МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“___” _____ 2025 р.
Зав. кафедри ___к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ ____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту
бакалавр
(освітній рівень)

тема роботи: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з проектуванням розбирально-складального стенду»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності Н7
«Агроінженерія»
Федосов Ігор Вікторович
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“___” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

студенту Федосову Ігорю Вікторовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з проектуванням розбирально-складального стенду»**
керівник роботи д.т.н., професор Дідур В.В.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2025 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом проекту 15.05.2025 р.

3. Вихідні дані до проетку: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- розробити технологічний процес ремонту агрегатів з урахуванням сучасних методів і матеріалів;
- розрахувати параметри агрегатної дільниці з вибором необхідного обладнання та обґрунтуванням штатного складу працівників;
- провести проектування технологічного плану агрегатної дільниці для ефективної організації робіт;
- розробити засоби технічного оснащення для підвищення продуктивності та якості ремонту;
- запровадити заходи із забезпечення безпеки праці слюсарів у майстерні;
-провести техніко-економічне обґрунтування проекту з оцінкою його ефективності та рентабельності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: організаційна структура ремонтного простору представлена; гідромуфта вентилятора з установленою передньою кришкою; показники економічної ефективності;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Дідур В.В., професор		

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.10.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.11.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.12.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.02.2025 р.	
5.	Розділ 4.	25.03.2025 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.04.2025 р.	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	15.05.2025 р.	

Студент _____ **Федосов І.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ **Дідур В.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП……...5
1. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МАШИН ТА РОЗРОБКА АГРЕГАТНОЇ ДІЛЬНИЦІ……...7
1.1. Загальний технологічний процес дільниці……...7
1.2. Організація робочих місць……...10
1.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонту агрегатів та фондів часу……11
1.3.1. Режим роботи дільниці……12
1.3.2. Режим роботи і фонди часу……..12
1.4. Розрахунок складу робітників……15
1.5. Розрахунок основного обладнання……15
1.6. Технологічне планування агрегатно-механічної дільниці……17
1.7. Розрахунок витрат енергетичних ресурсів……18
1.7.1. Розрахунок витрат електроенергії……..18
1.7.2. Розрахунок витрат стиснутого повітря……..19
1.8. Розробка схеми розбирання гідромуфти……...19
1.9. Обґрунтування теми дипломного проекту……24
2. **ПРОЕКТУВАННЯ Й РОЗРАХУНОК СТЕНДА ДЛЯ РОЗБИРАЛЬНО- СКЛАДАЛЬНИХ ТА ДЕФЕКТУВАЛЬНИХ РОБІТ**……26
2.1. Обґрунтування необхідності розроблення запланованої конструкції стенда…26
2.2. Опис і принцип роботи стенда……29
2.3. Міцнісні розрахунки стенда……...32
2.3.1. Розрахунок труби з’ємного фланця……32
2.3.2. Розрахунок зварного шва……34
2.3.3. Розрахунок з'єднання зємного фланця й фланця стенда……..35
2.3.4. Розрахунок механізму повороту……36
2.3.5. Підбір підшипників……38
2.3.6. Підбір редуктора……..38
2.3.7. Підбір муфти……39
2.3.8. Розрахунок шпонкових з'єднань……39
3. **ОХОРОНА ПРАЦІ**……...41
3.1Організація та стан охорони праці в господарстві……..41
3.2Інструкція по безпечній роті на стенді для дефектувальних робіт……42
4. **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**……44
ВИСНОВОК……...47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..49

ВСТУП

Щоб запобігти несправностям і оперативним

Технічне обслуговування забезпечує виконання регламентованих профілактичних заходів, які спрямовані на підтримку техніки в робочому стані під час експлуатації, зберігання або транспортування. Дотримання встановлених нормативних термінів і вимог щодо обслуговування покращення терміну служби техніки та запобігає серйозним поломкам.

Ремонтні роботи полягають у відновленні працездатності механізмів і агрегатів шляхом заміни або відновлення зношених деталей. Це складний технологічний процес, який потребує високої кваліфікації персоналу та використання спеціалізованого обладнання.

Щороку аграрна галузь витрачає значні витрати на технічне обслуговування та ремонт машин. Однак, навіть за таких витрат, техніка може простоювати через неефективну організацію ремонтних процесів [1, 2, 3].

Досягнення максимальної ефективності та продуктивності можливо лише за умови впровадження грамотно організованої та науково обґрунтованої системи технічного обслуговування та ремонту.

Постійне вдосконалення цієї системи є ключем до безперебійної роботи техніки та оптимального використання ресурсів. Інженерно-технічний підхід до організації ремонтних процесів дозволяє швидко виявляти несправності, оперативно їх усувати та забезпечувати.

Об'єктивна потреба в ремонті техніки зумовлена поступовим зношуванням її складових частин, впливом експлуатаційних навантажень та впливом з

Працівники ремонтних майстерень можуть користуватися широким спектром інформаційних ресурсів, зокрема методичними посібниками з обслуговування та ремонту, технічними довідниками, інструкціями з експлуатації, а також картами регламентних робіт. Використання цих матеріалів значно підвищує якість ремонтних операцій і сприяє мінімізації ризиків повторних несправностей.

Сучасний підхід до технічного обслуговування та ремонту вимагає модернізації ремонтних баз, оновлення технологічного обладнання та впровадження автоматизованих систем діагностики. Використання сучасного о

Комплексна модернізація ремонтної інфраструктури сприяє скороченню простої

техніки, підвищенню її надійності та ефективності роботи, а також зменшенню експлуатаційних витрат у довгому періоді.

1. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МАШИН ТА РОЗРОБКА АГРЕГАТНОЇ ДІЛЬНИЦІ

З метою підвищення ефективності функціонування ремонтної служби, пропонується провести реорганізацію внутрішнього простору існуючої ремонтної майстерні. Зокрема, доцільно облаштувати нову дільницю з ремонту агрегатів у приміщенні дільниці зовнішнього очищення №13, яка на даний час не використовується за призначенням.

Реалізація цього заходу дозволить:

- ефективніше використовувати наявні площі ремонтної бази;
- оптимізувати просторову організацію ремонтно-монтажної дільниці;
- збільшити загальну пропускну здатність майстерні;
- забезпечити відповідність ремонтних процесів технологічним нормам.

Оновлена організаційна структура ремонтного простору представлена на рисунку 2.1.

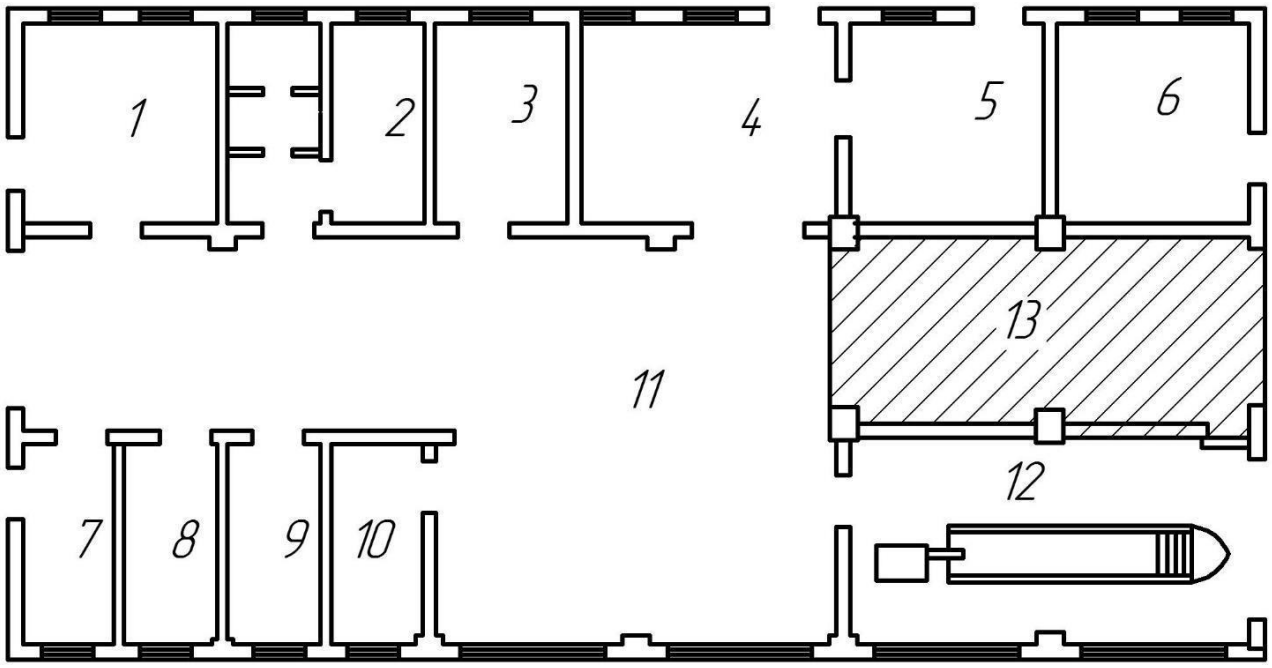


Рисунок - 2.1. Схема ремонтної майстерні

1 – дільниця електротехнічного ремонту, 2 – зона обслуговування акумуляторів та ремонту систем охолодження, 3 – механічна обробна дільниця, 4 – секція з відновлення сільськогосподарських знарядь, 5 – ковальсько-зварювальна майстерня, 6 – склад для зберігання запасних частин та комплектуючих, 7 – побутовий блок для персоналу, 8 – дільниця ремонту шинного оснащення, 9 – зона технічного обслуговування паливної апаратури та гідросистем, 10 – дільниця капітального ремонту двигунів, 11 – ремонтно-монтажна платформа, 12 – діагностично-технічна дільниця, 13 – дільниця зовнішнього очищення (планується реорганізація під ремонт агрегатів).

1.1. Загальний технологічний процес дільниці

Агрегатна дільниця відіграє ключову роль у ремонті та технічному обслуговуванні основних вузлів сільськогосподарської техніки. Тут виконуються розбірно-складальні операції та ремонт агрегатів, таких як коробки передач, мости, карданні вали, щеплення, рульові механізми, двигуни та інші механізми.

Для забезпечення повноцінного функціонування дільниця оснащена спеціалізованим обладнанням: стендом для ремонту карданних валів і рульових механізмів, що застосовується для діагностики, відновлення і регулювання цих систем; стендом для збирання і розбирання редукторів; свердлильним верстатом; слюсарним верстаком для виконання широкого спектру робіт; гідравлічним пресом для операцій з великим зусиллям; стендом для обслуговування шатунно-поршневої групи; стендом для обслуговування головок блоку циліндрів; стендом для ремонту двигунів. За потреби дільниця може бути доукомплектована додатковими інструментами відповідно до специфіки ремонтних завдань.

Робота агрегатної дільниці організована у взаємодії з іншими виробничими секторами. Вона пов’язана із зоною діагностики, де здійснюється попереднє обстеження агрегатів, зоною технічного обслуговування, яка забезпечує планові ремонти, а також зі слюсарно-механічною дільницею, що виконує підготовчі й допоміжні операції.

Основними роботами на дільниці є: розбирання, дефектування, відновлення агрегатів, заміна зношених елементів, регулювання, налаштування і випробування механізмів. Серед агрегатів, які ремонтуються, — двигуни внутрішнього згоряння, трансмісії, ходова частина, рульові системи, гідравліка, електрообладнання, паливні та повітряні системи, навісне обладнання.

Процес ремонту починається з приймання агрегату і його попереднього огляду. Відповідальний майстер проводить візуальну оцінку, заносить дані до журналу. Далі агрегат розбирають, деталі проходять дефектування з оформленням акту. Пошкоджені компоненти ремонтують або замінюють. Відновлення виконується за допомогою зварювання, механічної обробки, заміни елементів, відновлення посадкових місць.

Після цього виконується збирання, регулювання на спеціальних стендах і обов’язкове випробування — або на стендах, або на техніці під навантаженням. За умови успішного тестування агрегат передається замовнику з повним комплектом супровідної документації.

Для кожного типу агрегату створюється технологічна карта, де прописані всі етапи ремонту, список необхідного інструменту, обладнання й матеріалів.

Дотримання техніки безпеки на дільниці є обов'язковим. Персонал повинен мати відповідну підготовку та використовувати засоби індивідуального захисту. Окрему увагу приділяють системі контролю якості: перевірка відповідності технічним вимогам, оцінка в процесі тестування та документальне оформлення результатів гарантують довговічність і надійність агрегатів.

