОЄКТУВАННЯ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МОТОБЛОКІВ

1.1. Дослідження ефективності роботи ремонтних баз

Передусім слід відзначити незадовільну організацію процесу приймання та передремонтного очікування техніки, оскільки майданчик для збору автомобілів і малої механізації розташований на відкритій території без будь-якого захисту від атмосферних впливів. Це ускладнює проведення первинного огляду в осінньо-зимовий період, знижує продуктивність праці, ускладнює запуск агрегатів та погіршує загальні умови виконання ремонтних робіт.

Крім того, на етапі приймання та дефектування відсутній спеціалізований пост для миття та сушіння агрегатів, унаслідок чого на розбирально-складальні робочі місця часто надходять забруднені вузли. Це призводить до прискореного зносу інструменту, накопичення абразивних частинок у внутрішніх порожнинах агрегатів та зниження точності дефектування деталей, зокрема колінчастих валів та інших відповідальних елементів. Окремою проблемою є недостатній рівень спеціалізованого оснащення, адже на підприємстві відсутнє обладнання та технологічні засоби для виконання прецизійного ремонту вузлів малої механізації, таких як колінчасті вали мотоблоків, елементи паливної апаратури та трансмісійні механізми. Це обмежує можливості якісного відновлення деталей без залучення сторонніх сервісних організацій.

Також виявлено недоліки у сфері охорони праці та виробничої безпеки, оскільки на робочих постах спостерігається недостатня забезпеченість засобами безпеки, зокрема противідкатними упорами, захисними пробками, фіксаторами та елементами для безпечного переміщення агрегатів підйомно-транспортним обладнанням.

Таким чином, встановлено, що існуюча ремонтно-обслуговуюча база

потребує комплексної техніко-технологічної модернізації. Впровадження спеціалізованого технологічного процесу відновлення колінчастих валів мотоблоків та переоснащення робочих місць дозволить усунути виявлені недоліки та підвищити загальну ефективність.

1.2. Технічний аналіз несправностей агрегатів мотоблоків

Аналіз комерційної діяльності свідчить, що значна частка засобів малої механізації, які реалізуються та експлуатуються в регіоні, представлена технікою азійського, зокрема китайського виробництва. Основним критерієм вибору таких машин споживачами залишається їх відносно низька вартість. Водночас досягнення мінімальної собівартості у виробництві подібної техніки часто забезпечується за рахунок зменшення металомісткості конструкцій, спрощення технологій термічної обробки та використання матеріалів із нижчими показниками зносостійкості. Це, у свою чергу, зумовлює скорочений міжремонтний ресурс і підвищену інтенсивність відмов основних вузлів та агрегатів у процесі експлуатації.



Рис. 1.1. Загальна конструктивна будова мотоблока

З метою обґрунтування параметрів технологічного процесу відновлення деталей доцільним є проведення детального аналізу конструктивної будови та характеру дефектів найбільш поширеного виду техніки — дизельних і бензинових мотоблоків. Конструктивна схема типового мотоблока (рис. 1.1) включає взаємопов'язані функціональні вузли, змонтовані на несучій рамі, які забезпечують передачу потужності та виконання технологічних операцій у процесі роботи.

Внутрішні та зовнішні відмови, що виникають під час експлуатації засобів малої механізації, класифікують за основними функціональними системами, де фіксується найбільша концентрація дефектів (рис. 1.2). Окрему групу технічних відмов становлять несправності, пов'язані з механічним пошкодженням, деформацією або зносом робочих органів навісного та причіпного обладнання, зокрема плугів, фрез і косарок. Для

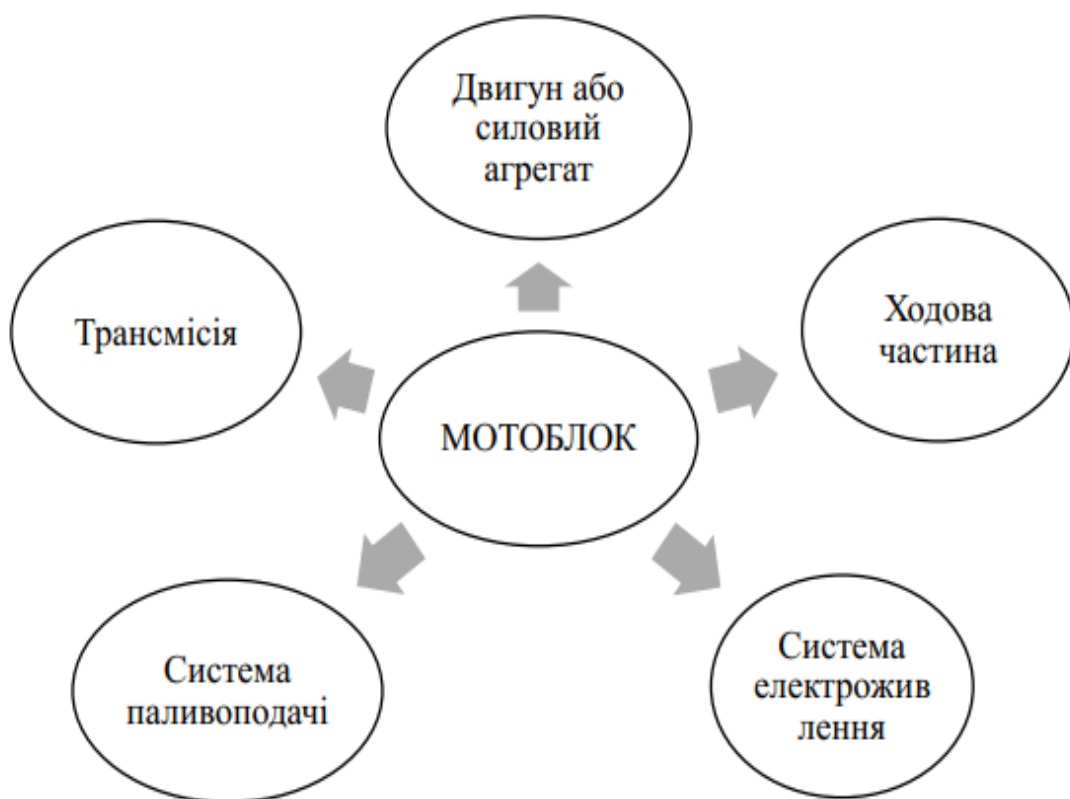


Рис. 1.2. Структурна типологія компонентів мотоблока, що демонструють підвищену схильність до експлуатаційних збоїв

мінімізації ризику аварійних відмов передбачено виконання комплексного технічного обслуговування один раз на рік, безпосередньо перед початком

весняно-польових польових робіт.

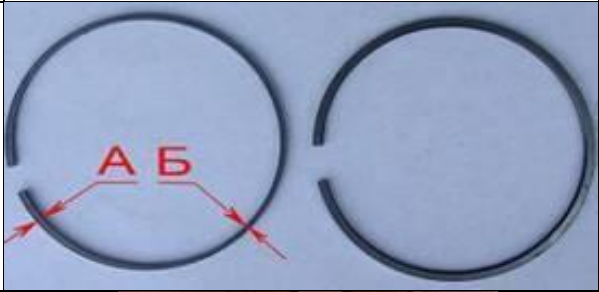
За результатами дефектування засобів малої механізації, що надходили на СТО, було здійснено систематизацію та групування основних експлуатаційних і технологічних дефектів деталей (табл. 1.1).

Як свідчать дані дефектування, вихід із ладу кривошипно-шатунного механізму є однією з найбільш важких та витратних відмов ДВЗ мотоблоків. Знос шийки колінчастого вала тягне за собою повну зупинку експлуатації машини. Враховуючи високу вартість нового колінчастого вала відомих брендів, економічно найвигіднішим інженерним рішенням є відновлення геометричних параметрів зношеної шийки методами наплавлення або шліфування під ремонтний розмір. Це повністю обґрунтовує тему дипломного проекту щодо розробки відповідного технологічного процесу.

Таблиця 1.1

Аналіз несправностей компонентів мотоблока

Опис дефекту та його причина	Візуальні прояви
Прискорений знос зубчастих коліс трансмісії, спричинений недосконалою термічною обробкою та неоптимальним вибором конструкційних матеріалів, що зумовлює щорічну необхідність їхньої заміни.	
Використання полімерних матеріалів низької якості для виробництва захисних елементів, кришок, кожухів та інших компонентів.	
Руйнування поршневих кілець внаслідок застосування неякісного металу та недостатньої термічної обробки.	

Адгезійне перенесення матеріалу з вкладиша нижньої головки шатуна на опорну шийку колінчастого вала, обумовлене використанням субстандартних матеріалів.	
Прискорений та нерівномірний знос поршневих кілець, особливо виражений у зонах А та Б.	
Інтенсивна деградація робочої поверхні нижньої головки шатуна.	
Ослаблення фіксації вінця маховика, що спричиняє відмову в запуску двигуна.	
Прискорений знос опорної шийки колінчастого вала, зумовлений неналежною термічною обробкою та невідповідним підбором матеріалів, що призводить до критичного виходу двигуна з ладу.	

1.3. Напрями модернізації технологічного процесу ремонту та формування сервісних послуг центру

У сфері комерційної реалізації засобів малої механізації та супутнього інвентарю виявив гостру потребу в організації спеціалізованого технічного сервісу. Наявний досвід виконання ремонтних впливів безпосередньо у виробничих приміщеннях загальної СТО показав їх низьку ефективність,

оскільки наявні пости не пристосовані для малогабаритних дизельних і бензинових ДВЗ, редукторів та паливної апаратури міні-техніки.

Модернізація існуючого технологічного процесу передбачає створення на базі СТО спеціалізованого авторизованого сервісного центру. Крім класичного ремонту та ТО, перспективним інженерно-комерційним напрямом є власне дрібносерійне виготовлення та адаптація додаткового навісного й причіпного обладнання (підгортачів, окучників, роторних подрібнювачів, картоплесаджалок та універсальних адаптерів), що дозволить суттєво розширити функціональні можливості базових машин і задовольнити специфічні запити місцевих аграріїв.

Структурування комерційно-сервісної діяльності запроєктованого центру базується на інтеграції процесів продажу та повного життєвого циклу обслуговування техніки. Структурна номенклатура продукції, яка підлягає реалізації та подальшому супроводженню в сервісному центрі, наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Номенклатура реалізованої техніки та обладнання

Категорія обладнання	Характеристика	Деталізація
Навісне та причіпне обладнання для мотоблоків		
	Асортимент сільськогосподарського навісного обладнання.	
	Транспортні причеви	
-	Запасні елементи та комплектуючі деталі	Доступні за індивідуальним замовленням
Пристрої для обрізки рослинності (тримери)		
	Моделі різних виробників (наприклад, ViperCG, FORTE, EFCO, Sadko, Crosser).	Ціновий діапазон стартує від 3400 грн

-	Інші категорії обладнання	Мотопомпи, транспортні візки, електрогенератори
Мотоблоки (малогабаритна сільськогосподарська техніка)		
	«FORTE»	Вартість від 12000 грн
	«Мотор Січ»	Вартість від 60000 грн
	«Зубр» (малопотужні до 9 к.с.)	Вартість від 15000 грн; рекомендовано для обробки земельних ділянок площею до 1 гектара
	«Зубр» (високопотужні понад 9 к.с.)	Вартість від 30000 грн; рекомендовано для обробки земельних ділянок площею до 4 гектарів.
	«Зірка»	Вартість від 11000 грн
	«Кентавр»	Вартість від 16000 грн

	«Аврора» (моделі 135, 105, 105E, 81, MT81DE)	Вартість від 30000 грн
Ланцюгові пили (бензинові та електричні)		
	Моделі провідних брендів (наприклад, MTD, CROSSER, Sadko)	Початкова вартість від 2500 грн

Для забезпечення високого рівня конкурентоспроможності сервісного центру розроблено структуровану систему надання послуг, яка умовно поділяється на три взаємопов'язані функціональні блоки (рис. 2.1), що охоплюють повний цикл взаємодії з технікою — від її реалізації до післягарантійного обслуговування та відновлення.