Для досягнення максимальної ефективності дільниця повинна бути оснащена сучасним обладнанням, а персонал — мати належну кваліфікацію. Важливо оптимально організувати простір, чітко планувати послідовність ремонтних робіт, дотримуватись технологічної дисципліни, застосовувати ефективні методи контролю якості та мінімізувати витрати часу й ресурсів. Схематичне представлення процесу ремонту агрегатів подано на Рисунку 1.2.

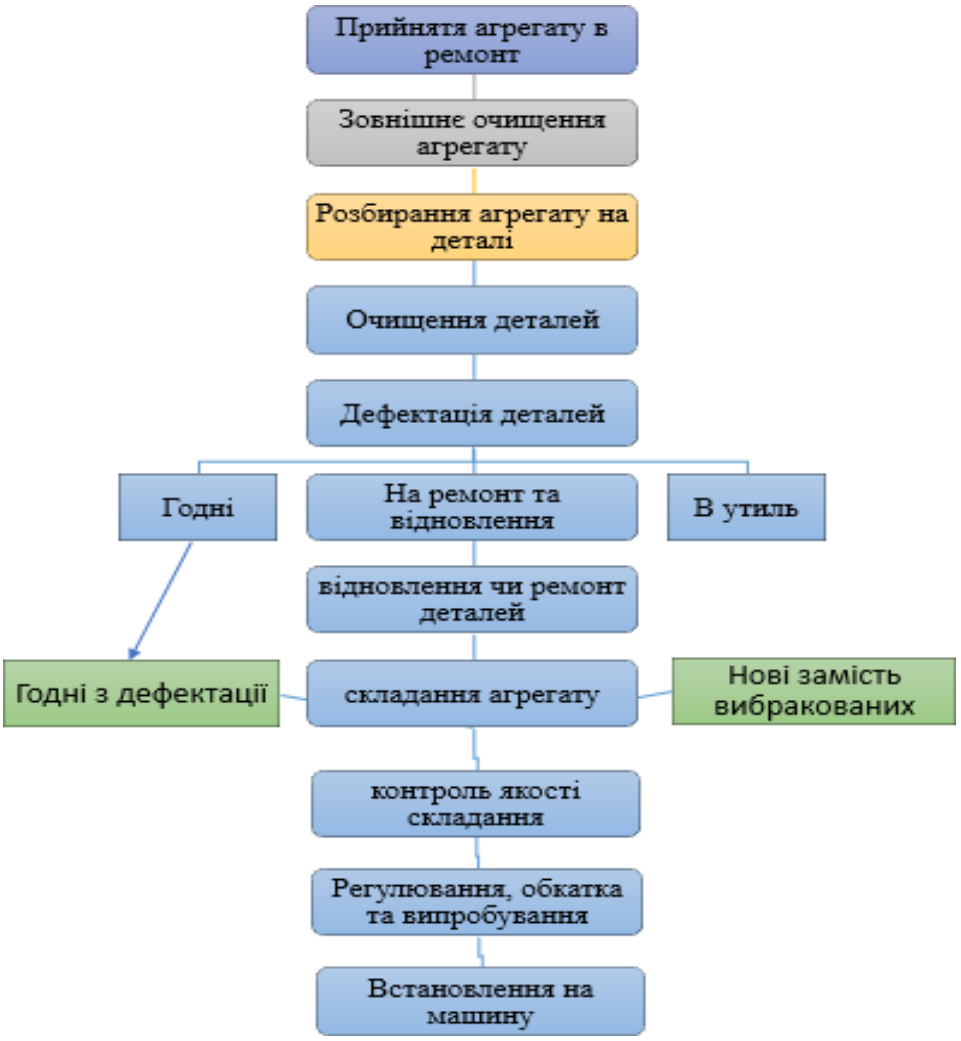


Рисунок - 1.2. Схема тех. процесу ремонту агрегатів на дільниці

1.2. Організація робочих місць

Раціональне облаштування і підтримка робочих місць є одним із пріоритетних завдань належної організації праці в умовах агрегатної дільниці. Це дозволяє підвищити продуктивність персоналу, забезпечити безперебійний виробничий процес і мінімізувати простої обладнання. Визначення рівня продуктивності праці відбувається на основі аналізу виконаних обсягів робіт, дотримання технологічних норм часу та кількості обслугованої техніки за визначений період.

На агрегатній дільниці всі організаційні, технічні й виробничі процеси впорядковано відповідно до певних категорій робіт. Це сприяє ефективному використанню наявного обладнання, спрощенню логістики й підвищенню загальної якості ремонтних операцій.

Робочі місця обладнані згідно з нормативними вимогами щодо зручності, функціональності та безпеки. Серед базових елементів — шафи для зберігання інструментів, зручне розташування деталей для ремонту, окремі ємності для ганчір’я і витратних матеріалів. Усе це дозволяє підтримувати чистоту та порядок.

Кожне робоче місце оснащене технічними картами, які містять детальний алгоритм виконання ремонтних робіт залежно від типу агрегату. Також використовуються карти маршрутів, що забезпечують раціональну послідовність операцій під час обслуговування техніки.

З метою забезпечення безперебійної роботи дільниці виконуються наступні організаційно-технічні завдання: подача електроенергії для роботи обладнання та освітлення; постачання робочих місць необхідними інструментами; логістика — доставка запчастин, витратних матеріалів і технічних засобів; ефективна робота складу, де зберігаються деталі й проводиться підготовка до монтажу; ремонтно-будівельні заходи для підтримки приміщень у належному стані; побутове обслуговування персоналу для створення комфортного середовища праці.

Обладнання дільниці підлягає регулярному технічному обслуговуванню та плановому ремонту у періоди простою, щоб не порушувати виробничий процес. Усі регламентні роботи виконуються згідно з вимогами, визначеними в технічній документації. Капітальний ремонт може виконуватися як фахівцями служби головного механіка, так і запрошеними висококваліфікованими спеціалістами.

Важливою умовою стабільної та безпечної роботи дільниці є підтримка порядку. Щодня по завершенню зміни працівники зобов’язані прибирати свої робочі місця. Крім

того, щотижня проводиться генеральне прибирання всієї зони агрегатної дільниці, що сприяє утриманню робочого простору в належному санітарному та функціональному стані.

1.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонту агрегатів та фондів часу

Для розрахунку ефективного розподілу робочих ресурсів на агрегатно-механічній дільниці використовується узагальнений показник трудомісткості робіт, який становить 6133,17 людино-годин. Даний показник сформовано на основі аналізу звітної документації господарства щодо обсягів виконаних ремонтних операцій, пов’язаних із технічним обслуговуванням та відновленням агрегатів.

На основі отриманих даних здійснюється поетапний розподіл трудових витрат. Відповідні результати систематизовано в таблиці 1.1, що складена згідно з нормативно-методичними вказівками, наведеними у джерелах [6, 7, 8, 9].

Таблиця 1.1- Розподіл трудомісткості агрегатної дільниці за видами робіт

№ з/п	Вид робіт	Трудомісткість виконання робіт	
		%	люд.год.
1	Очищення	6	367,99
2	Ремонт агрегатів трансмісії, а саме редуктор, КЗП, передня вісь	14	858,64
3	Ремонт карданного валу, кермового керування	8	490,65
4	Ремонт муфти зчеплення	7	429,32
5	Розборка та складання агрегатів, слюсарна обробка, визначення технічного стану деталей	7	429,32
6	Розборка та складання ГБЦ	10	613,32
7	Механічні операції (точіння, свердління, шліфування, пресування та інші)	4	858,65
8	Дефектація і правильні роботи по шатунам	5	306,66
9	Дефектація пружин і кілець	4	245,33
10	Ремонт двугуна	18	1103,97
11	Розборка та складання ШПГ	7	429,32
Всього		100%	6133,17

1.3.1. Режим роботи дільниці

Графік функціонування агрегатної дільниці встановлюється згідно з чинними нормами трудового законодавства, з урахуванням кількості робочих днів протягом календарного року, змінності роботи та тривалості кожної робочої зміни. Визначення кількості робочих днів залежить від типу організації виробничого процесу. У випадку, якщо ремонтна дільниця відноситься до категорії перервного виробництва, її діяльність тимчасово призупиняється у вихідні дні та державні свята, що регламентовано відповідними нормативно-правовими актами. Це відрізняє її від неперервного типу виробництва, де робочі процеси тривають без зупинок упродовж усього року.

Режим роботи формується з урахуванням максимальної ефективності використання трудових ресурсів, забезпечення оптимального навантаження на працівників та можливості якісного виконання ремонтних операцій у межах встановлених термінів. Деталізовані дані щодо організації робочого процесу агрегатної дільниці узагальнено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 – Режим роботи дільниці

Режим роботи	Позначка	Показник
Кількість календарних днів	$Д_{кр}$	365
Робочих днів	$Д_{р}$	252
Святкових днів	$Д_{е}$	9
Вихідних днів	$Д_{в}$	104
Кількість робочих змін	N_0	1

1.3.2. Режим роботи і фонди часу

Режим функціонування підприємства є важливою складовою системи планування та управління виробничими процесами. Він визначає часові межі роботи колективу, а також встановлює порядок організації робочого часу. До ключових елементів належить тривалість робочого дня, яка зазвичай становить 8 годин, хоча може змінюватися залежно від специфіки виробництва, нормативів галузі або колективного договору. Кількість робочих днів у тижні також варіюється: у більшості випадків застосовується п’ятиденний робочий тиждень із вихідними в суботу та неділю, хоча на окремих підприємствах можливе запровадження шестиденного графіку.

В умовах безперервного виробництва часто використовується змінний режим роботи, який включає ранкові, денні та нічні зміни, що дозволяє забезпечити постійне

функціонування виробничого процесу. Також до організації часу праці належать регламентовані перерви на відпочинок і харчування, а також святкові та неробочі дні, встановлені законодавством.

Фонд робочого часу підприємства — це сукупність годин, протягом яких працівники можуть виконувати службові обов'язки. Його розподіл здійснюється на номінальний та дійсний. Номінальний фонд часу відображає максимально можливу кількість робочих годин протягом певного періоду, як правило, за календарний рік, без врахування втрат часу через відпустки, тимчасову непрацездатність, відрядження та інші об'єктивні обставини. Цей показник слугує основою для подальшого планування завантаження персоналу та оцінки ефективності використання трудових ресурсів.

Розрахунок номінального робочого фонду часу здійснюється за допомогою відповідної формули (1.1).

Фактичний (дійсний) фонд робочого часу – це реальна кількість годин, які працівники відпрацювали протягом певного звітного періоду. При його обчисленні враховуються всі втрати часу, пов'язані з відпустками, лікарняними, прогулами, виходами на пів ставки та іншими причинами, що зменшують загальну тривалість роботи.

Розрахунок фактичного фонду робочого часу здійснюється за формулою (1.2).

Організація режиму роботи підприємства та розрахунок фондів робочого часу є надзвичайно важливими складовими процесу планування виробничої діяльності та ефективного управління трудовими ресурсами.

Номінальний фонд часу відображає максимально можливу кількість робочих годин у межах визначеного періоду, тоді як фактичний (дійсний) фонд демонструє реальну тривалість відпрацьованого часу з урахуванням усіх втрат — таких як щорічні відпустки, тимчасова непрацездатність, простої тощо.

Завдяки цим показникам керівництво може раціонально планувати завантаження персоналу, оптимізувати виробничі процеси та зменшувати невиробничі витрати, що, у свою чергу, сприяє підвищенню загальної ефективності підприємства.

Інформація щодо річних фондів робочого часу працівників основних ремонтних спеціальностей представлена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3-Річні фонди часу роботи робочих ремонтного підприємства

Найменування професій і вид роботи	Номінальний фонд часу, год. ($Ф_н$)	Дійсний фонд часу, год. ($Ф_д$)
Слюсарі-ремонтники (розборка, очистка, дефектація)	2070	1840
Слюсарі-ремонтники (збирання двигуна, обкатка і випробовування) Випробувальник	2070	1860
(враховуючи дизелі) Випробувальник	2070	1820
карбюраторних двигунів Маляри (фарбування	2070	1840
вузлів ма-шин) Електрозварювальники	1830	1610
(зварю-вання, наплавка)	2070	1820

Окрім фондів робочого часу працівників, на підприємстві також визначаються фонди використання обладнання. З метою подальшого планування виробничого процесу розрахуємо фактичний (дійсний) фонд часу роботи устаткування (1.3).

Цей показник враховує кількість змін та дозволяє оцінити ефективність використання наявного технічного ресурсу.

Показник коефіцієнта використання обладнання (Кв) визначається за допомогою відповідної розрахункової формули (1.4), яка дозволяє встановити співвідношення між фактичним часом роботи устаткування та його номінальним фондом часу.

Зведені дані щодо фондів робочого часу устаткування представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4- Дійсні річні фонди часу роботи обладнання

Група обладнання	Одна зміна	
	r_o	$Ф_{д.о.}$, год.
Мийно-очищувальна	0,97	2010
Металооброблюючі верстати	0,98	2030
Ремонтно-технологічні і випро-бувальні стенди	0,98	2030
Обладнання зварювальних і на-плавочних дільниць	0,97	2010

Ковальсько-пресове обладнання	0,98	2030

Розраховані та обґрунтовані річні номінальні й дійсні фонди часу для працівників і обладнання, наведені в таблицях 1.3 та 1.4, свідчать про те, що підприємство функціонує в одну зміну за п’ятиденним робочим тижнем. Отримані результати будуть використані для визначення необхідної кількості робітників та основного виробничого обладнання.

1.4. Розрахунок складу робітників

Склад працівників підприємства поділяється на обліковий та явочний.

Обліковий склад включає всіх працівників, які значаться в штаті підприємства, незалежно від того, чи знаходяться вони на робочому місці. До цього складу належать як ті, хто фактично виконує свої обов'язки, так і ті, хто відсутні з поважних причин (наприклад, через відпустку, лікарняний, відрядження тощо). Явочний склад, у свою чергу, охоплює лише тих працівників, які фізично присутні на робочому місці в конкретний день.

Кількість працівників, які залучені до виробничого процесу, визначається за допомогою відповідних розрахункової формули (1.5).

Обчислення явочного складу працівників, залучених до виробничого процесу, виконується за допомогою відповідної розрахункової формули (1.6).

Кількість списочного складу працівників — це загальна кількість осіб, які офіційно числяться на підприємстві:

$$\mathrm{P_c} = \frac{6133}{1860 \cdot 1{,}1} = 2{,}99 \text{ чоловік}$$

Кількість явочних працівників визначається як кількість осіб, які фактично перебувають на робочому місці та виконують свої обов’язки в певний період:

$$\mathrm{P_я} = \frac{6133}{2070 \cdot 1{,}1} = 2{,}69 \text{ чоловік}$$

Отже, штат відділення складається з трьох працівників, безпосередньо залучених до виробничого процесу.

1.5. Розрахунок основного обладнання

Під час технологічного планування виробничого підрозділу кількість основного обладнання визначається розрахунковим шляхом, тоді як допоміжне обладнання обирається відповідно до затвердженого технологічного процесу виконання робіт.

До основного обладнання цеху з ремонту агрегатів трансмісії належать: мийні машини, стенди для розбирання та збирання агрегатів, а також стенди для їх обкатки та випробувань.

Кількість ванн, необхідних для очищення деталей, корпусів коробок передач і роздавальних коробок, визначається за відповідною формулою (1.7)[8, 9].

Маса деталей, що підпадають під очищення, обчислюється за наступною формулою (1.8).

$N_{\text{р}}$ – річна кількість поточних ремонтів, що визначається за відповідною формулою (1.9).

Тоді проведемо такий розрахунок:

$$N_{\text{р}} = 91 \cdot 0{,}22 = 20{,}02$$
$$Q_{\text{в}} = 0{,}1 \cdot 8000 \cdot 20{,}02 = 16016 \text{ кг}$$

Після цього отримуємо результат, що дозволяє визначити необхідні параметри для подальших розрахунків:

$$S_{\text{в}} = \frac{16016}{2020 \cdot 100 \cdot 0{,}6} = 0{,}132$$

Враховуючи потребу в даному обладнанні, приймаємо 1 ванну.

Кількість розбирально-складальних стендів визначається за такою формулою (1.10)

Тоді отримуємо результат, який використовується для подальших розрахунків:

$$N_{\text{р.з.}} = \frac{1533}{2020} = 0{,}85$$

Приймаємо один стенд для проведення розбирально-складальних робіт для коробки передач та один стенд для роздавальної коробки.

Кількість стендів для обкатки та випробування агрегатів трансмісії визначається за відповідною формулою (1.11), що враховує технічні характеристики та вимоги виробничого процесу.

Тоді отримуємо результат, який використовується для визначення необхідної кількості стендів для обкатки та випробування агрегатів трансмісії.:

$$N_{\text{с}} = 2\frac{1{,}1 \cdot 21}{2010 \cdot 0{,}9} = 0{,}026$$

Приймаємо один стенд для обкатки і випробування коробки передач та один стенд для обкатки роздавальної коробки. Окрім основного обладнання, необхідно також визначити допоміжне обладнання (стелажі, верстаки, піддони), яке вибирається в залежності від особливостей технологічного процесу ремонту агрегатів.

Загальна відомість обладнання для відділення з ремонту агрегатів наводиться в додатку А.

1.6. Технологічне планування агрегатно-механічної дільниці

Розрахунок площ виробничих приміщень здійснюється на основі загальної площі розташованого обладнання та щільності його розміщення за формулою (1.12)

Приблизний розрахунок площі виробничої дільниці можна здійснити за допомогою нормативу питомої площі, яка припадає на одного працівника за формулою (1.13).

За результатами розрахунків на агрегатно-механічній дільниці працює три явочних виробничих робітники. Сумарна площа технологічного обладнання становить 12,93 м². Коефіцієнт щільності розташування обладнання вибираємо рівним 4,2.

Таким чином, застосовуючи формулу (1.13), можемо отримати необхідні розрахунки для площі та кількості робітників:

$$F_{\text{д}} = 15{,}2 \cdot 4{,}2 = 63{,}84\ (\text{м}^2)$$

Площа вільного простору становить 72 м², а розрахункова площа – 64 м², що вказує на мінімальні розбіжності в розрахунках. У процесі планування передбачається, що розміри приміщення агрегатно-механічного відділення складатимуть 6 × 12 м, а його загальна площа буде 72 м².

Опис планувального рішення: Просторово-планувальна організація приміщень повинна відповідати будівельним нормам і вимогам.

1. Одним із ключових критеріїв є індустріалізація монтажних робіт у будівництві, що передбачає використання збірних залізобетонних конструкцій. Це реалізується завдяки конструктивній схемі будівлі, заснованій на комбінованій колонній сітці, яка забезпечує надійну опору для промислових споруд.

Агрегатно-механічна секція розташовується у загальному приміщенні виробничого корпусу на майданчику зовнішньої мийки 13 (Рисунок 1.1). Висота ділянки становить 4,2 м.

Будівельні параметри виробничого корпусу:

- Сітка колон – 6 × 6 м;
- Колони мають прямокутний переріз 400 × 400 мм;
- Товщина внутрішніх стін – 250 мм;
- Товщина зовнішніх стін – 380 мм;
- Ширина дверного отвору – 1400 мм;
- Висота дверей – 2200 мм;
- Ширина віконного отвору – 2500 мм.

Після визначення площі ділянки здійснюється деталізація конструктивних елементів будівлі відповідно до внутрішнього планування виробничого простору та розташування обладнання.

Основним принципом організації виробничого обладнання є його зручність в експлуатації, забезпечення оптимальної компоновки та підтримка якісного технологічного процесу для проведення регулярних ремонтних робіт. Планування виробничої ділянки та майданчика здійснюється з урахуванням санітарно-технічних норм, що регламентують розміщення виробничого обладнання на підприємствах автомобільного транспорту.

1.7. Розрахунок витрат енергетичних ресурсів

1.7.1. Розрахунок витрат електроенергії

Розрахунок витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюється з урахуванням рівня завантаженості обладнання, коефіцієнта попиту, фактичного річного фонду часу та коефіцієнта змінності. Основні етапи цього процесу включають:

– Рівень активного використання обладнання – показник, що визначає ступінь завантаження технологічного устаткування на виробничій дільниці.

– Коефіцієнт попиту – характеризує середню частку часу, протягом якого обладнання перебуває в активному режимі роботи.

– Фактичний річний фонд часу – це сумарний час експлуатації обладнання протягом року з урахуванням перерв на обслуговування та можливі простої.

– Коефіцієнт змінності – відображає кількість змін, упродовж яких працює технологічне обладнання. Визначається за формулою (1.14)

$$P_a = 12{,}4 \cdot 0{,}11 = 1{,}364 \text{ кВт}$$

Розрахунок річних витрат електроенергії для силового обладнання здійснюється за допомогою відповідної формули (1.15).

Розрахунок річних витрат електроенергії на освітлення проводиться за допомогою наступної формули (1.16).

Визначається за формулою (1.17).

$$P_0 = 0{,}001 \cdot 30 \cdot 108 = 3{,}2 \text{ кВт}$$

$$W_{\text{ос}} = 3{,}2 \cdot 800 \cdot 0{,}8 = 2074 \text{ кВт·год}$$

Розрахунок загальних річних витрат електроенергії здійснюється за допомогою наступної формули (1.18).

$$W_{\text{р}} = 2768{,}9 + 2074 = 4843 \text{ кВт·год}$$

1.7.2. Розрахунок витрат стиснутого повітря

Розрахунок середніх витрат стиснутого повітря для обдування деталей та верстатів проводиться за допомогою наступної формули (1.19).

$$Q_{\text{обд.}} = 0{,}75 \cdot 2 \cdot 0{,}15 = 0{,}225 \text{ м}^3$$

Обсяг річного споживання стисненого повітря визначається за наступною формулою (1.20).

$$Q_{\text{р.с.п.}} = 0.225 \cdot 2030 \cdot 1 = 518{,}2 \text{ м}^3\cdot\text{год.}$$

1.8. Розробка схеми розбирання гідромуфти

Процес розбирання гідромуфти приводу вентилятора виконується відповідно до рисунка 1.2.

Етапи розбирання:

Демонтаж гідравлічної муфти разом із передньою кришкою – трудомісткість операції становить 8,0 люд.-хв.

1. Встановлення гідравлічної муфти приводу вентилятора в зборі з передньою кришкою на спеціальне пристосування для розбирання (використовуючи кран-балку, підвіску або інше необхідне обладнання).

2. Розгинання стопорної шайби: Розігнути вуса стопорної шайби 54 (див. рисунок 2.1) та відкрутити гайку 55 разом із шайбою 54, які фіксують маточину 53 вентилятора. Інструменти: змінна головка 32 мм, гайковий ключ, зубило, молоток.

3. Демонтаж маточини крильчатки: Використовуючи знімач, спресувати маточину 53 крильчатки вентилятора з вала 41 гідромуфти.

4. Зняття шківа генератора: Відкрутити болти 51 з шайбами 50, що кріплять шків 48 приводу генератора, після чого демонтувати його разом із манжетою 49 та прокладкою 47. Інструменти: змінна головка 13 мм, гайковий ключ, лопатка, викрутка 10 мм.

5. Демонтаж втулки манжети: Зняти втулку 52 манжети з вала гідромуфти за допомогою молотка та борідка.

6. Вилучення стопорного кільця: Вийняти внутрішнє пружинне кільце 31, яке утримує підшипник. Для цього знадобляться спеціальні пасатижі для зовнішніх стопорних кілець і викрутка 6,5 мм.