Рис. 1.3. Графічна схема організації та функціональних обов'язків сервісного центру

У першому, комерційному блоці здійснюється передпродажна підготовка машин до експлуатації, організація їх реалізації, а також формування та підтримання необхідного складського запасу запасних частин,

витратних матеріалів і комплектуючих. Другий блок — гарантійного обслуговування — включає виконання регламентних робіт і технічних оглядів на безоплатній основі в межах визначеної зони обслуговування, оперативне виявлення та усунення заводських дефектів, ведення обліку та архівування гарантійної документації, а також аналіз рекламаций і звернень споживачів з метою підвищення якості сервісу та вдосконалення взаємодії з виробниками. Третій блок — післягарантійного та комерційного сервісу — охоплює виконання поточних і капітальних ремонтів після завершення гарантійного терміну, усунення несправностей, що виникли внаслідок порушення умов експлуатації, а також виконання складних технологічних операцій з відновлення відповідальних та дороговартісних деталей, зокрема шатунних шийок колінчастих валів, на підставі прямих договорів із замовниками.

1.4. Аналіз асортименту техніки та рекомендації щодо її вибору

Для оптимізації завантаження виробничих площ запроєктованого сервісного центру СТО та формування рекомендацій щодо раціонального вибору машин споживачами, необхідно провести інженерно-технічний аналіз конструктивних особливостей та умов експлуатації основних видів техніки: мотоблоків, мотокос (тримерів) та ланцюгових пил. [3, 4, 5]. Мотоблоки відіграють ключову роль у виконанні різноманітних аграрних та польових робіт. Поза межами базової функції оранки, ці універсальні агрегати знаходять застосування у таких операціях, як прибирання снігу та дефоліація. Культивацийні агрегати характеризуються значною варіативністю за показниками потужності, маси та функціональності. Для потреб невеликих домогосподарств оптимальним рішенням є мотоблоки середньої габаритності. Натомість, інтенсивний обробіток ґрунту на промислових площах вимагає використання потужніших агрегатів. Культивацийні машини, окрім своєї ефективності у посівних роботах, також сприяють загальній оптимізації агротехнічних операцій.

Різниця між моделями також полягає у їхніх швидкісних характеристиках: пристрої з клинопасовим або ланцюговим приводом є оптимальними для виконання завдань малого масштабу, у той час як моделі з черв'ячним або зубчастим механізмом приводу розроблені для масштабніших операцій. Мотоблоки можуть функціонувати за рахунок електричної енергії, бензину або дизельного палива. Подібно до інших механічних пристроїв, електричні мотоблоки та супутні інструменти вимагають систематичного профілактичного сервісу. Проте, внаслідок некоректної експлуатації або невідповідного вибору моделі, двигун може зазнати несправності, що зумовлює необхідність ремонтних робіт.

Для запобігання виникненню поломок слід виключити потрапляння великих сторонніх об'єктів у механізм. Такі елементи, як великі гілки, сучки, фрагменти мотузки чи дроту, мають бути усунені до початку експлуатації. Крім того, критично важливим є уникнення перевантаження двигуна під час його першого запуску або початкового періоду експлуатації. Рекомендується здійснювати запуск та зупинку двигуна з дотриманням рекомендованих часових інтервалів.

У разі виникнення потреби в ремонті, слід враховувати специфічні характеристики агрегату. Виконання таких робіт вимагає участі виключно кваліфікованого технічного персоналу, отже, доцільно доручати ремонтні заходи профільним фахівцям. Досвідчені сервісні інженери зобов'язані ідентифікувати тип трансмісії, рік виробництва, враховуючи, що на різних етапах виробництва могли застосовуватися варіативні компоненти, а також особливості експлуатації агрегату. Основна складність ремонту мотоблоків зумовлена тим, що комплектуючі та вузли для цих механізмів часто мають обмежену доступність. Цей фактор може значно підвищити трудомісткість ремонтних робіт.

Садовий тример можна визначити як портативний пристрій для догляду за рослинністю, який є важливим та високоефективним інструментом у сучасному садівництві. Його використання уможливлює значне спрощення та

оптимізацію робіт з ландшафтного дизайну, звільняючи користувачів від рутинних та трудомістких завдань. Триммер забезпечує точну обробку газонів, прилеглих територій, квіткових клумб та чагарникових насаджень. Його компактність, легкість експлуатації та ергономічний дизайн сприяють його широкому розповсюдженню серед садівників-аматорів. Обмеженням може бути відносно невелика робоча ширина захоплення. У сільськогосподарській практиці тримери знаходять застосування для заготівлі сіна та забезпечення тварин свіжим зеленим кормом. Проте, слід зазначити, що тримери не призначені для масштабних заготівельних робіт або косіння жорстких культур, як-от суданська трава.

Вибір тримера є відповідальним процесом, що потребує ретельного аналізу. Ключовим критерієм вибору є тип силового агрегату (електричний або бензиновий). Електричний тип тримера характеризується низьким рівнем шуму, екологічністю та простотою запуску. Однак, їхня ефективність може бути обмежена при роботі з високою травою або бур'янами. Також не рекомендується експлуатація електричних моделей на вологих газонах. До суттєвих недоліків належить залежність від довжини електричного кабелю, що часто вимагає використання подовжувачів або додаткових точок живлення на ділянці. Бензинові тримери (мотокоси) - наразі це найбільш розповсюджена категорія тримерів. Вони демонструють вищу продуктивність та якість косіння порівняно з електричними аналогами. Бензинові моделі відзначаються підвищеним рівнем шуму та потребою в більш складному технічному обслуговуванні. Проте, їхньою ключовою перевагою є здатність ефективно працювати з бур'янами, сухою та вологою рослинністю. Ці пристрої стають незамінними для обробки запущених ділянок після тривалої відсутності, а також для заготівлі корму для тварин.

Для мінімізації витрат часу на виконання ремонтних впливів та забезпечення високої якості робіт у сервісному центрі СТО впроваджується лінійна схема загального технологічного процесу ремонту міні-техніки (рис. 2.2).

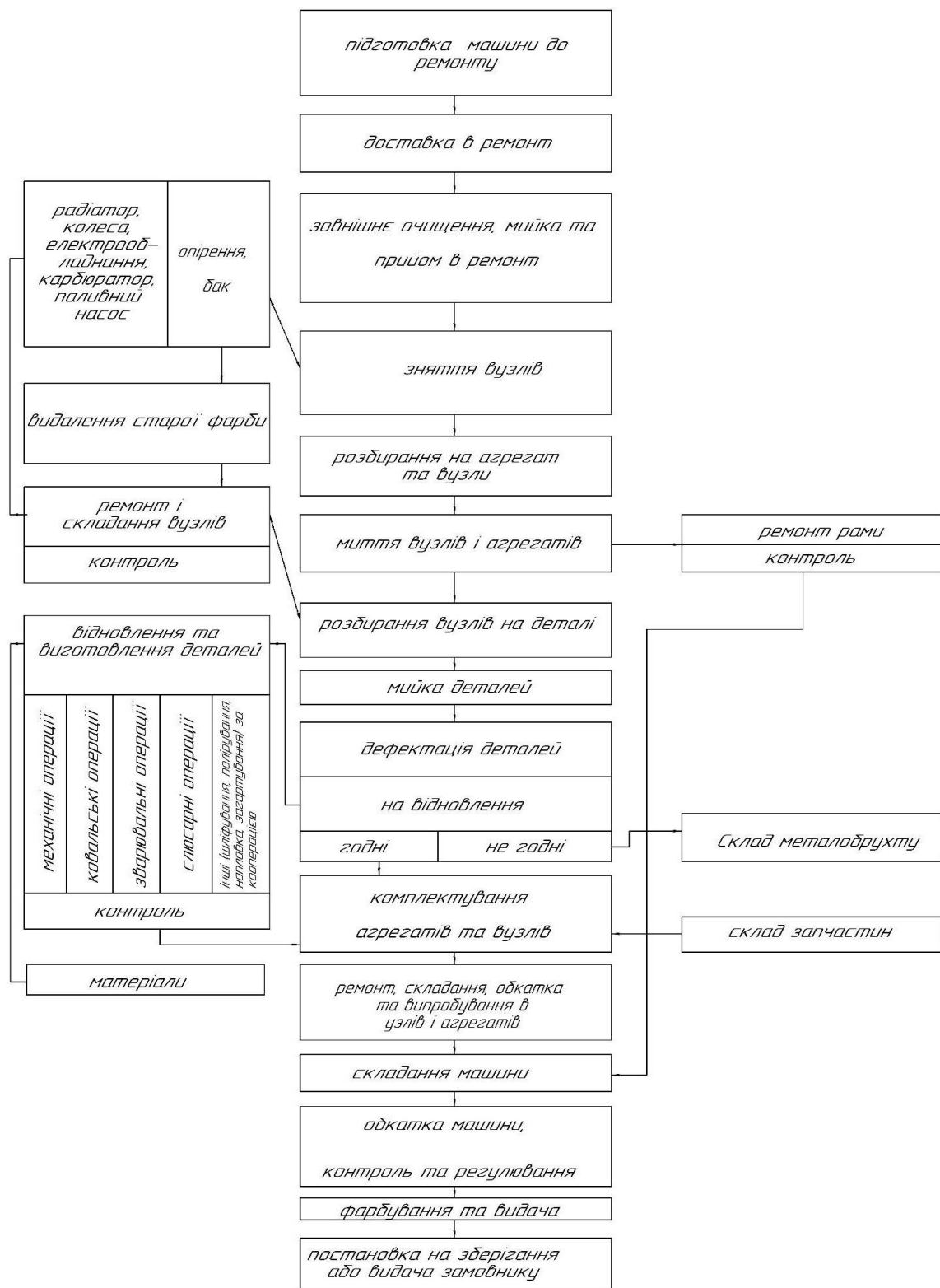


Рис. 1.4. Принципова схема технологічного циклу відновлення функціональності малогабаритного обладнання

Залежно від розташування двигуна, бензинові мотокоси мають різні експлуатаційні характеристики. Моделі з нижнім розташуванням двигуна призначені для легких робіт, забезпечуючи делікатне підстригання трави.

Натомість, тримери з верхнім розташуванням двигуна є потужнішими, надійнішими, стійкішими до несприятливих погодних умов і здатними ефективно справлятися з густими заростями. Вартість бензинових моделей, як правило, значно вища за електричні. При виборі тримера слід звертати увагу на технічні характеристики (потужність, швидкість обертання), вагу, комплектацію (ріжучі елементи: ніж, волосінь) та, що особливо важливо, репутацію виробника. Рекомендується уникати придбання дешевих або неякісних моделей, оскільки їхня експлуатація часто призводить до значних витрат на ремонт або необхідності заміни після короткого терміну служби. Пріоритет слід надавати перевіреним світовим брендам. Ергономіка пристрою, зокрема легкість керування та низький рівень вібрації, є важливими для комфорту оператора. Дотримання правил експлуатації, таких як запобігання перегріву двигуна, дотримання рекомендованого часу безперервної роботи (наприклад, не більше 20 хвилин), уникнення косіння мокрої трави та використання ріжучих елементів, що відповідають специфікаціям виробника, є запорукою тривалого та безпечного функціонування тримера.