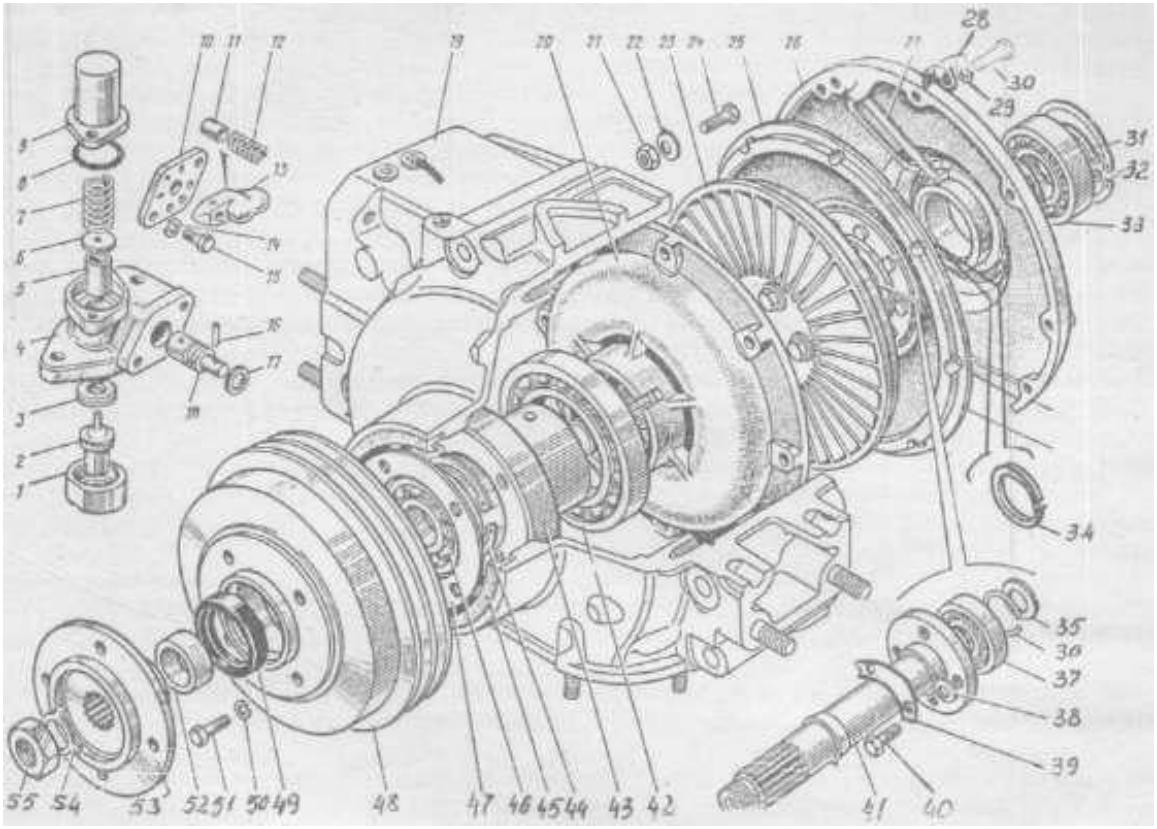


Рисунок 1.2 — Гідромуфта вентилятора з установленою передньою кришкою:

1 - гайка для фіксації термосилового датчика; 2 - термосиловий датчик у зібраному вигляді; 3 - регулювальна шайба; 4 - корпус перемикача в зборі; 5 - золотник перемикача гідромуфти; 6 - шайба для зворотної пружини; 7 - пружина зворотної дії; 8 - ущільнююче кільце корпусу перемикача; 9 - верхня кришка перемикача; 10 - кришка кранової пробки; 11 - фіксатор важеля пробки; 12 - пружина фіксатора; 14, 29, 50 - пружинна шайба; 15 - болт для кріплення кришки; 16 - штифт для важеля; 17 - ущільнювальне кільце пробки; 18 - пробки вмикача; 19 - передня кришка блоку в зборі; 20 - провідне колесо гідромуфти; 21 - гайка; 22, 39, 54 - стопорна шайба; 23 - ведене колесо гідромуфти; 24 - болт для з'єднання ведучого колеса з кожухом; 25 - ведучий вал з кожухом (в зборі); 26 - корпус підшипника; 27 - трубка корпусу підшипника; 28 - покажчик кута випередження упорскування палива; 30 - гвинт кріплення корпусу підшипника; 31, 32 - кільце підшипника; 33 - кульковий підшипник привідного вала; 34 - ущільнююче кільце привідного вала; 35 - обмежувальна шайба вала; 36 - стопорне кільце обмежувача; 37 - задній підшипник веденого вала; 38 - плоска шайба кріпильного болта веденого колеса; 40 - болт веденого вала; 41 - вал веденого колеса; 42 - підшипник вала генератора; 43 - вал шківа генератора; 44 - упорне пружинне кільце; 45 - манжета шківа привода генератора; 46 - передній підшипник веденого вала; 47 - прокладка під шків генератора; 48 - шків генератора; 49 - манжета веденого вала з пружиною; 51 - болт для фіксації шківа;

52 - втулка манжети; 53 - маточина крильчатки вентилятора; 55 - низька гайка для кріплення маточини.

7. Відвернути гвинти 30 зміцнення із шайбами 29 корпуса підшипника й зняти покажчик-28 установки кута випередження упорскування, зняти корпус 26 підшипника в зборі з підшипником 33 з гідромуфти. (Ключ шестигранний, викрутка 10,0 мм, молоток, зубило).

8. Вийняти гідромуфту привода вентилятора в зборі з передньої кришки блоку циліндрів. (Молоток гумовий).

9. Розігнути вуси стопорних шайб, відвернути болти 36 (Рисунок - 1.2) кріплення з гайками 39 і шайбами 38 привідного вала 18 у зборі з кожухом до ведучого колеса 37 і зняти провідний вал з кожухом у зборі. (Молоток, зубило, головка змінна 13 мм, ключ із п. к., ключ гайковий кільцевий 14 мм).

10. Зняти ведене колесо 17 у зборі з веденим валом з вала шківа привода. (Молоток гумовий, верстат слюсарний).

11. Відвернути болти 41 кріплення із шайбами 40 веденого колеса 35 до веденого вала 34. (Молоток, зубило, ключ гайковий кільцевий 13 мм).

12. Спресувати ведене колесо 35 гідромуфти з вала 34. (Оправлення, молоток).

13. Зняти підшипник 33 із заднього кінця вала 34 веденого колеса гідромуфти (Знімач)

14. Відвернути болти 16 кріплення із шайбами 15 ведучого колеса 14 до вала 11 шківа привода генератора. (Головка змінна 13 мм, ключ із п. к.)

15. Нагріти ведуче колесо 14 гідромуфти з валом 11 і підшипником 12 у зборі й зняти привідне колесо 14 гідромуфти з вала 11 шківа привода генератора й масловідбивач. Нагрівати до| температури +100°С, з вересня 1983 р. установлений масловідбивач 740.1318165. (Ванна, кліщі ковальські, молоток бронзовий).

16. Спресувати підшипник 7 з вала 11 шківа привода генератора (Знімач).

17. Спресувати підшипник 12 з вала 11 шківа привода генератора (Знімач).

18. Вийняти упорне кільце 10 із внутрішньої канавки вала 11 шківа привода генератора. (Спеціальні шипці для внутрішніх кілець.

19. Зняти зовнішнє пружинне кільце 27 кріплення підшипника 26

привідного вала. (Спеціальні щипці для зовнішніх кілець).

20. Зняти ущільнювальні кільця 34 (Рисунок - 1.2) із привідного вала, стопорне кільце 36 і обмежувальну шайбу 31. На автомобілях останніх випусків кільця анульовані (Викрутка 6,5 мм)

21. Спресувати підшипник 26 (Рисунок - 1.3) привідного вала із гнізда корпуса 25 підшипника гідромуфти. (Знімач).

22. Спресувати манжету 2 із гнізда шківа 5 привода генератора (Молоток бронзовий).

23. Спресувати манжету 13 із гнізда передньої кришки блоку циліндрів. На автомобілях зі старим масловідбивачем. (Молоток бронзовий).

24. Вивернути шпильки з нарізних сполучень передньої кришки блоку циліндрів. Роботу виконувати при необхідності заміни шпильок. (Пристосування).

Мийка деталей гідравлічної муфти
Трудомісткість - 4,0 люд. хв.

25. Очищення забруднених елементів гідромуфти здійснити шляхом промивання в миючому розчині Лобомід-203 згідно з ТУ 38-10738-80 (використовуючи установку для мийки деталей типу 196М або «Тайфун»).

Дефектування

26. Виконати дефектацію деталей муфти згідно з технологічною картою дефектування.

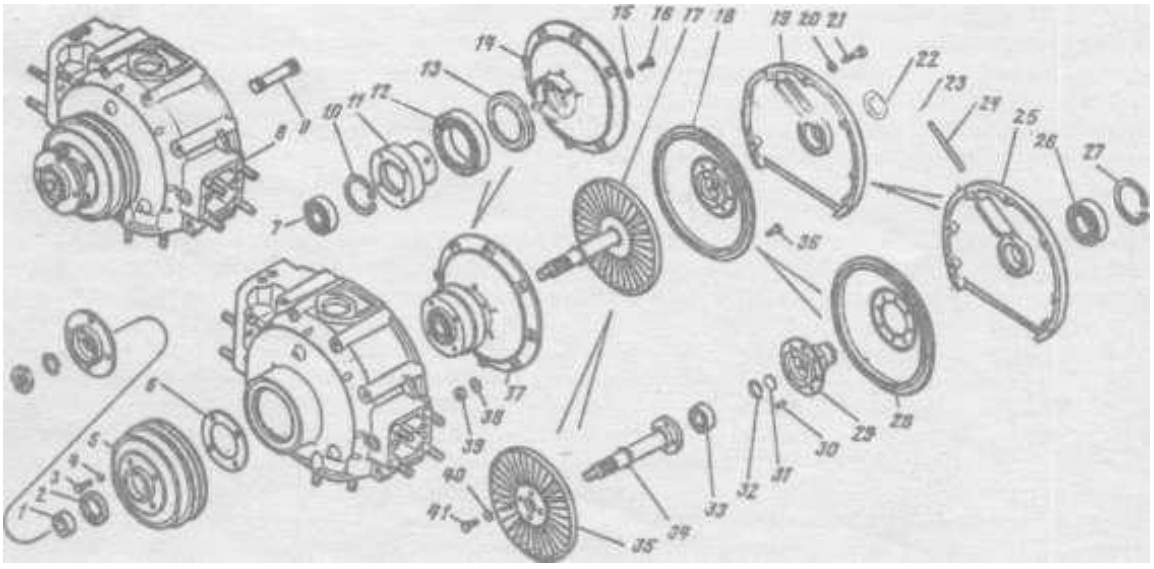


Рисунок 1.3 – Гідравлічна муфта приводу вентилятора:

1 - втулка під ущільнювальну манжету; 2 - манжета в зібраному вигляді; 3, 36, 41 - болти кріплення; 4, 38, 20 - пружинні шайби; 5 - шків; 6 - ущільнювальна прокладка; 7 - передній підшипник; 8 - гідромуфта вентилятора з передньою кришкою (у зборі); 9 - привідний вал

гідромуфти; 10 - кільце ущільнювальне; 11 - вал шківа генератора; 12, 28 - підшипники; 13 - масловідбивач; 14 - привідне колесо; 15, 40 - шайби; 16 - кріпильний болт ведучого колеса; 17 - ведене колесо з валом; 18 - ведучий вал у зібраному стані; 19 - корпус підшипника в зборі; 21 - гвинт; 22 - упорне кільце; 23 - чашкова заглушка; 24 - трубка корпусу підшипника; 25 - корпус підшипника; 27 - кільце для підшипника; 28 - кожух ведучого колеса в зборі; 29 - ведучий вал; 30 - заклепка; 31 - обмежувальна шайба; 32 - стопорне кільце; 33 - задній підшипник; 34 - ведений вал; 35 - ведене колесо; 37 - привідне колесо з валом та підшипниками (в зборі); 39 - гайка.

Структурну схему розбирання гідромуфти представлено на другому аркуші графічної частини проекту. Після виконання ремонтних операцій агрегат обов’язково підлягає стендовій перевірці:

1. Монтаж гідромуфти на стенд для випробування.

Гідромуфта в зборі з передньою кришкою встановлюється на випробувальний стенд за допомогою кран-балки, підвіски та відповідного обладнання.

2. Контроль працездатності вмикача гідромуфти.

Випробування проводяться з використанням дизельного палива марки ДЛ. Робочий тиск у нагнітаючій порожнині повинен становити Рн.п. = 0,7 МПа. Вмикач повинен забезпечувати функціонування вентилятора в трьох режимах:

- Автоматичний режим: підтримання температури охолоджувальної рідини двигуна в діапазоні 80–95 °С. Положення крана — «А». Вентилятор вмикається при нагріванні термосилового датчика до 86–90 °С, і вимикається при його охолодженні до 70–75 °С. Температуру ввімкнення регулюють шляхом добору шайб. Гайку, що фіксує термосиловий датчик, затягують з моментом Мкр = 20–23 Н·м.
- Вимкнений стан вентилятора: положення крана — «О».
- Постійне ввімкнення вентилятора: положення крана — «П». (Усі перевірки виконуються на стенді.)

3. Перевірка герметичності вмикача. Необхідно проконтролювати герметичність усіх з'єднань вмикача при кожному положенні важеля крана. Будь-яке підтікання робочої рідини є неприпустимим.

4. Демонтаж гідромуфти зі стенда. Операція здійснюється за допомогою кран-балки, підвісного механізму та стенда.

Організаційно-інструктивну карту подано на третьому аркуші графічної частини

проекту.

У процесі роботи було проведено модернізацію технологічного процесу ремонту агрегатів у межах майстерні. Розглянуто та обґрунтовано доцільність створення окремої ремонтної дільниці, що забезпечує цільове відновлення агрегатів.

Основні характеристики ремонтної дільниці:

- Загальна трудомісткість ремонтних операцій: 6133 люд.-год, що відповідає 20,4 умовним ремонтам;
- Площа дільниці: 72 м² (розміри: 6 × 12 м);
- Кількість персоналу: 3 працівники;
- Спроєктовано для ремонту агрегатів таких як: двигуни, коробки передач, мости тощо.