Перелік робіт з гарантійного та післягарантійного обслуговування ланцюгових пил включає діагностику та ремонт або заміну пускового механізму (стартера), очищення та регулювання карбюратора, заміну циліндро-поршневої групи, відновлення або заміну модуля запалювання, обслуговування чи заміну масляного насоса, а також заточування і заміну ріжучої гарнітури, включно з ланцюгами та пильними шинами. Окремо проводиться очищення повітряних і паливних фільтрів. Для мінімізації часу простою техніки під час ремонту доцільно звертатися до сервісних центрів, які мають у своєму розпорядженні широкий асортимент оригінальних запасних частин і комплектуючих. Це слід враховувати ще на етапі придбання обладнання, щоб уникнути можливих труднощів у процесі подальшої експлуатації та обслуговування. Важливим аспектом є також регулярне технічне обслуговування. Своєчасне змащування рухомих елементів і заміна витратних матеріалів є значно економічно вигіднішими заходами порівняно з капітальним

ремонт усього агрегату.

Типовий технологічний процес ремонту засобів малої механізації в умовах нашого сервісного центру обов'язково включає етапи дефектування, очищення, регулювання та налагодження карбюратора, заміну зношених поршневих груп, ремонт котушок запалювання та стартерів. Особлива увага приділяється операціям обслуговування масляного насоса (очищення або заміна), заточуванню чи заміні пильних дисків і ланцюгів, а також делікатній заміні елементів повітряних та паливних фільтрів.

Впровадження цієї схеми (рис. 1.4.) на базі спеціалізованого сервісного центру СТО у поєднанні з постійним наявним складом запасних частин дозволить уникнути тривалого простою техніки в напружені періоди польових робіт, а регулярне проведення профілактичного ТО обходиться значно дешевше, ніж капітальний ремонт всього механізму.

1.4.1. Розрахунок режиму роботи та робочих фондів часу

Режим функціонування спеціалізованого підрозділу, що включає конфігурацію робочого тижня, кількість робочих діб, чергувань та їхню тривалість, детермінується специфікою виробничої діяльності. Для даного випадку, графік роботи відділення узгоджується із загальним режимом функціонування підприємства. Встановлено шестиденний робочий цикл, де тривалість одного робочого чергування становить 7 годин, скорочуючись до 6 годин у передсвяткові та передвихідні періоди. Діяльність здійснюється в одне чергування, що зумовлює загальну тижневу тривалість трудової діяльності у 41 годину.

На підставі встановленого режиму функціонування підрозділу, відповідно до чинних нормативних документів, визначаються номінальні річні фонди часу для персоналу ($\Phi_{\text{нр}}$) та устаткування ($\Phi_{\text{но}}$). Надалі, враховуючи коефіцієнт експлуатації, обчислюються фактичні річні фонди часу для персоналу ($\Phi_{\text{др}}$) та устаткування ($\Phi_{\text{до}}$). У випадку застосування шестиденного

робочого циклу, номінальний річний фонд часу для працівника встановлюється згідно з формулою [7, 8]:

$$\Phi_{\text{нр}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}}) \cdot t_{\text{зм}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{пс}}), \quad (1.1)$$

Де $t_{\text{зм}}$ – тривалість однієї робочої зміни, виміряна в годинах;

$d_{\text{к}}, d_{\text{в}}, d_{\text{с}}$ – відповідно, кількість календарних, вихідних та святкових днів у річному періоді;

$d_{\text{пв}}, d_{\text{пс}}$ – чисельність днів, що передують вихідним та святковим дням.

Фактичний річний фонд робочого часу одного працівника визначається з урахуванням періоду щорічної відпустки та коефіцієнта ефективності використання робочого часу, та обчислюється за наступною формулою, згідно з джерелами [7, 8]:

$$\Phi_{\text{др}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}} - d_{\text{від}}) \cdot t_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{р}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{пс}}), \quad (1.2)$$

Де $\eta_{\text{р}}$ – коефіцієнт ефективності використання робочого часу, встановлений на рівні 0,98;

$d_{\text{о}}$ – кількість днів щорічної відпустки у плановому періоді.

На підставі вихідних параметрів та загальноприйнятих умов, якщо припустити, що річний календарний цикл становить 365 днів, з яких 52 доби припадають на дні відпочинку, а ще 8 днів визначено як офіційні святкові (при цьому передбачається шестиденний робочий тиждень), і стандартна тривалість однієї робочої зміни встановлена на рівні 7 годин, тоді номінальний річний фонд робочого часу, тобто теоретичний обсяг трудових годин для одного працівника, може бути розрахований за такою методологією:

$$\Phi_{\text{нр}} = (365 - 52 - 8) \cdot 7 - (52 + 8) = 2075 \text{ год.}$$

Це значення відображає максимальний потенційний час, який може бути відпрацьований працівником протягом року без урахування відпусток.

Додатково, приймаючи до уваги встановлену тривалість щорічної оплачуваної відпустки, яка становить 24 календарні доби, реальний річний фонд часу, що фактично відпрацьовується співробітником, підлягає подальшому перерахунку, щоб відобразити ці відсутні дні відпочинку:

$$\Phi_{\text{др}} = (365 - 52 - 8 - 24) \cdot 7 \cdot 0,98 - (52 + 8) = 1860 \text{ год.}$$

Номінальний річний обсяг часу експлуатації устаткування є еквівалентним номінальному фонду робочого часу персоналу. Натомість, обчислення дійсного річного фонду експлуатації устаткування здійснюється за допомогою формули [7, 8]:

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} \cdot \eta_o, \quad (1.3)$$

Де η_o – це коефіцієнт експлуатаційного використання обладнання, який інтегрує простой, пов'язані з ремонтними роботами та обслуговуванням (діапазон становить 0,95...0,98).

Здійснений розрахунок ілюструє:

$$\Phi_{\text{до}} = 2075 \cdot (0,95...0,98) = 1978...2033 \text{ год.}$$

Кількісні показники номінальних та дійсних річних фондів часу для персоналу та обладнання, диференційовані за різними видами технологічних операцій, представлені у таблиці 1.3. Варто зазначити, що річний фонд часу для робочого місця за своїм числовим значенням відповідає номінальному річному фонду часу обладнання.

Таблиця 1.3

Аналіз річних часових ресурсів персоналу та обладнання за категоріями робіт

Категорія виробничих операцій	Щорічний фонд часових ресурсів, год		
	Технологічне обладнання	Персонал	
		реальний	плановий
Відновлювальні роботи	1975	1860	2075
Пусконаладжувальні роботи та випробування	1990	1980	2075
Демонтажні та очисні операції	2020	1860	2075

Отже, результати виконаних розрахунків демонструють, що на спеціалізованому підрозділі з технічного сервісного обслуговування передбачений річний фонд часу для працівників становить 2075 годин. При цьому, для технологічного обладнання цей показник варіюється в межах від 1975 до 2020 годин. Фактичний річний обсяг часових витрат персоналу коливається від 1860 до 1980 годин.

1.4.2. Технологічне оснащення сервісу

Для забезпечення ефективної роботи сервісного центру критично важливим є наявність відповідного технологічного оснащення. Визначення необхідної кількості випробувальних стендів для проведення обкатки та фінального тестування агрегатів здійснюється за наступною обґрунтованою методикою, використовуючи формулу, наведену в джерелах [7, 8]:

$$S = (N_a \cdot t \cdot c) / (\Phi_{до} \cdot \eta_c) \quad (1.4)$$

Де t – представляє середню тривалість одного циклу обкатки та подальшого випробування для кожної одиниці, яка встановлена на рівні 0,6 години;

N_a – це загальна кількість одиниць обладнання (агрегатів), що підлягають процедурам обкатки та випробування протягом запланованого робочого періоду, вимірюється в штуках;

η_c - це коефіцієнт ефективного використання випробувального стенду, що відображає його завантаженість протягом робочого часу, встановлений на рівні 0,9;

c – це спеціальний коефіцієнт, який коригує розрахунок, враховуючи потенційну необхідність повторного проведення обкатки або додаткових налагоджувальних операцій, прийнятий як 1,1.

Згідно з аналізом даних, представлених у таблиці 1.3, загальна кількість агрегатів, що потребуватимуть випробувань (враховуючи мотоблоки та тримери, кожен з яких проходить окремі етапи), становить 90 одиниць помножити на 2, що дорівнює 180 одиницям.

Підставляючи ці значення у вищенаведену формулу, отримуємо:

$$S_c = \frac{180 \cdot 0,6 \cdot 1,1}{2000 \cdot 0,9} = 0,07 \text{ шт.}$$

Отриманий розрахунковий показник кількості стендів становить 0,07 одиниці. Оскільки цей результат є дробовим і не може бути реалізований як частина обладнання, а для забезпечення безперебійного функціонування та

виконання всіх необхідних операцій. Детальний перелік усього необхідного основного та допоміжного технологічного обладнання, призначеного для кожної спеціалізованої ділянки сервісного центру, вичерпно представлений у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Номенклатура ключового та допоміжного устаткування спеціалізованого підрозділу

Розміри, мм	Назва одиниці оснащення	Площа однієї одиниці, м ²	Кількість одиниць	Сумарна площа, м ²	Встановлена електрична потужність, кВт
Підрозділ з виробництва навісного обладнання для мотоблоків					
600х600	Свердлильний верстат	0,36	1	0,36	1,5
300х600	Ковадло	0,18	1	0,18	
800х1000	Ковальська піч (з одним вогнищем)	0,8	1	0,8	
600х600	Зварювальний робочий стіл	0,36	1	0,36	
500х500	Загартувальна ємність	0,25	1	0,25	
250х450	Слюсарні тиски	0,1	1	0,1	
460х1000 (5полиць)	Багатоярусний стелаж	0,46	1	0,46	
500х500	Контейнер для зберігання вугілля	0,25	1	0,25	
300х500	Шліфувальний верстат	0,15	1	0,15	0,8
1800х800	Слюсарний верстак	1,44	1	1,44	
Сумарно по секції				4,45	
Додаткове та супутнє технологічне оснащення					
	Демонтажні пристрої				1
	Фрезерні оснастки				-
	Кутова шліфувальна машина				1
	Електричний гайковий ключ				1

Отже, аналіз підбраного комплексу технологічного обладнання демонструє, що його загальна площа розміщення складає 11,97 квадратних метрів. Сукупна встановлена електрична потужність усіх електродвигунів обладнання досягає 23 кіловат. Оптимальне планування та схематичне

розміщення всіх елементів обладнання в межах сервісного відділення візуально представлено на аркуші 2 графічної документації проєкту.

1.4.3. Обґрунтування та розрахунок площі виробничого відділення

До складу виробничих площ проєктованих підрозділів сервісного комплексу включаються ділянки, безпосередньо алоковані під розміщення технологічного та ремонтно-експлуатаційного устаткування, верстатного парку, наземних транспортних засобів та маніпуляційних механізмів. Окрім цього, до них належать функціональні робочі зони (зони безпечного інженерно-технічного доступу), а також комунікаційні шляхи та проїзди, розташовані між одиницями виробничого устаткування.

Визначення площ виробничих підрозділів здійснюється за методикою застосування питомих коефіцієнтів інтенсивності розміщення обладнання, згідно з відповідним математичним виразом:

$$F_{\text{дл}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}} + F_{\text{п}}) \cdot \sigma, \quad (1.5)$$

Де $F_{\text{п}}$ – це поверхнева площа причепа;

$F_{\text{об}}$, $F_{\text{м}}$ відповідно позначають об'єм простору, виділений для розміщення обладнання та мотоблока. При цьому, для визначення цих параметрів береться за основу максимальний типорозмір мотоблока, зокрема, модель «Кентавр» потужністю 12 к.с.;

σ – представляє собою коригуючий коефіцієнт, котрий охоплює необхідні функціональні зони та шляхи пересування.

Для ремонтної дільниці, де проводяться розбирально-складальні та діагностичні роботи:

$$F_{\text{дл}} = (7,52 + 1,04 + 0) \cdot 3,5 = 29,96 \text{ м}^2,$$

На дільниці виготовлення пристосувань, де задіяні зварювальні, заготовчі та металообробні процеси:

$$F_{\text{дл}} = (4,45 + 1,04 + 1,65) \cdot 4 = 28,56 \text{ м}^2,$$

З метою уніфікації будівельних рішень, оптимізації використання

наявного фонду приміщень СТО та дотримання нормативної сітки колон і внутрішніх стін, розраховані теоретичні значення площ округляються до стандартних значень архітектурно-будівельних модулів.

Таким чином, прийняті конструктивні площі ремонтної та виробничої ділянок становлять по 30 м² для кожної. Оптимальні геометричні розміри приміщень у плані становлять 5х6 м при нормативній висоті стелі, що повністю задовольняє вимогам санітарних норм щодо питомого об'єму повітря на одного працюючого робітника.

Технологічне планування із зазначенням точних координат розстановки верстатів, організації робочих місць, напрямків руху деталей та зон безпеки наведено на рисунку 1.5, а також детально представлено на другому аркуші графічної (креслярської) частини дипломного проекту.

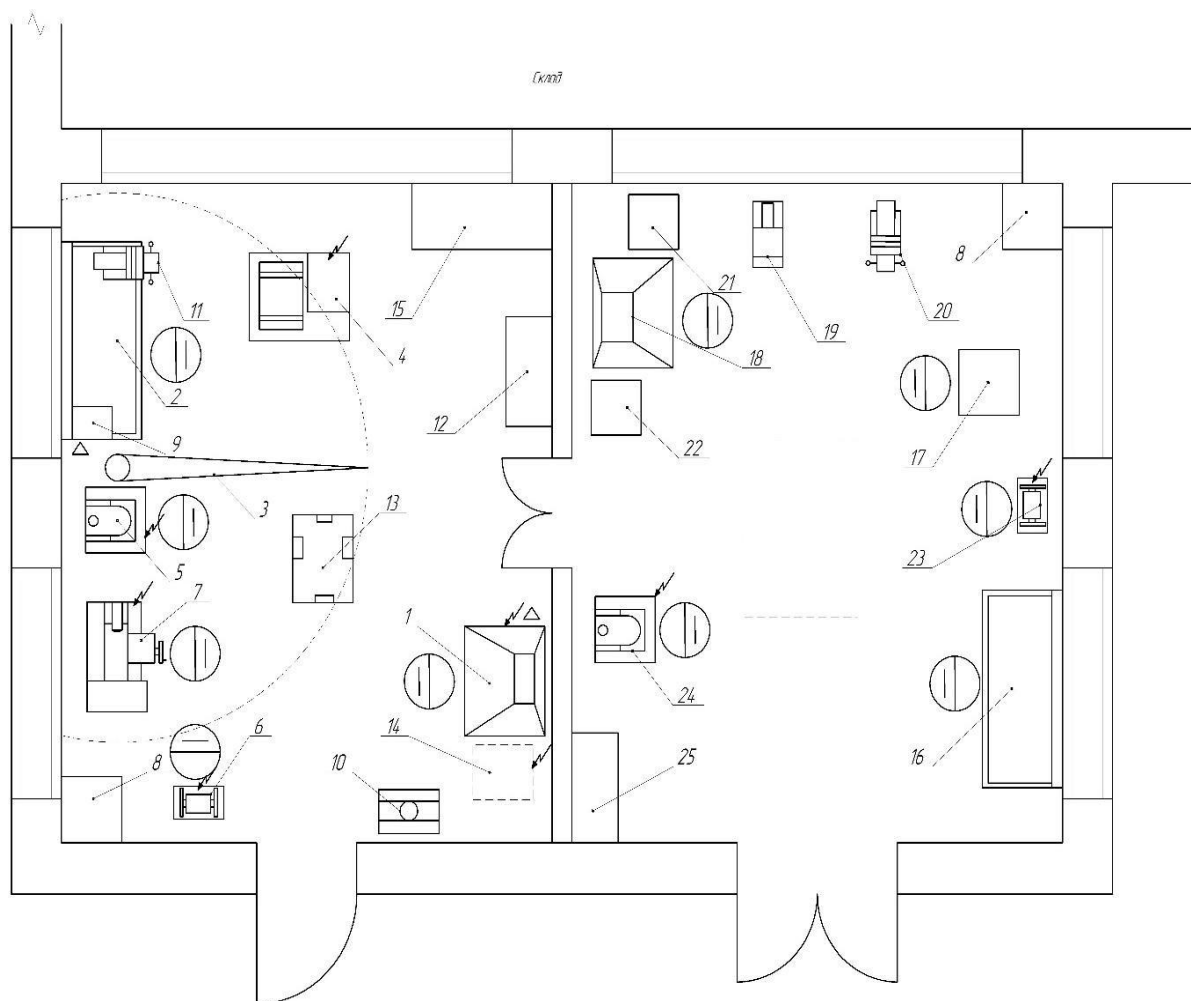


Рис. 1.5. Організаційно-технологічна схема та планування виробничих зон сервісного центру

1.5. Технологічне нормування процесу реставрації колінчастого вала двигуна 168F

1.5.1. Конструкція деталі та характерні дефекти

Колінчастий вал є одним із основних елементів двигуна внутрішнього згоряння, який забезпечує перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух вихідного вала двигуна. Саме завдяки роботі колінчастого вала здійснюється передача крутного моменту до механізмів газорозподілу та інших вузлів силового агрегату.

У процесі експлуатації колінчастий вал працює в умовах значних механічних і динамічних навантажень. На нього постійно діють змінні сили інерції, крутні моменти та вібраційні коливання, що виникають під час роботи шатунно-поршневої групи. У зв'язку з цим до даної деталі висуваються підвищені вимоги щодо міцності, зносостійкості та довговічності.

Особливе значення має точність виготовлення колінчастого вала, оскільки навіть незначні відхилення геометричних параметрів можуть призвести до порушення балансування, збільшення вібрацій та прискореного зношування підшипникових опор. Для забезпечення необхідної точності застосовуються високоточні методи механічної обробки, зокрема токарна обробка, фрезерування, шліфування та полірування робочих поверхонь.

Безвідмовна та стабільна функціональність колінчастого вала, як ключового елемента будь-якого двигуна внутрішнього згоряння, значною мірою критично залежить від належної ефективності системи змащування. Постійне та безперебійне подавання змащувального матеріалу до всіх рухомих з'єднань, а саме до опорних шийок вала та підшипникових вузлів, не лише суттєво мінімізує сили тертя, але й ефективно запобігає термічному перевантаженню деталей, що в кінцевому підсумку значно подовжує експлуатаційний ресурс усього силового агрегату.

На представленому рисунку 1.6 детально ілюструється конструкція

колінчастого вала модифікації 168F, що широко застосовується в архітектурі компактних сільськогосподарських машин малої механізації, зокрема мотоблоків та культиваторів. Цей надважливий компонент виготовлений з високоякісної конструкційної сталі марки 45, що надає йому виняткової міцності та довговічності. При відносній масі в 1,5 кілограма, він характеризується оптимальною твердістю в межах 32–38 HRC за шкалою Роквелла, що свідчить про його підвищену зносостійкість та здатність успішно витримувати інтенсивні механічні навантаження протягом усього терміну служби.

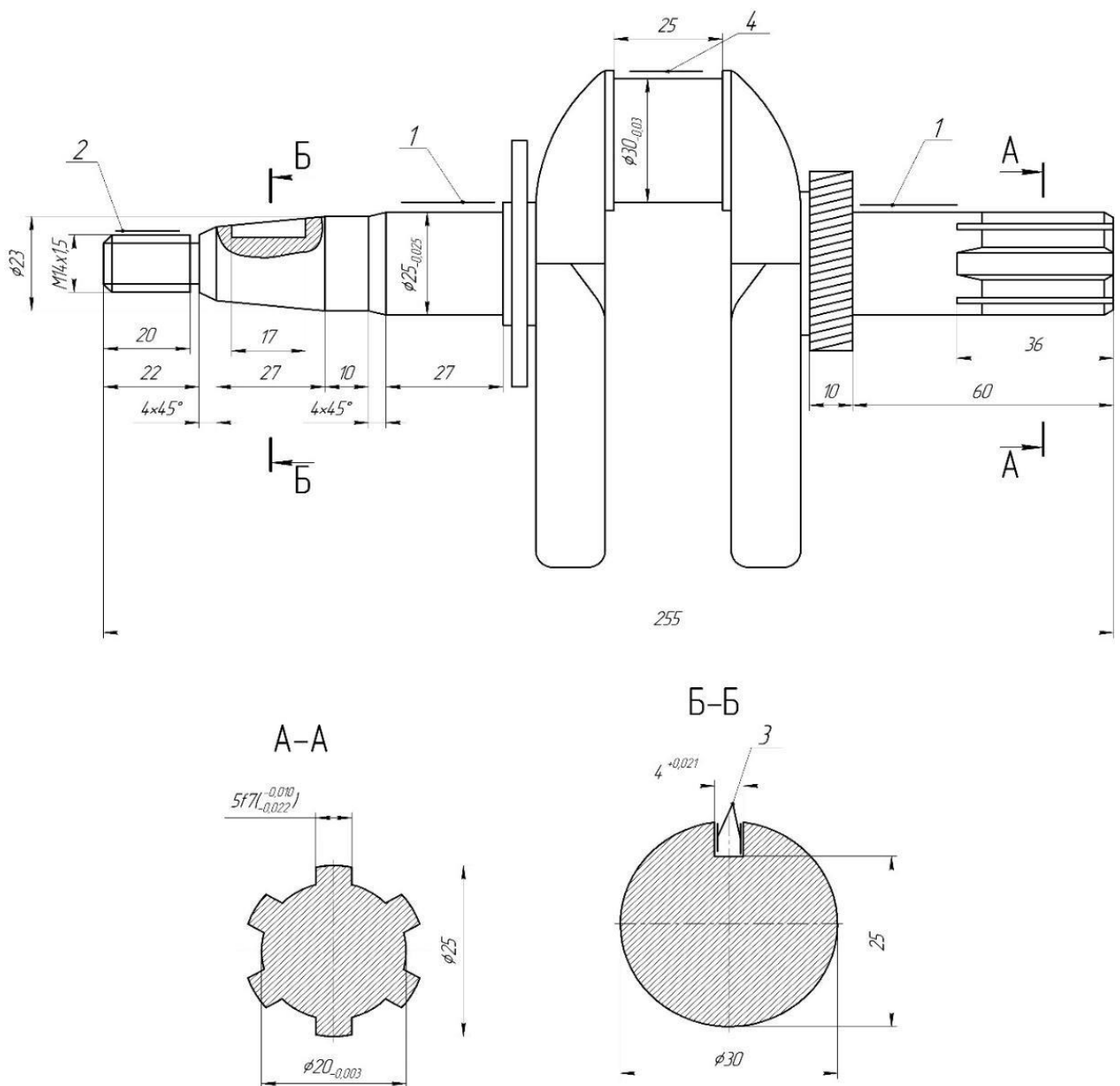


Рис. 1.6 Конструкція колінчастого вала модифікації 168F

Основні характерні несправності колінчастих валів, їхні допустимі геометричні параметри та засоби контролю і вимірювання наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Діагностичні критерії та контрольні параметри колінчастих валів двигунів мотоблоків

Характер несправності	Номінальні параметри		Рекомендовані засоби контролю
	Гранично допустиме значення, мм	Відповідно до ТУ), мм	
Деградація поверхні шатунної шийки колінчастого вала	γ Ø29,9	Ø30 ^{-0,03}	Калібр-скоба індикаторна типу 8115-00332Н; прецизійний важільний мікрометр МР-50
Порушення цілісності або деформація різьбового з'єднання	-	-	Візуальна інспекція; органолептичний контроль
деформація посадкової поверхні підшипника кочення (типу 308)	γ Ø24,9	Ø25 ^{-0,025}	Калібр-скоба індикаторна типу 8115-00332Н; прецизійний важільний мікрометр МР-25
Абразивний знос шпонкової канавки	<Ширина 4,1	Ширина 4 ^{+0,021}	Спеціалізований шпонковий калібр

Огляд даного колінчастого вала, що надійшов для технічного обслуговування, виявив значний ступінь спрацювання шатунних опорних шийок, який досяг 90,5% від допустимих значень. У багатьох випадках було зафіксовано адгезійне прилипання матеріалу вкладишів шатунних підшипників до робочих поверхонь шийок. Також констатовано деградацію різьбових з'єднань, що, імовірно, є наслідком неналежного поводження. Переважна більшість пошкоджень різьби інтерпретується як наслідок механічних ударів та локальних деформацій.