Також було розроблено структурну схему розбирання і збирання гідромуфти автомобіля КамАЗ.

1.9. Обґрунтування теми дипломного проекту

Останніми роками ремонт сільськогосподарської та транспортної техніки стає все більш прибутковою сферою, що сприяє появі нових підприємств, які спеціалізуються на ремонті як повнокомплектних тракторів та автомобілів, так і їх окремих вузлів та агрегатів. Активно розвиваються приватні компанії, які, хоча й починають свою діяльність із невеликого обсягу ремонтних робіт, поступово розширюють спектр своїх послуг.

У таких умовах зростає конкуренція, і для забезпечення стабільного прибутку необхідно впроваджувати ефективні методи ведення господарської діяльності. Підприємство, маючи у своєму розпорядженні достатньо потужний, хоча й дещо застарілий, верстатний парк, може значно розширити перелік виконаних ремонтних робіт. Це дозволяє не лише підвищити прибутковість, а й зміцнити свої позиції на ринку ремонтних послуг.

З розвитком сільськогосподарського виробництва трудомісткість ремонтно-обслуговуючих процесів постійно зростає. Водночас масове оновлення машинно-тракторного парку найближчим часом не вимагається, що призводить до збільшення кількості ремонтних робіт та технічного обслуговування, які забезпечуються в центральній ремонтній майстерні.

Однак наявні виробничі потужності майстерні не можуть повністю впоратися з таким навантаженням, залишилася ремонтно-монтажна дільниця надто малою для

обслуговування всього обсягу техніки. У той же час у майстерні, згідно з типовим проектом, передбачено дільницю зовнішнього очищення, яка ніні не використовується. Це відкриває можливості для оптимізації простору та розширення ремонтної зони.

На основі аналізу вихідних даних визначено основні завдання дипломного проекту:

– Розробка технологічного процесу ремонту агрегатів з урахуванням сучасних методів і матеріалів.

– Розрахунок параметрів агрегатної дільниці з вибором необхідного обладнання та обґрунтуванням штатного складу працівників.

– Проектування технологічного плану агрегатної дільниці для ефективної організації робіт.

– Розробка засобів технічного оснащення для підвищення продуктивності та якості ремонту.

– Запровадження заходів із забезпечення безпеки праці слюсарів у майстерні.

– Проведення техніко-економічного обґрунтування проекту з оцінкою його ефективності та рентабельності.

Впровадження запропонованих змін дозволяє значно підвищити якість ремонтних робіт, скоротити час на обслуговування техніки та забезпечити безперебійну експлуатацію машинно-тракторного парку

.

2. ПРОЕКТУВАННЯ Й РОЗРАХУНОК СТЕНДА ДЛЯ РОЗБИРАЛЬНО-СКЛАДАЛЬНИХ ТА ДЕФЕКТУВАЛЬНИХ РОБІТ

Блок-картер є однією з найважливіших деталей двигуна, коробки передач, роздавальної коробки та інших агрегатів. Точність його параметрів безпосередньо впливає на міжремонтний ресурс механізмів і загальну довговічність агрегату. Відповідно до чинних норм і вимог, ця деталь є однією з найскладніших і найбільш трудомістких у ремонті. Під час дефектації блоку необхідно перевірити понад 20 параметрів, на що кваліфікований контролер витрачає приблизно 40 хвилин робочого часу [10].

Дефекти корпусних деталей відзначаються великою кількістю та різноманітністю. Для їх виявлення потрібне спеціалізоване обладнання, іноді доволі складне, яке дозволяє суттєво скоротити допоміжний час завдяки оптимізованій послідовності контрольних операцій.

На багатьох ремонтних підприємствах через відсутність такого обладнання дефектація проводиться неналежним чином. Це призводить до значних фінансових витрат на закупівлю нових деталей або відновлення тих дефектів, які за правильно проведеної дефектації не потребували б ремонту.

Щоб усунути ці недоліки та підвищити якість дефектування, необхідно розробити спеціалізовані стенди для перевірки корпусних деталей.

2.1. Обґрунтування необхідності розроблення запланованої конструкції стенда

Один із ключових способів підвищення ефективності ремонту – це модернізація та впровадження сучасного обладнання, зокрема спеціалізованих пристосувань, верстатів, стендів і контрольно-вимірювальних приладів.

Процес розбирання, складання та дефектації корпусних деталей є складним, трудомістким і тривалим. Для його оптимізації були розроблені та впроваджені різноманітні стенди та допоміжні пристрої. У більшості випадків під час дефектації застосовують стенди, призначені для розбирання та складання, що дозволяє значно підвищити точність і прискорити ремонтні операції. На сьогодні представлено широкий вибір моделей стендів для розбирання та складання двигунів, кожна з яких відрізняється своїми характеристиками, такими як економічність, продуктивність, рівень енергоспоживання тощо.

Патентний пошук з цієї теми було проведено, результати представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. - Довідка про пошук

Предмет пошуку		Сутність рішення, що заявляється, і Мета його створення
		Стенд містить раму з опорою підйомника й приводом, на вихідному валу якого закріплений фланець. Стенд, з можливістю його повороту разом з валом, знімний фланець для кріплення на двигуні із двома фланцями й
		фіксованою засувкою виконаний вигнутим у нижній частині для швидкого зняття й установки двигуна. Мета - підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення часу на установку й зняття двигуна.
Стенд для розбирання – складання двигунів	авторське свідотство SU 1562301 B 60S13/02	Мета винаходу - підвищення безпеки й зручність у роботі. Містить раму зі змонтованим на ній підшипниковою опорою, валом і електроприводом.
Стенд для розбирання й складання двигуна	авторське свідотство SU 1556973 B 60S9/02	У корпусі стенда вмонтований механізм повороту, що складає із черв'ячного редуктора. На одному кінці вала редуктора кріпиться фланець для кріплення двигуна, на іншому - барабан

		з канатом і гвинтовою парою, що утворять прес. Мета винаходу - уніфікація стенда.
Стенд для розбирання й складання двигуна	P012042 SU 412042 B 60S9/02	Стенд містить раму, з електроприводом механізму повороту, черв'ячний редуктор з валом, на кінці якого встановлюється фланець для кріплення двигуна. Стенд постачений автоматичним вимикачем.

Пошук проводився з охопленням періоду в 20 років, що є достатнім для аналізу найбільш близьких за конструктивними рішеннями пристроїв. Найактивнішими розробниками стендів для розбирання та складання двигунів є США та Німеччина.

Патентний аналіз здійснювався у таких напрямках:

– Збільшення продуктивності праці завдяки використанню спеціальних швидкознімних пристроїв.

– Впровадження автоматизованих систем для зниження трудомісткості операцій на стенді.

– Підвищення рівня безпеки під час експлуатації обладнання.

У процесі розробки стенда для розбирання та складання двигунів за прототип було прийнято авторське свідоцтво SU №1698109 A1 [12]. Ця конструкція відзначається простотою у виробництві, зручністю в експлуатації, легкістю технічного обслуговування, оптимальними габаритами та масою, компактністю при транспортуванні, а також певною універсальністю.

2.2. Опис і принцип роботи стенда

Цей винахід належить до обладнання, призначеного для технічного обслуговування та ремонту автотракторних двигунів, зокрема їх розбирання та складання [12].

Основна мета розробки – підвищення продуктивності шляхом скорочення часу, необхідного для встановлення двигуна на стенд.

Стенд (рис. 2.1) містить такі основні компоненти:

– Підстава (1) – базова конструкція стенда.

– Підшипникова опора (2) – забезпечує підтримку та кріплення елементів.

– Черв’ячний редуктор (3) – виконує регулювання руху та положення двигуна.

– Знімний фланець (4) – використовується для фіксації двигуна.

– Фланець стенда (5) – основний елемент кріплення.

– Кран-укосина – включає балансир (6) і електрогайковерт (7) для виконання монтажних робіт.

– Кран-укосина складається з: опори (8), стійки (9), коліна (10), стріли (11) та важеля (12).

– Підшипникова опора (2) кріпиться до основи (1) за допомогою болта (13) і пальця (14).

– У транспортному режимі опора складається і фіксується болтом (15).

Завдяки цій конструкції забезпечується зручність та ефективність проведення ремонтних робіт.

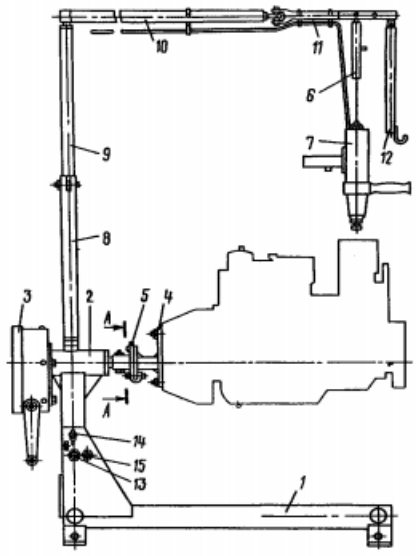


Рисунок 2.1 – Стенд для виконання розбирання та складання двигунів автотракторної техніки: 1 - основа стенда; 2 - опора з підшипником; 3 - редуктор черв'ячного типу; 4 - знімний фланець; 5 - стаціонарний фланець; 6 - балансирна система; 7 - електричний гайковерт; 8 - підтримуюча опора; 9 - вертикальна стійка; 10 - колінчастий елемент; 11 - стріла конструкції; 12 - важіль управління; 13, 15 - кріпильні болти; 14 - фіксувальний палець; 16 - обмежувальний елемент; 17 - палець з’єднувальний; 18 - засовний механізм; 19 - монтажний кронштейн; 20 - пружинний елемент; 21 - опорна частина.

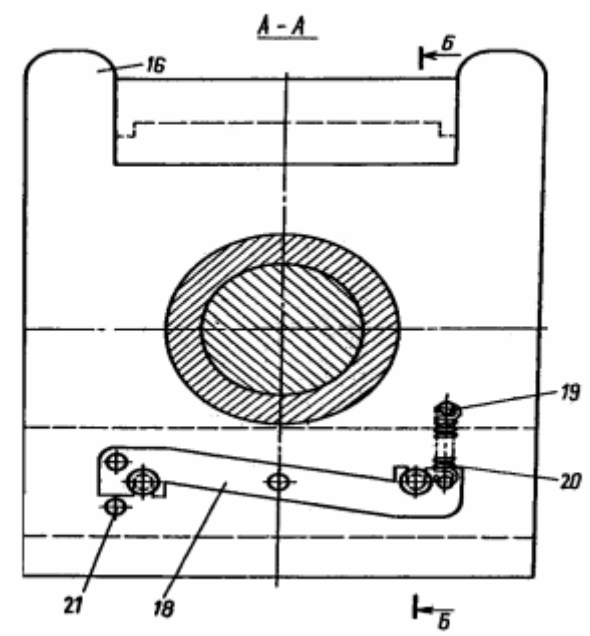


Рисунок - 2.2. - Схема з'єднання кронштейнів

Верхня частина фланця має округлу форму, по краях якої розміщено обмежувальні елементи 16 (див. рис. 2.2).

Між зазначеними обмежниками монтується захват знімного фланця 4 (рис. 2.1). Нижня частина фланця виконана у вигнутій формі та містить два отвори, призначені для фіксації знімного фланця за допомогою пари пальців 17 (рис. 2.3).

Для запобігання випадковому вискакуванню пальців 17 передбачено спеціальний фіксуючий механізм швидкої дії. Він складається з:

– засову 18 (рис. 2.2);
– кронштейна 19;
– пружинного елемента 20;
– опорної деталі 21.

Ця конструкція забезпечує надійність з'єднання та оперативність під час монтажно-демонтажних операцій.

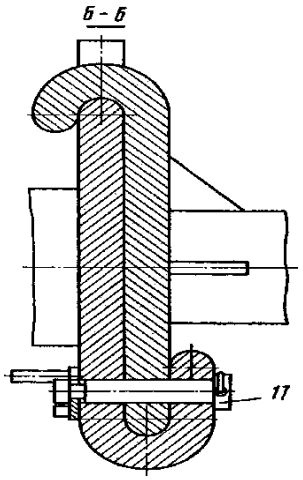


Рисунок - 2.3. - Схема з'єднання кронштейнів Стенд працює в такий спосіб.

Знімний фланець 4 (рис. 2.1) закріплюється на двигуні, після чого за допомогою піднімального пристрою двигун встановлюється на стенд так, щоб захват знімного фланця 4 охоплював округлену грань фланця 5, розташувавшись між обмежувальними елементами 16 (рис. 2.2). У результаті цього отвір фланця знімного 4 (рис. 2.1) збігається з отвором фланця 5 стенда.

Пальці 17 (рис. 2.3) вставляються у відповідні отвори і фіксуються за допомогою засову 18 (рис. 4.2).

Далі, за допомогою черв'ячного редуктора, двигун обертається в таке положення, яке зручне для проведення робіт.

Для дефектаційних робіт використання гайковерта не є необхідним, тому цю частину конструкції стенда можна демонтувати. У разі потреби, будуть розроблені перехідні плити (фланці) для фіксації різних корпусних деталей.

2.3. Міцнісні розрахунки стенда

2.3.1. Розрахунок труби з’ємного фланця

Знімний фланець слугує для з'єднання двигуна з фланцем стенда. Він являє собою трубчастий елемент, на одному кінці якого закріплена спеціальна пластина, що забезпечує надійне кріплення до фланця стенда, встановленого на валу підшипникової опори. На протилежному кінці конструкції приварено фланець із монтажними отворами, які призначені для фіксації до кожуха зчеплення блоку двигуна (рис. 2.4).

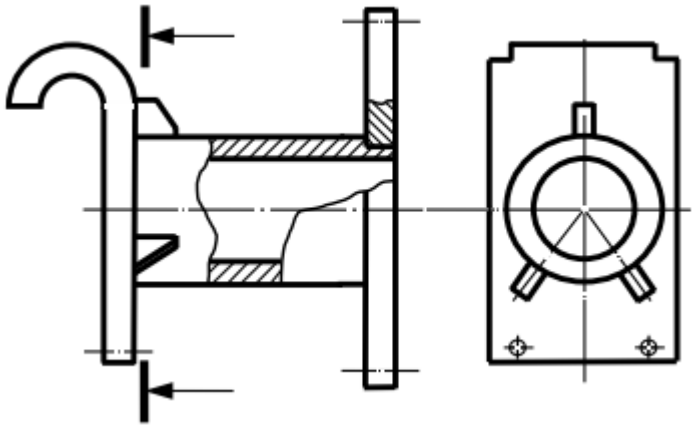


Рисунок - 2.4. - Фланець зємний

Блок двигуна обрано через його найбільшу масу серед компонентів. Однак розрахунки виконуватимуться з урахуванням загальної маси двигуна, оскільки цей стенд може використовуватися як для розбирання, так і для складальних робіт.

Цей фланець функціонує як консольна балка, оскільки один його кінець жорстко закріплений, а на інший діє сила, еквівалентна вазі блоку двигуна.

Розглянемо ситуацію, коли на стенд встановлюється блок двигуна ЯМЗ, маса якого становить m = 955 кг. Найкритичнішим є переріз А-А, оскільки він розташований на максимальній відстані від центру мас двигуна. Для цього перерізу необхідно визначити згинальний момент за формулами (2.1-2.2)[13, 14].

Згідно з цим, сила ваги двигуна та згинальний момент в небезпечному перерізі можна визначити за відповідними розрахунками:

$$G_{\text{дв}} = 955 \cdot 9{,}81 = 9368{,}6 \text{ Н}$$

$$\text{М}_{\text{зг}} = 0{,}675 \cdot 9368{,}6 = 6320{,}7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Критерій міцності балки при згинанні за формулами (2.3-2.4)[16].

$$31{,}61 = \frac{0{,}05d^4}{10}(1 - (\frac{d_0}{d})^4)$$

$$1 - \left(\frac{d_0}{d}\right)^4 = 0{,}63$$

$$\frac{d_0}{d} = \sqrt[4]{1 - 0{,}63} = 0{,}77$$

$$d_0 = d \cdot 0{,}77 = 10 \cdot 0{,}77 = 7{,}7 \approx 8 \text{ см}$$

Вибираємо трубу розміру 80 х 100 згідно з ГОСТ 8734-78.

На рисунку 2.5 показана схема навантаження фланця та епюра

згинальних моментів.

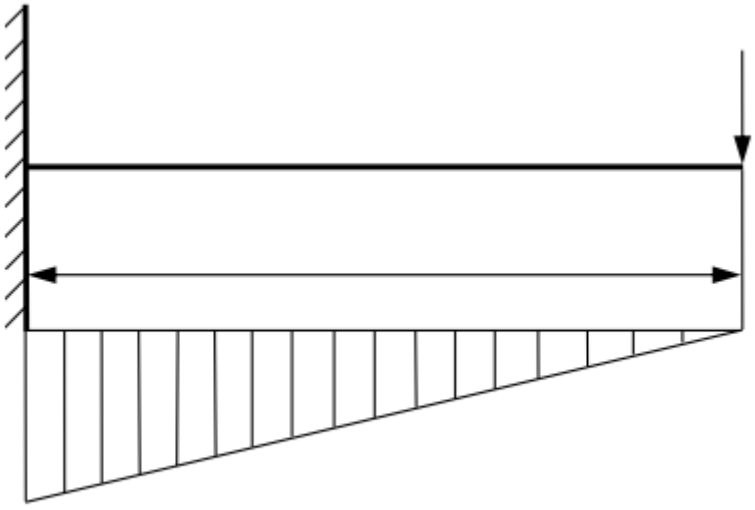


Рис 2.5. - Схема навантаження й епюра згинальних моментів фланця

2.3.2. Розрахунок зварного шва

Труба фланця з особливою косинкою та захватом з'єднана методом зварювання (рис. 3.6). Обидва зварні шви мають однакову конструкцію, однак шов, що з'єднує трубу з пластиною, піддається більшим навантаженням через вплив згинального моменту. Тому розрахунок необхідно виконати саме для цього з'єднання.

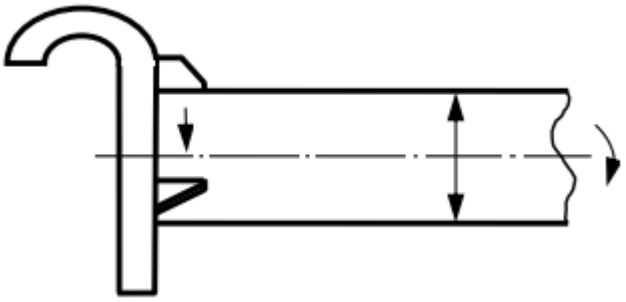


Рис 2.6. - Схема зварного шва

На розглянутий зварний шов діють згинальний момент M_i та сила зрізу F. Напруження в шві визначаються за допомогою формули (2.5) [14].

$$[\tau] = \frac{0,5}{0,7[\sigma]} = 140 \text{ МПа}$$

Напруження, що виникають у зварному шві під дією сили F, визначаються за формулою (2.6) [14].

$$l = 2\pi R = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0.1}{2} = \frac{0,628}{2} = 0,314 \text{ м}$$

Напруження, що виникають від згинального моменту, визначаються за формулою (2.7) [16].

Тоді маємо наступний вираз (2.8).

$$\frac{6 \cdot 6323,7}{2 \cdot 0,0985 \cdot 0,7 \cdot k} + \frac{9368,6}{2 \cdot 0,314 \cdot 0,7 \cdot k} \leq 140 \cdot 10^6$$

$$\frac{275142,85}{k} + \frac{21311,64}{k} \leq 140 \cdot 10^6$$

$$\frac{0,296454 \cdot 10^6}{k} \leq 140 \cdot 10^6$$

$$0,296454 \leq 140 \cdot k$$

$$k = 0,002 \text{ м}$$

Вважаємо, що k =5 мм, отже, катет зварного шва становить 5 мм.

2.3.3. Розрахунок з'єднання зємного фланця й фланця стенда

Після фіксації фланця до кожуха зчеплення двигун встановлюється на стенд. На це з'єднання діє сила, що дорівнює вазі двигуна, створюючи згинальний момент відносно плеча l. У точках А та В виникають реакційні сили RA і RB. Схема навантаження та розподілу сил представлена на рисунку. реакції представлені на рис 2.7.

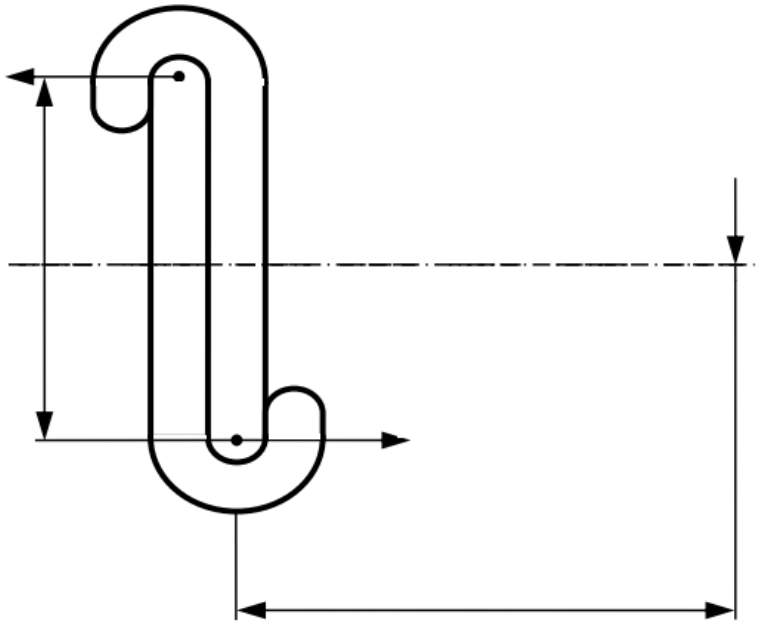


Рис 2.7. - Схема навантаження з'єднання

Система знаходиться в рівновазі, якщо виконується таке рівняння (2.9 – 2.10).

$$M_u = 9368,6 \cdot 0,685 = 6417,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вважаємо $B = 23 = 0,23$ м висота пластин, тоді розраховуємо за формулою (2.11).

$$R_\text{A} = R_\text{B} = \frac{M_u}{B} = \frac{6417,49}{0,23} = 27902,13 \text{ Н}$$

Розглянемо сили, що діють на вигнуті кінці фланця (Рисунок 2.8). Згинальний момент у точці 2 визначається за такою формулою (2.12).

$$M_2 = 27902{,}13 \cdot 0{,}0055 = 153{,}46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

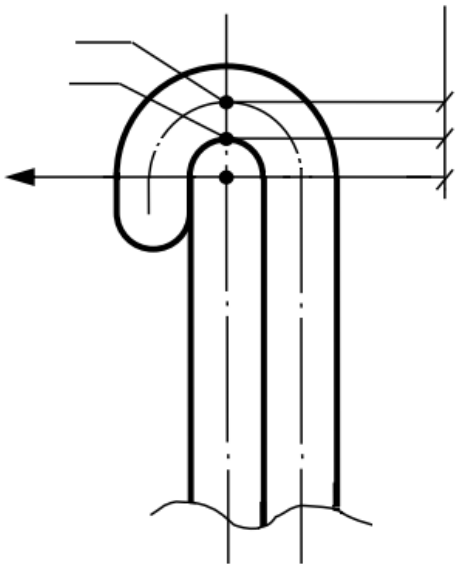


Рис 3.8. - З'єднання фланців

Умова для забезпечення міцності при вигині, визначаємо за такою формулами (2.13-2.14) [16].

$$\mathrm{W_u} = \frac{0{,}15 \cdot 100}{6} = 2{,}5 \text{ м}^3$$

Розглянемо перевірку виконання умови:

$$\sigma_u = \frac{153{,}46}{2{,}5} = 61{,}38 \text{ МПа}$$

$$61{,}38 \leq 200$$

Умова міцності викоіється.

Обчислення нижньої частини фланців здійснюється за аналогічним принципом, тому в цьому випадку він не вказаний.

2.3.4. Розрахунок механізму повороту

Вал поворотного механізму слугує для передавання обертового моменту від черв'ячного редуктора до електродвигуна, а також для фіксації двигуна на випробувальному стенді. Оскільки вал піддається як вигину, так і крутінню, необхідно виконати відповідні розрахунки. Для цього розглянемо навантажувальну схему вала (див. рис. 2.9).

Щоб визначити згинальний момент, складемо рівняння моментів відносно заданих точок конструкції, формула (2.15).