Відповідно до виявлених дефектів, передбачається комплексне відновлення шатунів та їхніх кріпильних елементів. Реставрація шатунних шийок здійснюватиметься шляхом прецизійного шліфування: до номінальних

параметрів, якщо обсяг зняття матеріалу мінімальний, або до ремонтних розмірів, у випадку попереднього відновлення. Різьбові з'єднання підлягатимуть калібруванню для відновлення їхньої цілісності та функціональності.

1.5.2. Формування послідовності процесу відновлення

Технологічний процес відновлення колінчастого вала передбачає послідовне виконання комплексу ремонтно-відновлювальних операцій, спрямованих на усунення дефектів та відновлення працездатності деталі. Послідовність виконання операцій формується з урахуванням характеру пошкоджень, конструктивних особливостей вала та вимог до точності механічної обробки.

Першим етапом є зварювальна операція (005), під час якої виконується відновлення шпонкового паза (позиція 3 на кресленні) методом ручного напівавтоматичного зварювання. Заварювання пошкодженої ділянки здійснюється з метою подальшого формування нового шпонкового з'єднання необхідних геометричних параметрів. Для проведення операції використовується напівавтоматичний зварювальний апарат, робочий стіл зварника, зварювальний дріт діаметром 0,8 мм, балон із вуглекислим газом, зварювальний щиток, стулові тиски, молоток зварника та металева щітка для очищення поверхні після зварювання.

Після завершення зварювальних робіт виконується фрезерна операція (010), яка передбачає механічну обробку шпонкового паза до розміру 4×5×17 мм. Формування необхідної геометрії здійснюється методом фрезерування з дотриманням установлених допусків і вимог до точності обробки. Операція проводиться на токарному верстаті, обладнаному спеціальним пристосуванням для виконання фрезерних робіт. Для обробки застосовується трикулачковий патрон, фреза зі швидкорізальної сталі Р6М5 згідно з ГОСТ 17025-89 діаметром 4 мм, а контроль параметрів виконується за допомогою шпонкового калібру.

Наступним етапом технологічного процесу є шліфувальна операція (015), під час якої здійснюється шліфування поверхні деталі (позиція 4). Дана операція необхідна для забезпечення необхідної чистоти та точності обробки робочої поверхні колінчастого вала. Роботи виконуються на токарному верстаті із застосуванням центруючої шайби, трикулачкового патрона та упорного центра. Для фінішної обробки використовується шліфувальний папір на корундовій основі зернистістю Р600 і притирочна паста АВРО GP-201. Контроль геометричних параметрів проводиться важільним мікрометром МР-50 відповідно до ГОСТ 4381-68.

Після шліфування виконується токарна операція (020), яка полягає у калібруванні різьби (позиція 2) М14×1,5 довжиною 21 мм. Основною метою цієї операції є відновлення працездатності різьбового з'єднання та забезпечення його відповідності технічним вимогам. Операція проводиться на токарному верстаті з використанням трикулачкового патрона та лерки зі сталі Р18. Контроль точності різьби здійснюється за допомогою різьбового калібру.

На даному етапі контролюється якість заварювання шпонкового паза, точність фрезерної та шліфувальної обробки, а також відповідність різьбових поверхонь установленим технічним вимогам. За результатами проведеного контролю приймається рішення щодо придатності колінчастого вала до подальшої експлуатації.

1.6. Висновки за розділом

Запровадження системи якісного сервісного обслуговування для малогабаритної техніки має важливе стратегічне значення. Це сприятиме не лише підвищенню рівня післяпродажної підтримки, але й зростанню обсягів реалізації продукції. У результаті формується інтегрована модель життєвого циклу виробу, що охоплює всі етапи — від продажу техніки до її подальшого технічного обслуговування та ремонту.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ

2.1. Аналіз потреби у розробці спеціального пристрою

Технологічні процеси технічного обслуговування та капітального ремонту засобів малої механізації характеризуються значним обсягом різноманітних механообробних і відновлювальних операцій. Під час ремонту двигунів та трансмісій мотоблоків, бензопил і тримерів часто виникає необхідність у виконанні фрезерування шпонкових пазів і лисок, відновленні шліцьових з'єднань, а також торцюванні та підгонці деталей до ремонтних розмірів.

У більшості випадків такі роботи потребують використання спеціалізованого металорізального обладнання. Водночас повне оснащення сервісного центру СТО окремими фрезерними верстатами (вертикальними або горизонтальними) є економічно недоцільним через високу вартість обладнання, тривалий період його окупності та невисокий рівень завантаження в умовах дрібносерійного ремонтного виробництва. У зв'язку з цим більш раціональним рішенням є розширення технологічних можливостей уже наявного обладнання, зокрема токарно-гвинторізного верстата (наприклад, моделей 1К62 або 16К20), шляхом його адаптації для виконання фрезерних операцій.

Для реалізації такого підходу в дипломному проєкті розроблено спеціальне знімне фрезерне пристосування (фрезерну приставку), яке встановлюється на супорт токарного верстата замість стандартного різцетримача. Це дозволяє використовувати верстат як багатофункціональну технологічну систему. Необхідність розробки даного пристрою зумовлена низкою техніко-економічних чинників. По-перше, забезпечується економічна доцільність, оскільки відпадає потреба у придбанні, монтажі та подальшому обслуговуванні окремого фрезерного обладнання. По-друге, підвищується

технологічна гнучкість виробництва: пристосування дає можливість надійно закріплювати деталі складної форми та виконувати їх точну обробку кінцевими або торцевими фрезами, що встановлюються у шпинделі верстата. По-третє, забезпечується конструктивна універсальність, оскільки пристрій дозволяє здійснювати необхідні переміщення та жорстке базування деталі, що сприяє досягненню високої точності розмірів і необхідної якості оброблених поверхонь.

Таким чином, розробка токарно-фрезерного пристосування дає змогу повністю забезпечити потреби сервісного центру у фрезерних операціях, знизити собівартість ремонтних робіт та розширити можливості відновлення деталей малої механізації без залучення додаткового обладнання.

2.2. Вивчення конструктивних особливостей аналогічних пристосувань

Перший розглянутий аналог (рис. 2.1) представляє собою спеціалізоване пристосування, яке використовується для фрезерування гвинтових поверхонь і формування різбових профілів на токарному верстаті за методом копіювального оброблення. Конструктивно пристрій складається з корпусної частини, затискного болта, компактного трикулачкового патрона, а також ручного маховика для керування переміщенням.

Принцип роботи даного пристосування полягає в наступному: державка з закріпленою різбовою фрезою встановлюється в основний трикулачковий патрон токарного верстата та отримує обертальний рух, який виконує функцію головного руху різання. Корпус пристрою жорстко закріплюється в різцетримачі супорта. Оброблювана заготовка фіксується у патроні пристосування, після чого за допомогою ручного маховика їй задається узгоджене осьове переміщення по копіру. У результаті синхронізації рухів формується необхідний гвинтовий профіль або різбова поверхня. Основні габаритні параметри даного пристрою становлять 80×90×320 мм, а його маса —

близько 5 кг. Разом із тим, суттєвим недоліком розглянутої конструкції є її вузька спеціалізація та обмежена функціональність. Пристрій призначений переважно для виконання однієї технологічної операції — нарізання різьби певного кроку, що істотно знижує його універсальність. Умови роботи багатомономенклатурного сервісного центру СТО вимагають більш широкого спектра операцій, зокрема обробки площин, пазів та лисок, що робить застосування даного аналога недостатньо ефективним



Рис. 2.1. Спеціалізований пристрій для виконання фрезерування пазів під шпонку з використанням токарного обладнання

Другий розглянутий аналог (рис. 2.2) має більш просту конструкцію та призначений безпосередньо для фрезерування шпонкових пазів на валах двигунів внутрішнього згоряння та редукторів засобів малої механізації. Основним елементом пристосування є зварний або литий кутник із виконаною фрезерованою призмою, який встановлюється та фіксується у різцетримачі токарного верстата. Оброблювана деталь — вал із необхідністю формування шпонкового паза — укладається в призму кутника та жорстко закріплюється притискною планкою за допомогою двох затискних болтів. В шпиндель верстата встановлюється кінцева (пальцева) фреза. У процесі обробки оператор здійснює поздовжні та поперечні переміщення супорта вручну або в режимі подачі, забезпечуючи формування шпонкового паза в тілі деталі. Незважаючи на конструктивну простоту та технологічну доступність виготовлення, дане пристосування має ряд суттєвих недоліків.



Рис. 2.2. Технологічне оснащення для фрезерної обробки пазів під з'єднувальні елементи

Перш за все, відзначається низька точність обробки. Встановлення геометричного положення паза відносно осі фрези виконується вручну із застосуванням регулювальних прокладок, що підвищує похибку базування, знижує точність позиціонування та збільшує трудомісткість підготовчо-завершальних операцій.

Крім того, конструкція характеризується обмеженою технологічною універсальністю. Фіксовані розміри призми кутника звужують діапазон допустимих діаметрів оброблюваних валів. Це зумовлює необхідність виготовлення окремих пристосувань під різні типорозміри деталей, що є економічно недоцільним в умовах невеликої ремонтної майстерні.

2.3. Будова та конструктивні особливості механізму

Розроблене знімне пристосування призначене для розширення технологічних можливостей токарно-гвинторізного верстата шляхом забезпечення виконання фрезерних операцій під час обробки площин, пазів, лисок, а також виконання координатного ділення на малогабаритних деталях складної геометричної форми в умовах майстерні СТО. Конструктивна схема розробленого фрезерного пристосування та взаємне розташування його основних вузлів наведені на рисунку 2.3.

Базовим елементом конструкції є жорсткий литий або зварний корпус, який через спеціальний адаптер встановлюється та надійно фіксується у різцетримачі поперечного супорта токарного верстата. Усередині корпусу паралельно розміщені дві прецизійні напрямні штанги, які забезпечують стабільність руху рухомих елементів та сприймають основні зусилля, що виникають у процесі фрезерування. По напрямних штангах здійснює поступальний рух рухома обойма. Її переміщення реалізується за допомогою ходового гвинта, який приводиться в дію вручну через рукоятку керування. Для підвищення точності та зменшення люфтів обойма ковзає по напрямних через запресовані втулки ковзання, а передача руху від гвинта здійснюється через ходову втулку, яка виконує функції гайки.