Складімо рівняння моментів відносно точки А, формула (2.16).

$$-R_B \cdot 0{,}16 + 9368{,}6 \cdot 1{,}055 = 0$$

$$R_B = \frac{9883,87}{0,16} = 61774 \text{ Н}$$

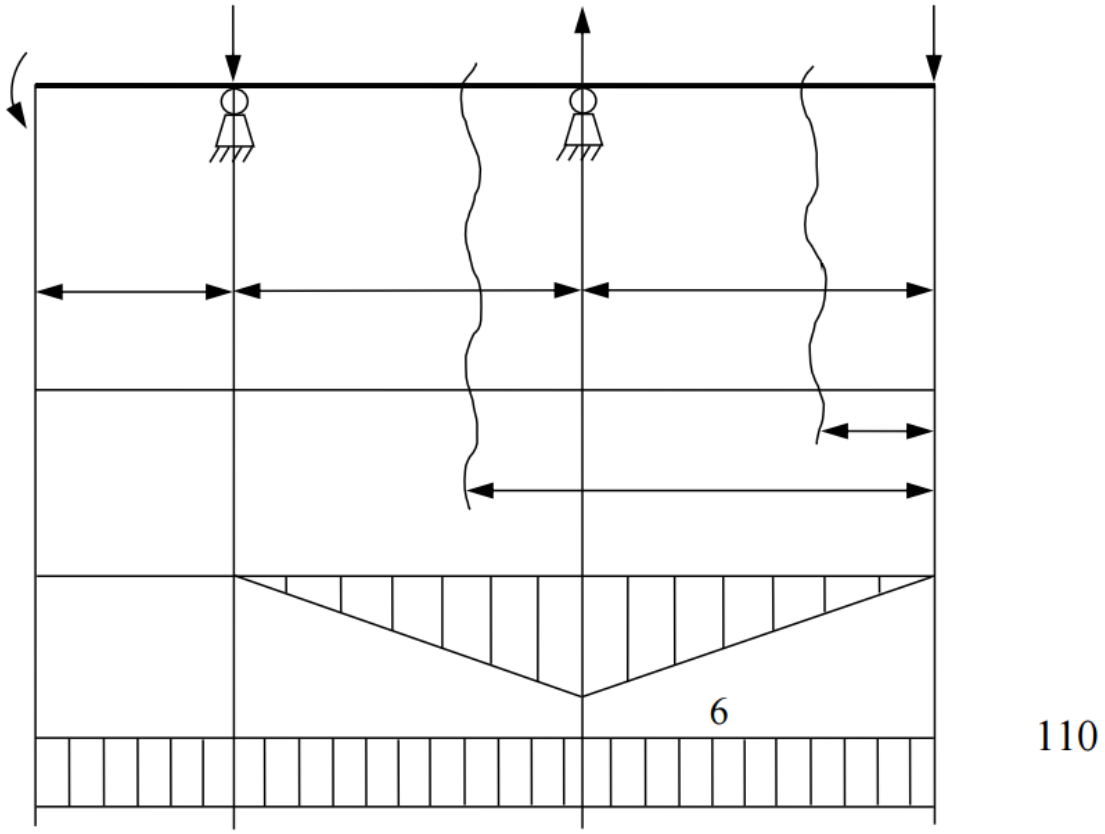


Рисунок 2.9 — Навантажувальна схема вала та епюри згинального і крутного моментів.

Розрахуємо реакцію в точці А, використовуючи відповідне рівняння (2.17).

$$-R_A + R_B - G_{\text{дв}} = 0$$

$$R_A = R_B - G_{\text{дв}} = 61774 - 9368,6 = 52405,5 \text{ Н}$$

Згинальний момент у точці *У* обчислимо за допомогою методу січень.

Розглянемо перший переріз:

$$0,675 \le x \le 0,695$$

$$M_B = G \cdot 0,695 = 9368,6 \cdot 0,695 = 6511 \text{ Н}$$

$$0 \le M \le 6511$$

Перейдемо до другого перерізу, щоб визначити згинальний момент у відповідній ділянці:

$$0,695 \le y \le 1,055$$

$$M_B = G \cdot y - R_B \cdot 0,16 = 9368,6 \cdot 1,055 - 61774 \cdot 0,16 = 0$$

Спираючись на умову міцності при вигині, визначимо попередній діаметр вала, використовуючи формулу (2.18) [13, 14]:

$$\frac{M_u}{0,05d^4 \cdot d} = [\sigma] = \frac{6511}{0,05d^3} = 250 \cdot 10^6$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{6511 \cdot 0{,}05}{250 \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{1{,}3 \cdot 10^{-6}} = \sqrt[3]{0{,}13 \cdot 10^{-5}} = 10^{-1}\sqrt{0{,}13}$$

$$d \geq 0{,}10$$

Приймаємо діаметр вала d=11d = 11d=11 мм як попереднє значення для подальших розрахунків.

Визначимо переріз вала в зоні встановлення з'єднувальної муфти. Крутний момент, що діє на вал, приймається рівним моменту опору, створюваному підшипниками під час обертання, згідно з формулою (2.19) [15].

Оскільки діаметри посадочних місць для встановлення підшипників наразі невідомі, необхідно попередньо виконати розрахунок параметрів підшипників для цього валу.

2.3.5. Підбір підшипників

У даному випадку доцільно використати підшипники ковзання, оскільки швидкість обертання вала є невеликою, тоді як статичне навантаження — значним.

Як матеріал для вкладишів обрано бронзу марки БрОФ 10-1, яка ефективно працює за умов низьких швидкостей обертання та високих питомих навантажень.

Розрахунок підшипників, як правило, виконують з урахуванням допустимого питомого тиску на поверхні вкладиша. Для підшипників ковзання цей показник приймається відповідно до [15], за формулами (2.20-2.21).

$$[P] \geq 10\ МПа$$

$$l \geq \frac{61774}{0{,}115 \cdot 10^7} = 0{,}053 \text{ м}$$

Для подальших розрахунків приймаємо довжину підшипника l =55 мм.

2.3.6. Підбір редуктора

З огляду на невисоку швидкість обертання вала та необхідність передачі руху в одному напрямку, доцільно застосувати черв'ячний редуктор.

Крутний момент, що передається з редуктора на вал, визначається за наступною формулою (2.19).

$$\mathrm{T_{кр}} = (61774 + 52405{,}5) \cdot 0{,}2 \cdot \frac{0{,}115}{2} = \frac{22835{,}93 \cdot 0{,}115}{2} = 1313{,}066 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Значення крутного моменту, що діє на черв'ячному валу, розраховується за відповідною залежністю (2.22).

Відповідно до нормативних даних [18], максимальна допустима частота обертання рукоятки не повинна перевищувати $n = 50$ об/хв.

Для забезпечення комфортних умов експлуатації приймаємо частоту обертання рукоятки $n = 30$ об/хв., що відповідає лінійній швидкості $v = 0{,}7$ м/с.

З урахуванням цього обираємо передатне число редуктора $i = 30$.

$$\mathrm{T_ч} = \frac{1313{,}066}{30 \cdot 0{,}7} = 54{,}71\ \mathrm{Н \cdot м}$$

На основі отриманих розрахункових даних обрано тип редуктора — черв'ячний редуктор моделі ЧДП 180/360 [18], який має передатне число $i = 30$.

Згідно з умовами роботи, частота обертання рукоятки складає $n = 30$ об/хв., що відповідає лінійній швидкості $v = 0{,}7$ м/с.

2.3.7. Підбір муфти

Для з'єднання вихідного вала редуктора з валом стенда доцільно використати муфту. У даному випадку обираємо фланцеву муфту, яка здатна передавати значні крутні моменти між валами діаметром до 200 мм.

Крутний момент на валу стенда становить $\mathrm{T_{кр}} = 1313{,}066\ \mathrm{Н \cdot м}$.

Для визначення необхідного посадкового діаметра вала скористаємося розрахунковою формулою, наведеною у джерелах (2.23) [13, 14].

$$d = \sqrt[3]{\frac{1313{,}066}{0{,}2 \cdot 250 \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{26 \cdot 10^{-6}} = 0{,}029\ \text{м}.$$

Отримуємо, що діаметр вала становить 30 мм.

Діаметр вихідного вала редуктора також дорівнює 30 мм.

Обираємо муфту типу МФО 1-30 відповідно до стандарту 2726-61 ГОСТ 2524-96 [14].

2.3.8. Розрахунок шпонкових з'єднань

З'єднання між валом, муфтою та вихідним валом редуктора виконується за допомогою призматичних шпонок. Їхній розрахунок проводиться на основі напруги зминання, що залежить від переданого крутного моменту. Передача моменту здійснюється через вузькі бічні грані шпонки, які зазнають дії напруги зминання $\sigma_{\text{див}}$ і напруги зрізу $\tau_{\text{порівн.}}$. Для забезпечення надійності з'єднання проводиться розрахунок шпонки за цими двома параметрами.

Довжина шпонки визначається на основі міцності на зминання [14] за наступною формулою (2.24- 2.25).

Допустиме напруження на зминання приймається рівним 150 МПа.

$$l_p = \frac{4 \cdot 1313{,}066}{0{,}007 \cdot 0{,}03 \cdot 150 \cdot 10^6} = 0{,}016\ \text{м}$$

Розрахуємо довжину шпонки на основі умови міцності на зріз, за формулою (2.26-2.27) [15].

$$l_p = \frac{2 \cdot 1313{,}066}{0{,}008 \cdot 0{,}03 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0{,}025 \text{ м}$$

Обираємо призматичну шпонку [18] з такими параметрами:

$b = 8$ мм;

$h = 7$ мм;

$l_p = 25$ мм.

У цьому розділі розроблено стенд, призначений для виконання розбирально-складальних і дефектувальних операцій з корпусними деталями. Конструкція фланця на стенді є універсальною, що забезпечує можливість ремонту різноманітних агрегатів. Використання цього стенду дозволяє знизити трудомісткість ремонтних робіт на 12–18% і помітно підвищити їхню якість.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Організація та стан охорони праці в господарстві

Уся діяльність підприємства організована відповідно до чинних нормативно-правових актів з охорони праці, що регламентують створення безпечних умов праці, захист працівників від шкідливих та небезпечних виробничих чинників і забезпечення дотримання трудового законодавства. Серед основних документів: Кодекс законів про працю України, Закон України «Про охорону праці», державні санітарні норми та правила, правила безпечної експлуатації обладнання, а також інші нормативні документи, що стосуються галузей сільського господарства й тваринництва.

Господарство не лише виконує вимоги чинного законодавства, а й активно впроваджує сучасні методи організації безпечного виробничого процесу. Регулярно проводяться інструктажі з техніки безпеки для всіх працівників – як нових, так і тих, хто вже працює в господарстві. Особливу увагу приділено ділянкам, де здійснюється обробіток ґрунту, збір урожаю, догляд за тваринами та робота з сільськогосподарською технікою. Працівники ознайомлені з нормативно-правовими актами, їм надаються роз’яснення щодо правильного застосування вимог безпеки на практиці. Це супроводжується підписанням журналів інструктажів, перевірками знань та практичним навчанням щодо експлуатації обладнання.

На підприємстві впроваджено систему контролю за дотриманням вимог охорони праці, аналізуються потенційні ризики, розробляються та впроваджуються заходи для їхнього зменшення. Такий підхід дозволяє створити безпечні та комфортні умови праці, знизити рівень виробничого травматизму та підвищити загальну ефективність виробництва.

Відповідальність за дотримання вимог охорони праці покладена на директора госпдарства Клименка І.П., який здійснює загальний контроль за безпекою в усіх процесах. Згідно з наказом по господарству, фахівцем з охорони праці призначено Димченко Т.В., яка координує відповідні заходи, проводить навчання персоналу, контролює виконання нормативних вимог і розробляє профілактичні дії для запобігання травматизму. Для системного підходу до навчання та перевірки знань розроблено і затверджено регламент «Порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», що регламентує вимоги до навчання, його періодичність і контроль рівня підготовки працівників.

Усі працівники підприємства до початку виконання посадових обов’язків проходять

вступний інструктаж з охорони праці, який знайомить їх із основними правилами безпеки, можливими ризиками та заходами їх попередження. Не рідше одного разу на пів року проводиться повторний інструктаж для оновлення знань працівників і ознайомлення з можливими змінами в нормативних документах. Працівники, що виконують роботи з підвищеною небезпекою, проходять цільовий інструктаж перед початком таких робіт. Для ефективного проведення інструктажів у господарстві діють докладні інструкції з охорони праці, які містять чіткі правила безпечного виконання робіт.

Працівники підприємства забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до чинних нормативів. Видача засобів здійснюється на підставі розпоряджень та наказів керівництва. Також на робочих місцях передбачено засоби колективного захисту, використання яких регламентується нормативно-технічною документацією, що підвищує загальний рівень безпеки працівників.

На підприємстві дотримуються встановлених санітарно-гігієнічних норм, періодично проводяться профілактичні та протиепідемічні заходи для запобігання захворюванням серед персоналу. У випадках виникнення нещасних випадків або професійних захворювань проводиться їх офіційне розслідування згідно з чинними нормативними процедурами. Всі події фіксуються в облікових документах.