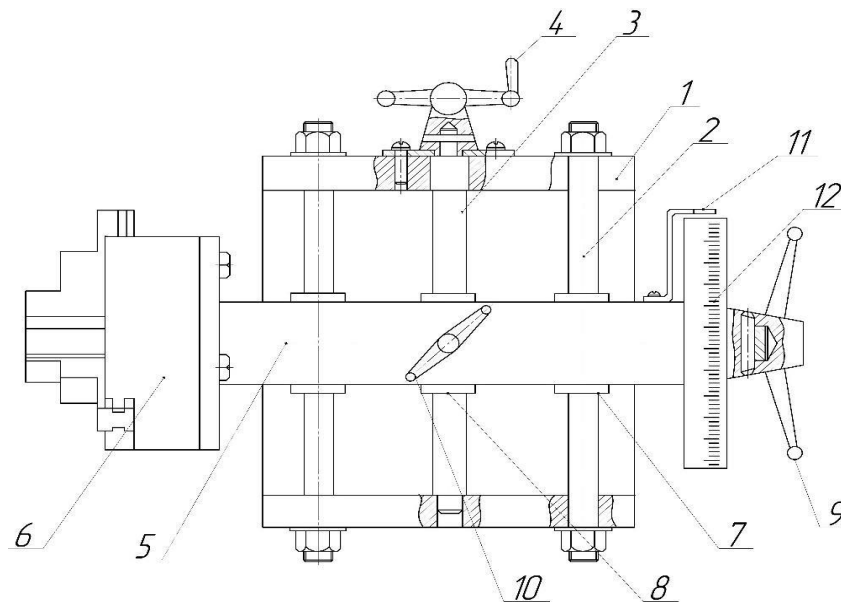


Рис. 2.3 Схема оснащення для фрезерної обробки, інтегрованого з токарним верстатом:

1-корпус; 2- ходовий гвинт; 3- елемент керування; 4 – фіксуючий елемент; 5 – затискний патрон; 6 - напрямна втулка; 7 - напрямний стрижень; 8 - рухома втулка; 9 – рукоятка; 10 - фіксуючий гвинт; 11 – показчик; 12 – фланець

Усередині рухомої обойми встановлено затискний патрон, призначений для базування та фіксації циліндричних деталей. Конструкція патрона передбачає можливість його повороту навколо власної осі, що дозволяє виконувати кутові та ділильні операції. Поворот здійснюється вручну за

допомогою кутової рукоятки, після чого положення фіксується стопорним гвинтом, який запобігає самовільному повертання під дією вібрацій і навантажень.

Точність поділу кола на задану кількість частин контролюється нерухомою стрілкою, закріпленою на корпусі обойми. У разі заміни затискного патрона 5 на спеціальну планшайбу з притискними елементами пристосування дозволяє обробляти не лише деталі типу тіл обертання (вали, осі), а й корпусні, плоскі та ексцентрикові заготовки складної форми, що суттєво підвищує універсальність конструкції.

Основні параметри та технічні можливості розробленого фрезерного пристосування наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Експлуатаційно-технічні характеристики пристрою

Найменування критеріїв	Нормативне значення
Діаметр фіксованих компонентів, мм	від 16 до 80
Типологія обладнання	Переносне, знімне інструментальне оснащення
Загальна маса пристрою у зборі, кг	8

Загальна маса пристосування становить 8 кг, що забезпечує можливість його монтажу, демонтажу та переналагодження без використання додаткових підйомно-транспортних засобів безпосередньо в умовах ремонтної майстерні.

2.4. Розрахункове обґрунтування міцності елементів конструкції

2.4.1. Перевірка зварного шва на міцність під навантаженням

На рисунку 2.4 представлено схематичне зображення розробленого пристосування, яке складається з основної конструктивної частини — корпусу (позиція 1) — та елемента кріплення у вигляді пластини (позиція 2). Для виконання коректного інженерного розрахунку та забезпечення надійності зварного з'єднання необхідно врахувати низку вихідних параметрів, що

визначають умови його роботи та несучу здатність.

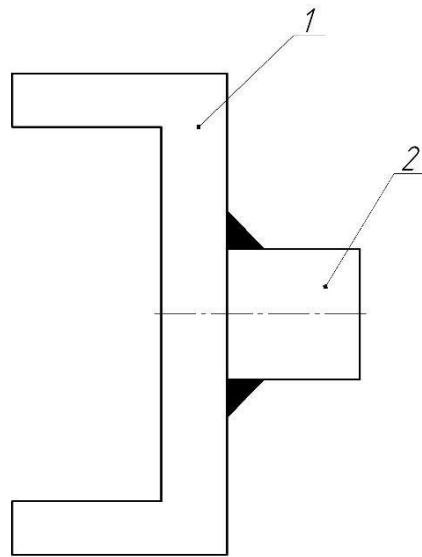


Рис. 2.4 Схематичне зображення розробленого пристосування

Зокрема, до основних вихідних даних належать величина прикладеного навантаження P та характер його дії (статичний, динамічний або циклічний), а також матеріали деталей, що з'єднуються. Важливе значення має і технологія виконання зварювання, включаючи тип зварювального процесу та марку електродів, оскільки ці фактори безпосередньо впливають на механічні властивості зварного шва. У даному розрахунковому випадку вихідні параметри задані таким чином: зовнішнє навантаження P становить 64 кг; обидва елементи конструкції — корпус і кріпильна пластина — виготовлені зі сталі Ст3; зварювання виконано ручним дуговим способом із застосуванням електродів марки Е42.

Основною метою розрахунку є перевірка несучої здатності та міцності зварних швів, які забезпечують з'єднання корпусу з кріпильною пластиною під дією заданого навантаження. Для подальших розрахунків приймається допустиме напруження на зріз для зварного шва, яке визначається на основі базового допустимого напруження на розтяг для сталі Ст3 відповідно до чинних нормативних документів [12]:

$$[\tau]_{\text{ср}} = 0,6 [\sigma]_{\text{р}}, \quad (2.1)$$

Підставляючи значення, отримуємо:

$$[\tau]_{cp} = 0,6 \cdot 1600 = 96 \text{ МПа};$$

Далі проводиться безпосередня перевірка зварних швів у зоні корпусу на опір зрізу. Розрахункова формула для середнього напруження зрізу має вигляд:

$$\tau_{cp} = \frac{P}{2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot L_{ш}} \leq [\tau]_{cp}, \quad (2.2)$$

Де $[\tau]_{cp}$ – гранично допустиме напруження зрізу для матеріалу шва;

P – загальне прикладене зовнішнє навантаження;

$L_{ш}$ – ефективна довжина зварного шва;

K – розрахункова висота небезпечного перерізу зварного шва (катет шва).

Виходячи з конструктивних параметрів, приймаємо наступні значення:

Катет шва $k = 0,6 \text{ см}$;

Ефективна довжина шва:

$$L_{ш} = 30 \cdot k = 18 \text{ см};$$

Підставляючи ці параметри у формулу, отримуємо фактичне середнє напруження зрізу:

$$\tau'_{cp} = \frac{64}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} = 4,23 \text{ МПа}.$$

Порівнюючи отримане значення (4.23 МПа) з допустимим напруженням зрізу (96 МПа), бачимо, що фактичне напруження є значно меншим за допустиме. Це свідчить про достатню міцність та надійність зварних швів при заданому навантаженні, забезпечуючи безпечну експлуатацію конструкції.

2.4.2. Оцінка міцності різьбового з'єднання фіксуєчого гвинта

Проводиться детальний розрахунок міцності різьбового з'єднання, яке забезпечує надійну фіксацію валу обойми за допомогою стопорного гвинта. Основною метою даного розрахунку є визначення мінімально допустимого внутрішнього діаметра різьби d_1 гвинта, що гарантуватиме безпечну та

довготривалу експлуатацію механізму.

Для виконання розрахунку прийнято такі вихідні дані: коефіцієнт тертя f між контактними поверхнями гвинта та валу становить 0,16. Як матеріал виготовлення гвинта використовується конструкційна сталь марки Ст3, що характеризується межею плинності $\sigma_t = 240 \text{ МН/м}^2$. На першому етапі визначається розрахункове зусилля Q , необхідне для забезпечення надійної фіксації валу. При цьому враховується умова, що сумарні сили тертя повинні перевищувати зовнішнє навантаження приблизно на 20%, що забезпечує необхідний запас міцності та стабільність роботи з'єднання. Відповідний розрахунок виконується за формулою [12]:

$$Q = 1,2 \cdot P / (f + f^*) \quad (2.3)$$

Де f^* – приведений коефіцієнт тертя, що враховує геометрію різьби та становить:

$$f^* = f / \sin 60^\circ = 0,16 / 0,866 = 0,184$$

Підставивши відповідні значення відомих величин – зовнішнього зусилля на валу (P), коефіцієнта тертя (f) та приведенного коефіцієнта тертя (f^*) – у формулу (3.3), отримаємо розрахункове значення необхідного зусилля Q :

$$Q = 1,2 \cdot 60 \cdot (0,16 + 0,184) = 209 \text{ Н}$$

Таким чином, мінімально необхідне зусилля затягування гвинта (V) для забезпечення фіксації дорівнює розрахованому зусиллю Q :

$$V = Q = 209 \text{ Н.}$$

Наступним кроком є перевірка гвинта на міцність. Умова міцності гарантує, що еквівалентне напруження, яке виникає у перерізі гвинта під дією зусилля затягування, не перевищить допустимого напруження для даного матеріалу. Ця умова математично виражається так:

$$\sigma_{\text{екв}} = 1,3 \cdot V / F \leq [\sigma]_p; \quad (2.4)$$

Де $[\sigma]_p$ – допустиме напруження для матеріалу гвинта. Воно визначається з урахуванням межі плинності матеріалу та коефіцієнта запасу міцності:

$$[\sigma]_p = \sigma_T / [n] \quad (2.5)$$

Враховуючи, що процес затягування гвинта підлягає контролю, було

прийнято коефіцієнт запасу міцності $[n] = 2,5$. Отже, допустиме напруження становить:

$$[\sigma]_p = \sigma_T / [n] = 240 / 2,5 = 96 \text{ МПа}$$

Виходячи з отриманого допустимого напруження, можна розрахувати мінімально необхідну площу поперечного перерізу гвинта (F), яка забезпечить його міцність:

$$F = 1,3 \cdot V / [\sigma]_p = 1,3 \cdot 209 / (96 \cdot 10^6) = 2,83 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 0,028 \text{ см}^2$$

На основі отриманих розрахункових даних, для кріплення обирається стандартний гвинт з метричною різьбою М6. Для підтвердження його відповідності, необхідно перевірити діаметр його нижньої частини:

$$d_T \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,028 \cdot 10^2}{3,14}} = 1,88 \text{ см}^2$$

Кінцевий висновок стверджує, що обраний гвинт М6 із відповідним діаметром різьби повністю задовольняє всі висунуті вимоги щодо міцності та надійності, гарантуючи ефективну фіксацію валу.

2.4.3. Оцінка несучої здатності ходового валу

Коли на вал діє постійна поперечна сила F , характер внутрішніх механічних напружень суттєво різниться залежно від стану валу. Якщо вал нерухомий, ці напруження залишаються стабільними. Проте, у випадку обертового валу, напруження будуть циклічно змінюватися, демонструючи симетричний характер коливань. Для детального розгляду розподілу цих сил та згинальних моментів по довжині валу використовується розрахункова модель, зображена на рисунку 3.5.