Фінансування всіх заходів з охорони праці здійснюється за рахунок коштів підприємства, що гарантує належні умови праці для співробітників. Дотримання вимог охорони праці контролюється державними органами, а також власною системою внутрішнього моніторингу. Такий підхід забезпечує постійний контроль стану охорони праці та своєчасне усунення виявлених недоліків.

3.2 Інструкція по безпечній роті на стенді для дефектувальних робіт

До роботи на дефектувальному стенді допускаються лише ті працівники, які пройшли медичний огляд і визнані придатними до виконання відповідних завдань. Вони мають бути ознайомлені з технічною документацією стенда, пройти навчання з правил його безпечної експлуатації, отримати відповідний інструктаж з техніки безпеки та володіти необхідними навичками. Перед початком роботи працівник зобов’язаний оглянути стенд на предмет технічної справності, переконатися у відсутності дефектів або пошкоджень, підключити пристрій до електромережі та перевірити його функціональність.

Під час експлуатації стенда необхідно дотримуватись вимог безпечної роботи, викладених в інструкції. Працівник повинен користуватися засобами індивідуального

захисту, такими як захисні окуляри та рукавиці, уникати перевантаження обладнання та забезпечити обмеження доступу сторонніх осіб до робочої зони.

Приміщення, у якому розміщено дефектувальний стенд, повинно бути обладнане відповідним рівнем освітлення, мати ефективну систему вентиляції, підтримувати чистоту й сухість, а також забезпечувати безперешкодний доступ до робочої зони. Усі ці умови є важливими для створення безпечного середовища праці.

Особлива увага приділяється дотриманню вимог електробезпеки. Дефектувальний стенд має бути надійно заземлений, а електропроводка — перебувати у справному стані та відповідати вимогам технічної безпеки. До роботи дозволяється використовувати лише сертифікований електроінструмент та спеціальні пристосування. Обов’язковим є уникнення контакту електрообладнання з водою.

У сфері пожежної безпеки передбачено, що у приміщенні, де експлуатується стенд, повинні бути наявні засоби первинного пожежогасіння. Усі працівники повинні дотримуватись встановлених норм пожежної безпеки, а на робочому місці забороняється зберігати легкозаймисті або вибухонебезпечні матеріали.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки праці під час роботи на дефектувальному стенді покладається на керівника робіт. У разі порушення правил охорони праці працівники несуть дисциплінарну відповідальність згідно з чинним законодавством України.

Стан охорони праці в господарстві загалом оцінюється як задовільний. Водночас виявлено два напрями, які потребують вдосконалення. По-перше, необхідно довести рівень охорони праці в ремонтній майстерні до нормативних вимог. По-друге, слід посилити контроль за дотриманням працівниками вимог безпеки. Упровадження розробленого дефектувального стенду сприятиме підвищенню як безпеки, так і ефективності виконання робіт.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

В умовах динамічного розвитку ринку сільськогосподарської продукції, ставить за мету підвищення конкурентоспроможності та ефективності своєї діяльності. Досягти цього можна шляхом запровадження інноваційних технологій, оптимізації виробничих процесів і розширення ринків збуту.

Техніко-економічний аналіз є ключовим інструментом, що дає змогу оцінити доцільність впровадження нових проєктів і залучення інвестицій, а також сприяє ухваленню обґрунтованих управлінських рішень.

Метою цього дослідження є проведення техніко-економічної оцінки запропонованого проєкту для господарства. Це дозволить визначити його економічну ефективність, рівень рентабельності та очікуваний період окупності інвестицій.

Вихідні дані для розрахунків подано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні данння проекту

Показники	Позначення показників	Значення показників
Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем.	Q	20, 4
Штат робітників за основним місцем роботи, чол	$К_{пр}$	3
Заробітна плата виробничих робітників, грн.	$ЗП_{ср}$	15000,00
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	$Б_{пр}$	1200000,00
Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год.	$Q_{ел}$	23600
Вартість однієї кВт/години, грн.	$Ц_{ел}$	6,00
Вартість одного умовного ремонту, грн.	$Ц_{ум. рем.}$	33300,00

Для оцінки економічної ефективності дипломного проєкту необхідно розрахувати такі ключові показники: загальну вартість виконаних ремонтних робіт, операційні витрати та період повернення інвестованих коштів [19]:

2. Щоб розрахувати вартість виконаних ремонтних робіт $В_{пр}$, можна застосувати формулу (4.1), грн.

$$В_{пр} = 20{,}4 \cdot 66200{,}00 = 1350480{,}00 \text{ грн.}$$

2. Експлуатаційні витрати, пов'язані з керуванням господарством і обслуговуванням виробничого процесу, розраховуються за формулою (4.2).

3. Зарплата виробничих робітників розраховується за фомулою (4.3).

$$ЗП = 15000 \cdot 3 \cdot 12 = 540000{,}00 \text{ грн}$$

4. Амортизація будівель і обладнання розраховується за формулою (4.4).

$$А = \frac{1200000{,}0 \cdot 21{,}93}{100} = 263160{,}00 \text{ грн}$$

5. Витрати на електроенергію розраховуються за формулою (4.5).

$$В_{ел} = 23600 \cdot 6{,}00 = 141600{,}0 \text{ грн}$$

6. Витрати на ремонтні матеріали, які зазвичай складають 30% від амортизаційних витрат зораховується за формулою (4.6).

$$В_{рем} = \frac{263160{,}00 \cdot 30}{100} = 78948{,}00 \text{ грн}$$

7. Інші невраховані витрати приймаються рівними 3% від загальних витрат на експлуатацію, розраховуємо за формулою (5.7).

$$ІВ = \frac{(540000{,}00 + 263160{,}0 + 141600{,}0 + 78948{,}0) \cdot 3}{100} = 30711{,}0 \text{ грн}$$

8. Загальна сума експлуатаційних витрат, розраховується так:

$$ЕВ = 540000{,}00 + 263160{,}0 + 141600{,}0 + 78948{,}0 + 30711{,}0 = 1054419{,}0 \text{ грн}$$

9. Собівартість ремонтних робіт з урахуванням коефіцієнта 1,02, розраховуємо за формулою (4.8).

$$ПС = 1054419{,}0 \cdot 1{,}02 = 1075507{,}0 \text{ грн}$$

10. Річний прибуток від ремонтних робіт розраховується як різниця між доходом та витратами, розраховуємо за формулою (4.9).

$$П = 1350480{,}0 - 1075507{,}0 = 274972{,}0 \text{ грн}$$

11. Рентабельність підприємства, розраховуємо за формулою (4.10).

$$Р = \frac{П \cdot 100}{ПС} = \frac{274972{,}0 \cdot 100}{1075507{,}0} = 25{,}6\% \qquad (4.10)$$

12. Термін окупності додаткових капіталовкладень, розраховуємо за формулою (5.11).

$$Т_о = \frac{Б}{П} = \frac{1200000{,}0}{274972{,}0} = 4{,}4 \text{ роки} \qquad (4.11)$$

Результати економічної оцінки проєкту підтверджують його доцільність, оскільки рівень рентабельності ремонтних робіт становить 25,6 %, а період повернення інвестицій наближається до 5 років.

ВИСНОВОК

Аналіз роботи ремонтної служби агрофірми виявив низку проблем, що негативно впливають на ефективність ремонту. Основними недоліками є низький коефіцієнт готовності техніки, спричинений її зношеністю, неналежним доглядом, відсутністю дієвої діагностики та нераціональною організацією ремонтного процесу. У результаті сільськогосподарська техніка, яка проходить ремонт у майстерні, не демонтується належним чином, що сприяє передчасному зносу деталей. До того ж, складна система проведення ремонтів, де капітальні та планові роботи виконуються лише в центральній майстерні, ще більше ускладнює ситуацію.

Було прийнято рішення модернізувати технологічний процес ремонту техніки, щоб підвищити рівень її готовності та продовжити термін експлуатації.

Виявлені основні проблеми в роботі ремонтної служби:

– Технічне обслуговування виконується хаотично, без чітко встановленого графіка та контролю часу безвідмовної роботи машин.

– Діагностика та обслуговування проводяться без належної організації, що призводить до затримок та накопичення техніки, яка потребує ремонту.

– Майстерня використовується лише на 70% своєї потужності, що свідчить про неефективне планування робіт.

Для вирішення цих проблем були проведені відповідні розрахунки та розроблено:

– Спеціалізовану агрегатну ділянку для ремонту;

– Визначено оптимальну кількість працівників — 3 особи, які забезпечуватимуть виконання ремонтних робіт у річному обсязі 20,4 умовних ремонтів із загальною трудомісткістю 6133 люд./год.;

– Агрегатна ділянка розміщена у приміщенні, призначеному для підготовки техніки до ремонту, із площею 72 м² (6×12 м);

– Створено спеціальні пристрої для обробки дефектних деталей, що дозволить значно знизити фізичні навантаження на робітників і підвищити продуктивність праці.

Додатково проведено розрахунки для оцінки можливості впровадження роботизованих технологій, що в майбутньому дозволить підвищити автоматизацію ремонтних процесів у сільськогосподарському секторі. Розроблений стенд може ефективно застосовуватися в ремонтних майстернях, у тому числі в невеликих сервісних центрах, що

спеціалізуються на ремонті вантажного транспорту, а також на тракторних підприємствах та в тракторних парках.

Впровадження розроблених заходів щодо забезпечення безпеки та дотримання гігієнічних норм значно покращує умови праці робітників, сприяє підвищенню продуктивності та якості виконуваних ремонтних робіт. У процесі реалізації цих заходів було розроблено комплекс вимог щодо безпечної експлуатації проектованого стенду.

Проведена економічна оцінка підтверджує доцільність впровадження проекту: рентабельність ремонтних робіт становить 25,6%, а термін окупності вкладених інвестицій складає приблизно 5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102„ Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва", освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр", „спеціаліст", „магістр" / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.І. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя – Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2014. – 127 с.

2. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 480 с.

3. Сидашенко О.І. та інші Ремонт машин. - К.: Урожай, 1994. – 134с.

4. Курсове та дипломне проектування з ремонту машин (Під ред. А.П. Смелова – 3-е вид.) – К.: Урожай, 2004 – 192 с.

5. Авдєєв М.О., Воловик Є.Л., Ульман І.Є. Технологія ремонту машин та обладнання. – К.: Вища школа, 1996 – 247с.

6. Бендицький Е.Я. Технічне обслуговування колісних тракторів / Бендицкий Э.Я. - К.: Наука, 2003. - 124 с.

7. ДСТУ 2498-94. Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення, Введ. 01.07.95, - 22 с.

8. ДСТУ 321-96. Система конструкторської документації. Терміни та позначення основних понять. Введ. 01.01.97, - 18 с.

9. ДСТУ 2413-94. Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення, Введ. 01.01.95, - 28 с.

10. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / Джигирей В.С. – Київ. Знання. – 2000. – 205 с.

11. Запольський А.К. Основи екології. Підручник / Запольський А.К. – К: Вища школа, 2001. – 358 с.

12. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю. – К.:Вища школа, 1996, - 384 с.

13. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю. -К.:Вища школа., 1993, – 288 с.

14. Канарєв Ф.М. Охорона праці: Навчальний посібник / Канарєв Ф.М., Переточин М.О., Гряник Г.М. – К.: Урожай, 2002. – 286 с.

15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / Лехман С.Д. - К.:Урожай, 1993. – 273 с.

16. Неткачов Г.В. Організація технічного обслуговування машин у господарстві / Неткачов Г. В. - К., "Урожай", 2001. -192 с.

17. Охорона грунтів: Навч. посіб. / М.К.Шикула, О.Ф.Ігнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. – К.:Т-во “Знання”, КОО, 2001. – 398 с.

18. Охорона праці в сільському господарстві. Довідник. К.Агросвіт – 2000. –214 с.

19. Попов Г.О. Ремонт шасі тракторів / Попов Г.О. - К.: Техніка, 2005. – 207 с.

20. Довідник з експлуатації та регулювання сільськогосподарських машин. – К.: Вища школа, 2000, 280 с.

21. Артюх С.Ф. Реалізація системного підходу під час аналізу педагогічної діяльності / Артюх С.Ф., Коваленко Є.Е. // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2000. –№1. – С. 26-34.

22. Методика визначення економічної ефективності капітальних вкладень. Х.: Машинобудування, – 1998.– 31 с.

23. Апальков І.Є. Економіка, організація та планування сільськогосподарського виробництва / Апальков І.Є., Смірнов А.С. – К.: Урожай, – 1998 г. – 342 с.