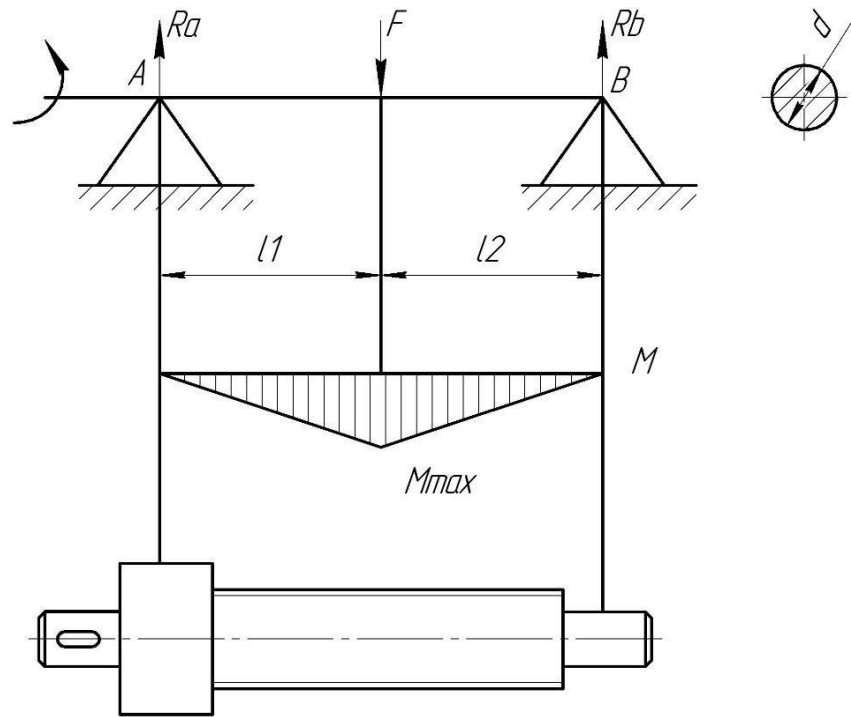


Рис. 2.5. Аналітична модель гвинтового механізму

Критерій міцності валу при згинанні формулюється як вимога, згідно з якою фактичні згинальні напруження не повинні перевищувати дозволеного або гранично допустимого значення:

$$\sigma_{зг} = M_{\max} / W_0 \leq [\sigma]. \quad (2.6)$$

Найбільший згинальний момент, що виникає на осі в місці прикладання зовнішньої сили, є критичним параметром. Його величина розраховується на основі реакцій опор та відстаней до точок їх прикладання, як показано у формулі (3.7):

$$M_{\max} = R \cdot l = R_a \cdot l_1 = R_b \cdot l_2 = F \cdot l_1 \cdot l_2 / (l_1 + l_2) \quad (2.7)$$

Як приклад розрахунку, отримаємо значення:

$$M_{\max} = (480 \cdot 55,5 \cdot 55,5) / (55,5 + 55,5) = 13320 \text{ Н/мм.}$$

Величини реакцій опор осі, позначених як R_a та R_b , в точках 1 та 2 відповідно, визначаються за наступними співвідношеннями:

$$R_1 = F \cdot l_2 / (l_1 + l_2), R_2 = F \cdot l_1 / (l_1 + l_2) \quad (2.8)$$

Для осі, що має круговий поперечний переріз, важливим параметром є момент опору перерізу (W_0), який характеризує його здатність чинити опір згину. Його значення розраховується за формулою [13]:

$$W = \pi \cdot d^3 / 32 \quad (2.9)$$

З урахуванням усіх вищезазначених параметрів, загальна умова міцності осі при згинанні набуває наступного вигляду:

$$\sigma_{zg} = (32 \cdot F \cdot l_1 \cdot l_2) / [\pi \cdot d^3 \cdot (l_1 + l_2)] \leq [\sigma] \quad (2.10)$$

Розрахунок допустимого напруження ($[\sigma]$) залежить від режиму роботи валу. Для статичних умов, коли основним критерієм є уникнення пластичних деформацій, використовується межа текучості матеріалу:

$$[\sigma] = \sigma_T / [s]. \quad (2.11)$$

Однак, для обертових валів, що піддаються циклічним навантаженням, критичним фактором є стійкість до втомного руйнування.

Важливо відзначити, що лінійні розміри, а саме l_1 та l_2 , а також допустимі границі напружень, що визначають опір матеріалу втомі, зазвичай можуть бути попередньо встановлені або визначені до певного ступеня на початкових етапах проектування. Враховуючи сукупність конструктивних та технологічних вимог, був прийнятий діаметр валу, що становить 12 мм.

2.5. Висновки за розділом

На основі ретельних інженерних обчислень було розроблено та сконструйовано спеціалізоване технологічне оснащення, призначене для ефективного виконання фрезерних операцій. Проведено всебічний розрахунковий аналіз, який переконливо демонструє його високу функціональну надійність та експлуатаційну ефективність. Впровадження даного пристрою суттєво розширить спектр можливостей токарного обладнання, а також значно збільшить номенклатуру деталей, придатних до відновлення.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Оцінка стану організації системи охорони праці

Відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», загальна відповідальність за створення безпечних і нешкідливих умов праці, а також за організацію та функціонування системи управління охороною праці (СУОП) покладається безпосередньо на керівника господарства як роботодавця. Згідно зі статтею 15 зазначеного Закону, необхідність створення окремої служби охорони праці або введення посади відповідного фахівця виникає на підприємствах із чисельністю працівників від 50 осіб і більше.

За таких умов організаційно-методичне забезпечення системи охорони праці здійснюється із залученням сертифікованого зовнішнього спеціаліста на договірних засадах. Такий фахівець виконує функції з розроблення інструкцій з охорони праці, організації та проведення інструктажів, підготовки необхідної дозвільної документації для виконання робіт підвищеної небезпеки, а також здійснює контроль за усуненням виявлених порушень. Разом із тим роботодавець зобов'язаний забезпечити, щоб умови праці на всіх робочих місцях і у всіх виробничих підрозділах, зокрема в ремонтно-сервісній майстерні з обслуговування засобів малої механізації, відповідали вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці. В межах функціонування системи управління охороною праці в господарстві реалізується комплекс взаємопов'язаних організаційних і технічних заходів. Зокрема, здійснюється розроблення та впровадження інструкцій з безпечного виконання робіт для всіх категорій працівників, включаючи токарів, слюсарів і зварників, а також забезпечується постійний контроль за їх дотриманням у процесі виробничої діяльності.

Паралельно з цим в межах соціального партнерства з трудовим колективом формуються та впроваджуються заходи, передбачені колективним

договором, спрямовані на зниження виробничих ризиків і підвищення загального рівня безпеки праці. Важливим напрямом є також техніко-технологічне удосконалення виробництва, що передбачає впровадження сучасних засобів механізації та автоматизації, поліпшення ергономіки робочих місць, а також використання інженерних рішень, зокрема розроблених у дипломному проєкті пристосувань, які підвищують безпечність і ефективність виконання ремонтних операцій. Окрему увагу приділено профілактичному напрямку, що включає розслідування нещасних випадків у разі їх виникнення, усунення причин виробничого травматизму та впровадження заходів, визначених за результатами перевірок і службових розслідувань.

Контроль за станом умов праці здійснюється шляхом регулярного обстеження робочих місць, перевірки санітарно-гігієнічних показників та проведення атестації робочих місць відповідно до вимог чинного законодавства України. Додатково у господарстві організовано взаємодію з лікувально-профілактичними закладами, що забезпечує проведення обов'язкових попередніх та періодичних медичних оглядів працівників, особливо тих, хто зайнятий на роботах підвищеної небезпеки або потребує професійного добору.

3.2. Розробка комплексу заходів з підвищення безпеки та покращення умов виробничої діяльності

Аналіз стану умов праці та рівня виробничого травматизму в аграрному секторі свідчить, що наявні організаційні та технічні заходи не завжди забезпечують достатній рівень ефективності через відсутність системного та комплексного підходу до їх реалізації. У зв'язку з цим для усунення виявлених недоліків, покращення виробничого середовища та зниження ймовірності виникнення нещасних випадків у ремонтній майстерні розроблено цілісний комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та протипожежних заходів.

При формуванні запропонованих рішень враховано впровадження нової

технологічної операції — фрезерування на токарно-гвинторізному верстаті із застосуванням спеціально розробленого у дипломному проєкті пристосування, що додатково обумовлює необхідність підвищення вимог до безпеки праці та удосконалення виробничої інфраструктури на 2026 рік.

В межах реалізації комплексу першочергово передбачаються невідкладні організаційні та медико-профілактичні заходи, спрямовані на оперативне підвищення рівня безпеки на робочих місцях і забезпечення готовності персоналу до дій у разі виникнення аварійних ситуацій. З цією метою виробничі підрозділи, насамперед дільниця механообробки, оснащуються аптечками першої допомоги з повним набором сертифікованих медичних засобів та перев'язувальних матеріалів, що дозволяє забезпечити своєчасне надання домедичної допомоги у разі травмування працівників. Паралельно здійснюється посилення протипожежного захисту шляхом укомплектування приміщень переносними порошковими вогнегасниками типу ОП-5 та організації їх своєчасного технічного обслуговування, а також періодичної перезарядки, що забезпечує постійну готовність засобів пожежогасіння до використання. Окрім цього, оновлюються інформаційно-роз'яснювальні матеріали з охорони праці, які розміщуються безпосередньо у виробничих зонах, що сприяє підвищенню рівня обізнаності працівників щодо безпечних методів виконання робіт.

Наступним важливим напрямом є підвищення рівня кваліфікації та навчання персоналу, оскільки саме людський фактор значною мірою впливає на виникнення аварійних ситуацій. У цьому контексті передбачається систематичне проведення навчання та перевірки знань з охорони праці для керівного та інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалізованих навчальних центрів, що дозволяє забезпечити актуальність знань відповідно до чинних нормативних вимог. Додатково удосконалюється методична база шляхом оновлення центрального куточка з охорони праці сучасними нормативно-правовими актами, інструкціями та рекомендаціями, адаптованими до специфіки ремонту засобів малої механізації. Паралельно у виробничих

підрозділах створюються локальні інформаційні стенди, що забезпечує оперативне доведення вимог безпеки безпосередньо до робочих місць і підвищує дисципліну праці.

Завершальним блоком виступають санітарно-гігієнічні та інженерно-технічні заходи, спрямовані на покращення параметрів виробничого середовища та зниження впливу шкідливих факторів. У цьому напрямі передбачається відновлення та модернізація системи штучного освітлення у виробничих та допоміжних приміщеннях майстерні з метою забезпечення нормативного рівня освітленості відповідно до чинних вимог. Також здійснюється ревізія та ремонт системи загальнообмінної вентиляції, що сприяє покращенню повітрообміну у робочих зонах. Окремо передбачено впровадження місцевої витяжної вентиляції на робочому місці токаря-фрезерувальника, що дозволяє ефективно локалізувати та видаляти пил, аерозолі мастильно-охолоджувальних рідин і надлишкове тепловиділення безпосередньо із зони різання, тим самим знижуючи шкідливий вплив виробничих факторів та підвищуючи комфорт і безпеку праці.

3.3. Висновки за розділом

За результатами проведеного комплексного аналізу стану організації охорони праці, промислової безпеки та виробничої санітарії встановлено, що система управління охороною праці (СУОП) загалом функціонує відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема статті 15 Закону України «Про охорону праці».

Водночас у ході аналізу встановлено, що на підприємстві належним чином організовано систему проведення інструктажів з охорони праці з відповідною фіксацією у встановлених журналах обліку, а також забезпечено функціонування періодичних і щорічних медичних оглядів працівників, зайнятих на роботах підвищеної небезпеки. Це дозволяє підтримувати прийнятний рівень контролю за станом здоров'я персоналу та знижувати

ймовірність виникнення професійних захворювань. Разом із тим оцінка матеріально-технічного забезпечення свідчить про наявність певних обмежень, пов'язаних із недостатнім фінансуванням заходів з покращення умов праці та модернізації виробничої бази сервісного центру СТО. Зокрема, існує потреба у подальшому оновленні технологічного обладнання та удосконаленні параметрів виробничого середовища.

З метою усунення виявлених недоліків та забезпечення безпечної експлуатації розробленого у дипломному проєкті токарно-фрезерного пристосування сформовано комплекс організаційно-технічних заходів на 2026 рік. Його реалізація передбачає покращення світлових умов у виробничих приміщеннях, модернізацію системи вентиляції з установленням локальних витяжних пристроїв у зоні різання, підвищення рівня пожежної безпеки шляхом дооснащення первинними засобами пожежогасіння, а також удосконалення інформаційного забезпечення працівників через створення локальних куточків з охорони праці.

Загалом впровадження запропонованих заходів сприятиме підвищенню рівня виробничої безпеки, зниженню ризиків травматизму та створенню більш комфортних і контрольованих умов праці.

.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ РОЗРОБКИ

Предметом даного дипломного проекту стало створення багатофункціонального сервісного центру, призначеного для комплексного обслуговування та успішної реалізації компактних пристроїв. Проектна ініціатива охоплює зведення сучасного виставково-торговельного павільйону, а також реорганізацію та формування повноцінної ремонтної майстерні на базі вже існуючих приміщень.

Оскільки центральним завданням цього кваліфікаційного дослідження є розробка та впровадження ефективної системи сервісного супроводу малогабаритного обладнання, що охоплюватиме весь спектр робіт: від планового технічного обслуговування до гарантійних та післягарантійних відновлювальних процедур, особлива увага буде приділена детальному обчисленню фінансово-економічних індикаторів, пов'язаних з ремонтом та сервісним забезпеченням мініатюрної техніки. З огляду на вищезазначене, фундаментальними критеріями оцінки комерційної успішності підприємства виступатимуть коефіцієнт прибутковості та період повного відшкодування інвестованого капіталу.

Перш ніж перейти до безпосереднього аналітичного обчислення фінансової ефективності, представимо ключові вихідні відомості, систематизовані у таблиці 4.1.

Для детального аналізу та всебічної оцінки фінансової доцільності проекту, з посиланням на джерело [15], розрахуємо ключові показники економічної ефективності:

1. Дохід від реалізації ремонтних послуг, грн.

Цей показник відображає загальну суму виручки, отриманої майстернею за виконання ремонтних робіт. Він розраховується як:

$$B_{\text{пр}} = Q \cdot C_{\text{л.ум.рем.}}, \quad (4.1)$$

**Відомості для визначення економічної обґрунтованості запропонованого
заходу**

Символ показника	Найменування	Величина
K_{np}	Чисельність виробничого персоналу майстерні, осіб	2
$C_{ум. рем}$	Базова вартість умовної ремонтної одиниці, грн.	57300,00
$Q_{ел}$	Річний обсяг споживання електричної енергії, кВт·год.	7920
$ЗП_{ср}$	Розмір основної заробітної плати, грн.	12000,0
B_{np}	Капітальні витрати на придбання устаткування, грн.	460000,0
$C_{ел}$	Тарифна вартість одиниці електричної енергії, грн./кВт·год.	2,15
Q	Загальний обсяг виконаних робіт (в умовних одиницях)	12,2

Важливо уточнити, що один «умовний ремонт» еквівалентний 300 людино-годинам роботи. Цінова політика за один умовний ремонт базується на даних, отриманих від аналогічних сервісних центрів. Підставляючи вихідні дані, отримуємо:

$$B_{np} = 12,2 \cdot 57300,00 = 699060,00 \text{ грн.}$$

2. Сукупні операційні витрати, грн.

Цей параметр включає всі основні види видатків, необхідних для повноцінного функціонування ремонтної ділянки. Він складається з фонду оплати праці з нарахуваннями, амортизаційних відрахувань, витрат на електроенергію, витрат на поточні ремонти та інших супутніх витрат.

Формула для обчислення загальних витрат (4.2):

$$EB = ЗП + A + B_{ел} + B_{рем} + IB, \quad (4.2)$$

Розглянемо детальніше складові сукупних витрат:

а) витрати на оплату праці з нарахуваннями ($ЗП_n$), грн. Ця стаття видатків охоплює основну заробітну плату персоналу та всі передбачені законодавством відрахування на соціальні фонди.

Формула розрахунку (4.3):

$$ЗП^н = ЗП + Н, \quad (4.3)$$

Де ЗП – заробітна плата без урахування нарахувань, грн. Вона визначається як середньомісячна заробітна плата, помножена на кількість працівників та кількість місяців у році (12).

Формула (4.4):

$$ЗП = ЗП_{\text{ср}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot 12, \quad (4.4)$$

Розрахунок:

$$ЗП = 12000,0 \text{ грн} \cdot 2 \text{ працівники} \cdot 12 \text{ місяців} = 288000,0 \text{ грн.}$$

Н – нарахування на заробітну плату, грн. Ці відрахування обчислюються як добуток заробітної плати без нарахувань на норму нарахувань, яка у даному випадку становить 22%.

Формула (5.5):

$$Н = ЗП \cdot Н_n, \quad (4.5)$$

Розрахунок:

$$Н = 288000,0 \cdot 0,22 = 63360,0 \text{ грн},$$

Отже, загальні витрати на оплату праці з нарахуваннями:

$$ЗП^н = 288000,0 + 63360,0 = 394560,00 \text{ грн.}$$

б) амортизаційні відрахування (А), грн. Це кошти, що відображають знос основних засобів та їх поступове перенесення вартості на надані послуги. Розраховуються на основі первісної вартості основних засобів (Б) та норми амортизації (λ).

Формула (5.6):

$$А = (Б \cdot \lambda) / 100 \quad (4.6)$$

Розрахунок:

$$А = (460000,0 \text{ грн} \cdot 21,93) / 100 = 100878,0 \text{ грн.}$$

в) ця стаття витрат включає оплату за спожиту електричну енергію, необхідну для функціонування майстерні. Вона визначається як добуток обсягу спожитої електроенергії на тариф за електроенергію.

Формула (4.7):

$$B_{\text{ел}} = Q_{\text{ел}} \cdot C_{\text{ел}}, \quad (4.7)$$

Розрахунок:

$$B_{\text{ел}} = 7920 \cdot 2,15 = 17028,0 \text{ грн};$$

г) витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування, грн. Ці видатки спрямовані на підтримання обладнання та інфраструктури в робочому стані. Відповідно до рекомендацій джерела [15], ці витрати прийнято встановлювати на рівні 30% від суми амортизаційних відрахувань.

Формула (5.8):

$$B_{\text{рем}} = (A \cdot 30) / 100 \quad (4.8)$$

Розрахунок:

$$B_{\text{рем}} = (100\,878,0 \text{ грн} \cdot 30) / 100 = 30\,263,40 \text{ грн}.$$

г) ця категорія охоплює всі інші операційні витрати, які не були включені до попередніх пунктів. Вони визначені як 3% від суми основних експлуатаційних витрат $(ЗП_{\text{н}} + A + B_{\text{ел}} + B_{\text{рем}})$.

Формула (5.9):

$$IB = ((ЗП_{\text{н}} + A + B_{\text{ел}} + B_{\text{рем}}) \cdot 3) / 100 \quad (4.9)$$

Розрахунок:

$$IB = \frac{(394560,0 + 100878,0 + 17028,0 + 30263,40) \cdot 3}{100} = 16281,88 \text{ грн}.$$

Таким чином, сукупні операційні витрати становлять:

$$EB = 394560,0 + 100878,0 + 17028,0 + 30263,40 + 16281,88 = 559011,28 \text{ грн}.$$

3. Цей показник відображає повні витрати, пов'язані з наданням ремонтних послуг, і розраховується шляхом коригування загальних експлуатаційних витрат на коефіцієнт, що враховує накладні видатки. Зазначено, що коефіцієнт K становить 10%.

Формула (5.10):

$$C_p = EB \cdot K, \quad (4.10)$$

Розрахунок:

$$C_p = 559011,28 \cdot 1,1 = 570191,51 \text{ грн};$$

4. Валовий прибуток, грн. Прибуток є ключовим фінансовим результатом діяльності. Він визначається як різниця між загальним доходом від ремонтів та повною собівартістю цих робіт.

Формула (4.11):

$$\Pi = B_{\text{пр}} - C_{\text{р}}, \quad (4.11)$$

$$\Pi = 699060,00 - 570191,51 = 128868,49 \text{ грн};$$

5. Рівень рентабельності, %. Цей коефіцієнт є важливим індикатором ефективності використання витрат, показуючи, скільки прибутку генерується на кожен гривню собівартості.

Формула (5.12):

$$P = (\Pi / C_{\text{р}}) \cdot 100 \quad (4.12)$$

Розрахунок:

$$P = (128868,49 \text{ грн} / 570191,51 \text{ грн}) \cdot 100 \approx 22,6\%.$$

6. Термін окупності капітальних вкладень, років. Цей показник є критичним для інвестиційного аналізу та відображає період часу, за який початкові капітальні вкладення повністю відшкодовуються за рахунок отриманого валового прибутку.

Формула (5.13):

$$T_o = \text{Капітальні вкладення} / \Pi \quad (4.13)$$

Розрахунок:

$$T_o = 460000,0 \text{ грн} / 128868,49 \text{ грн} \approx 3,57 \text{ років}.$$

На підставі проведених фінансово-економічних розрахунків встановлено, що для запуску та організації ділянки з ремонту та обслуговування міні-техніки потрібні початкові капітальні інвестиції у розмірі 460000,0 грн. Завдяки очікуваному прибутку, ці інвестиції планується відшкодувати протягом приблизно 3,57 років. При цьому проект демонструє значний рівень прибутковості, що складає 22,6%. Таким чином, запропонований проект є економічно обґрунтованим, фінансово привабливим та доцільним для реалізації.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті здійснено комплексне техніко-економічне та інженерне обґрунтування створення сервісного центру з продажу, технічного обслуговування та ремонту засобів малої механізації. На основі проведених аналітичних, розрахункових і конструкторських досліджень сформульовано такі основні результати.

Передбачено розміщення ремонтних підрозділів у єдиному блокованому приміщенні у вигляді прибудови розмірами 8×12 м до існуючої будівлі складу, що дозволяє оптимізувати внутрішню логістику та зменшити непродуктивні витрати часу.

Конструкторська частина проєкту передбачає розробку спеціалізованого знімного токарно-фрезерного пристосування для встановлення на стандартний токарно-гвинторізний верстат. Його впровадження забезпечує розширення технологічних можливостей наявного обладнання, дозволяє виконувати фрезерні операції без залучення сторонніх потужностей, а також сприяє зниженню собівартості ремонтних робіт і підвищенню автономності сервісного центру. У розділі охорони праці та виробничої санітарії розроблено комплекс організаційно-технічних заходів на 2026 рік, спрямованих на підвищення рівня промислової безпеки. Передбачені рішення щодо безпечної експлуатації розробленого пристосування, модернізації систем освітлення та вентиляції, а також встановлення локальних витяжних пристроїв у зоні різання забезпечують покращення умов праці, зниження впливу шкідливих виробничих факторів і мінімізацію ризику травматизму.

Економічна оцінка проєкту підтвердила його доцільність та ефективність. При обсязі капітальних вкладень 460000,00 грн очікуваний чистий річний прибуток становить 133093,19 грн. Рівень рентабельності досягає 22,6%, а строк окупності інвестицій складає 3,57 року, що свідчить про економічну обґрунтованість та практичну доцільність реалізації запропонованого проєкту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
2. Мінітрактора з Китаю для домашнього господарства [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mini-traktora.com/oplata/83-novosti/89-minitraktora-iz-kitaya-dlya-domashnego-khozyajstva>.
3. Каталог мотоблоків Кентавр [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kentavr.ua/catalog/motobloc>.
4. Каталог мотоблоків виробництва Мотор Січ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.motorsich.ua/rus/products/consumers/agro>.
5. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.
6. Нижняк Д.В. Визначення показників надійності колінчатих валів автотракторних двигунів / Нижняк Д.В., Калганков Є.В., Дирда В.І. // *Inżynieria i technologia*. 2014. osiągnięć, projekty hipotezę. (29.12.2014 -30.12.2014) – Warszawa: – 2014. – С. 8-13.
7. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // *Сучасна наука: теорія і практика*. – Запоріжжя, 2012. – Т. 2. – С. 88-90.
8. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. *Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. 2022. С. 117–120.
9. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. *The 7 th International scientific and practical conference*

“Innovations and prospects of world science” (March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19.

10. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Євген Васильович (UA); Грачова Вікторія Миколаївна (UA); Косенко Анна Вадимівна (UA) - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл.

№ 18; 4 с.

11. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання