

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри надійності техніки,
к.т.н., доц. _____ Новицький А.В.
(підпис) (ПБ)
“ ____ ” _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему Розробка конструкції установки для
відновлення деталей зернозбиральних комбайнів в
умовах ремонтної майстерні ТОВ «Кузьминецьке»
Вінницької області

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

_____ д.т.н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Булгаков В.М.
(підпис) (ПБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н., доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Попик П.С.
(підпис) (ПБ)

Виконав

(підпис)

_____ Вербовий О.П.
(ПБ студента)

Київ - 2026 р.

_____ Вербовий О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	8
1.1. Аналіз використання МТП господарства	8
1.2 Напрямки удосконалення роботи МТП та РОБ	12
1.3 Аналіз організації ремонту і технічного обслуговування машинно- тракторного парку	16
1.4 Характеристика ремонтної бази і аналіз показників виробничої діяльності	17
1.5 Аналіз використання машино-тракторного парку	20
1.6 Висновки та завдання роботи	22
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ .	24
2.1 Розробка виробничої програми дільниці	24
2.2 Розрахунок річного об'єму робіт	25
2.3 Вибір режиму роботи дільниці та розрахунок фондів часу	26
2.4 Розрахунок кількості робітників дільниці	27
2.5 Розрахунок і вибір основного технологічного обладнання	28
2.6 Розрахунок площі дільниці відновлення	29
2.7 Загальне компонування дільниці майстерні	30
2.8 Вибір підйомно-транспортного обладнання	31
2.9 Організація технічного контролю якості ремонту	31
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДБАРАБАННЯ	33
3.1 Технологічний процес відновлення підбарабання	33
3.2 Опис виробу та умов його експлуатації	33
3.3 Розробка маршрутної технології відновлення	35
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛАНОК ПІДБАРАБАННЯ	41
4.1 Обґрунтування необхідності розробки установки для фрезерування планок підбарабання	41

4.2 Опис установки та принцип її роботи.....	41
4.3 Технологічні та конструктивні розрахунки установки	42
4.3.1 Розрахунок приводу фрези.....	42
4.3.2 Розрахунок механізму повороту фрезерної головки	43
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ПРОЄКТУ	46
5.1 Забезпечення безпеки праці на виробництві.....	46
5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища	50
5.3 Заходи щодо захисту населення та матеріальних цінностей у надзвичайних ситуаціях.....	51
РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ.....	55
6.1 Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки	55
5.2 Розрахунок показників ефективності роботи конструкторської розробки	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу особливого значення набуває прискорення технічного переоснащення сільського господарства, переробної промисловості та суміжних галузей. За таких умов актуальним завданням є підвищення надійності та експлуатаційної довговічності машин і обладнання, удосконалення систем технічного обслуговування та ремонту, а також раціональна організація ремонтно-обслуговуючого виробництва.

Разом зі збільшенням вартості сучасної техніки суттєво підвищуються й витрати на її утримання та відновлення. Одним із ключових напрямів скорочення експлуатаційних витрат є забезпечення високої якості капітального ремонту машин. Якщо після ремонту ресурс техніки відновлюється менш ніж наполовину від початкового рівня, ефективність ремонтного впливу значно знижується. У такому випадку техніка не забезпечує повноцінного використання протягом амортизаційного строку служби, що призводить до її передчасного списання, збільшення витрат на технічне обслуговування та зростання кількості поточних ремонтів.

На сьогодні значна частина тракторів і двигунів у господарствах продовжує експлуатуватися після проведення капітального ремонту. Низький залишковий моторесурс такої техніки формує підвищену потребу в ремонтно-обслуговуючих роботах. Водночас підвищення якості ремонтних операцій дозволяє зменшити потребу у повторних ремонтах, скоротити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку.

Покращення якості ремонту можливе завдяки комплексному підходу, який передбачає модернізацію морально застарілого ремонтно-технологічного обладнання, впровадження сучасних технологій відновлення деталей та

підвищення рівня спеціалізації ремонтного виробництва. Важливу роль при цьому відіграє концентрація ремонту однотипних агрегатів і вузлів, що мають подібні дефекти та конструктивно-технологічні характеристики. Використання принципів вузлової та технологічної спеціалізації сприяє підвищенню продуктивності праці та покращенню якості виконання ремонтних робіт.

Витрати на підтримання працездатності тракторів, автомобілів та їх агрегатів у процесі експлуатації у декілька разів перевищують їх первісну вартість. Щорічні витрати на технічне обслуговування та ремонт одного трактора можуть становити понад половину його початкової ціни. Значна частка цих витрат припадає саме на ремонтні роботи, що суттєво впливає на собівартість механізованих процесів у сільському господарстві.

Незважаючи на значні матеріальні та трудові ресурси, що залучаються до ремонтного виробництва, велика кількість техніки перебуває у несправному стані, що призводить до простоїв та значних економічних збитків.

Тому підвищення ефективності ремонтного виробництва та впровадження сучасних технологій відновлення деталей є важливим резервом скорочення експлуатаційних витрат.

Більшість деталей сільськогосподарських машин мають складну форму робочих поверхонь, що потребує використання спеціального обладнання та відповідних технологій відновлення. Зокрема, у зернозбиральних комбайнах інтенсивного зношування зазнають планки підбарабання. Водночас відсутність спеціалізованих підприємств з їх відновлення призводить до передчасного вибракування значної кількості деталей, які ще можуть бути ефективно відновлені та повторно використані.

Метою даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є організація дільниці з відновлення деталей у ремонтній майстерні ТОВ «Кузьминецьке» Вінницької області з розробленням ефективної технології ремонту та відновлення деталей сільськогосподарської техніки.

РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1. Аналіз використання МТП господарства

Господарство володіє сучасними видами сільськогосподарської техніки.

В його озброєнні потужні колісні і гусеничні трактори, комбайни та сільськогосподарські машини. Природні умови та економіко-географічне місцезнаходження сприятливе для проведення сільськогосподарських робіт. Машинно-тракторний парк в ТОВ «Кузьминецьке» налічує 28 тракторів, 16 комбайнів, 16 автомобілів та інших сільськогосподарських машин. Впроваджено планово-попереджувальну систему з підтримання техніки в працездатному стані. Ця система встановлює регламенти періодичності обов'язкового виконання технологічних операцій, які направлені на попередження відмов в роботі машин. На сьогодні, слід відмітити, в господарстві є порушення періодичності ТО. При цьому не виконуються всі передбачені регламентом операції з причини відсутності необхідного оснащення та пристроїв, обладнання. Номенклатура машин в ТОВ «Кузьминецьке» наведена в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1.

Склад машинно-тракторного парку

Назва машини	Марка машини	Кількість
Трактори	ХТЗ-181	3
	ХТЗ-243	6
	ЮМЗ-8240	2
	МТЗ-920	5
	АГРОМАШ-90ТГ	4
	МТЗ-1221	2
	Т-16М	2
	Т-70С	2
	ХТЗ-3512	2
Автомобілі	ЗИЛ-4331	5
	КамАЗ-5320	3

	ГАЗ-3309	5
	ГАЗ-5312	2
	УАЗ-469	1

При аналізі складу парку сільськогосподарських машин, слід відмітити наявність різномарочності видів машин і в недостатньої кількості для виконання всіх сільськогосподарських робіт в агротехнічні строки.

Господарство вирішує завдання із своєчасного забезпечення машинно-тракторного парку нафтопродуктами та мастильними матеріалами при мінімальних затратах на доставку, зберігання і заправку техніки.

Пункт для заправки паливом обладнаний паливно-мастильними заправними колонками: КЕД-40-05, КЕР-40-1,0 і М-367.

Таблиця 1.2

Комбайни та сільськогосподарські машини

Група машин	Марка машин	Кількість, шт.
1	2	3
Комбайни	JOHN DEERE 9880 STS	1
	Claas Lexion 770	1
	КЗС-1218 ПАЛЕССЕ GS12	3
	КС-2,6	1
	КВК-8060	4
	БМ-6	1
	КС-6Б	2
	ККП-3	2
	КПК-2	1
Сівалки	СЗ-3,6У	6
	СПЧ-6	2
	VEGA 8 PROFI	2
	СТВТ-8/12	3

Плуги	ПЛП-4-35	6
	ПЛП-5-35	1
	ПЛН-3-35	6
	ПЛН-6-35	2
Культиватори	КРН-4,2	3
	КРН-5,6	5
	КПС-4	3
Борони	БЗТС-1	38
	БЛШ-2,3	4
	БДТ-7	3
Граблі тракторні	ГВК-6	3
Прес-підбирач	ППВ-1,6	3
Волокуші	ВТУ-10	2
Жатки	ЖВН-2	6
Скирдовози	КНУ-11	5
Косарка	КС-2.1	3
Навантажувачі зерна	ЗСП-60	2
Зерноочисні машини	ОВП-20	4
Обприскувачі	ОПВ-1200	2
	Agrifac CONDOR 4000-36	1

В таблиці 1.2. наведені основні техніко-економічні показники використання машинно-тракторного парку ТОВ «Кузьминецьке».

Таблиця 1.3.

Показники використання машин

Показники	Одиниці виміру	Кількість	
		фактично	норматив
Річне завантаження трактора	нормо-зміни	224	215
Сумарний річний об'єм механізованих робіт	ум. ет. га	72448	
Кількість ум.ет. тракторів	ум. ет. га	21,5	48
Середньодобовий наробіток на 1 ум.ет. трактор	ум. ет. га	8,6	7
Щільність виконання механізованих робіт	ум. ет. га/га	17,7	

Продовження табл. 1.3

Наробіток на один фізичний трактор за рік:	ум. ет. га		
ХТЗ-243		1863	1600
ХТЗ-181		1842	1500
АГРОМАШ-90ТГ		1498	1350
МТЗ-1221		1143	1000
МТЗ-920		1796	1600
ЮМЗ-8240		1758	1600
Т-3512		1101	1000
Т-16М		1102	1000
Наробіток на один еталонний трактор	ум. ет. га	1573	1400
Коефіцієнт змінності		1,18	
Коефіцієнт використання тракторного парку		0,92	0,85
Коефіцієнт технічної готовності		0,89	

Як видно з табл. 1.3., середньодобовий наробіток на один умовний еталонний трактор відповідає нормативним, що говорить про високу інтенсивність використання машинно-тракторних агрегатів. В свою чергу виконання всіх робіт не вкладається у вказані агротехнічні строки через недостатню кількість тракторів у порівнянні з нормативами. Аналіз складу тракторів і автомобілів господарства вказує на їх нераціональний склад. Слід вказати, що необхідно провести оновлення машин більш новою, сучасною технікою. Для важких робіт в рільництві (оранка, дискування, глибока культивация) доцільно було б придбати трактори сільськогосподарські ґрунтообробні машини іноземного виробництва. Для автомобілів необхідно провести, в основному, доукомплектування причепами-самоскидами.

Необхідно відмітити значно вище завантаження тракторів, зайнятих виконанням робіт у тваринництві.

1.2 Напрямки удосконалення роботи МТП та РОБ

З підвищенням оснащеності сільськогосподарського виробництва більш удосконаленою технікою, введення комплексної механізації і підвищення ефективності використання техніки розвивається і змінюється ремонтна база. Ефективність використання ремонтної бази – одна з найважливіших задач поставлених для господарства. Із зростанням машино-тракторного парку (МТП) зростає роль сервісних центрів і станцій ТО господарств та інших сільськогосподарських підприємств забезпечених найновішим високопродуктивним обладнанням для проведення ремонту ТО.

При високому рівні механізації і плановому веденні сільськогосподарського виробництва технічне обслуговування машин повинно носити планово-попереджувальний характер.

Ремонтні майстерні сільськогосподарських підприємств повинні мати сучасні засоби ремонту, дільниці діагностування повинні бути забезпечені приладами та устаткуванням. Для більш якісного ремонту необхідна організація поточного виробництва, удосконалення виробництва, удосконалення технології ремонту, введення глибокого розподілу праці, використання високопродуктивного способу відновлення деталей.

Велике значення має планування ремонту і завантаження майстерні, складання річних планів ремонту тракторів, комбайнів, позапланові види ремонту і технічного обслуговування, дані про строки проведення ремонтів.

В ремонтній майстерні ремонтно-обслуговуюча база (РОБ) складається з чотирьох технологічних секторів:

1) сектор технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Ремонтна майстерня розміщена в пристосованому приміщенні, має навіси для ремонту сільськогосподарських машин, матеріально-технічний склад з майданчиком для навантаження і розвантаження, майданчик для миття машин;

2) сектор тривалого зберігання машин і машинний двір для всієї техніки, включаючи машини та обладнання, спеціальні машини загальногосподарського призначення, трактори та інші складні машини, які підлягають ремонту;

3) сектор технічного обслуговування і стоянки автомобілів. Він має майданчик і теплі гаражі (бокси) для тривалих стоянок машин;

4) сектор зберігання та видачі нафтопродуктів. Має місткості для зберігання нафтопродуктів напівзакритого типу, пристрої для заливання палива у цистерни заправних агрегатів та пости заправки машин.

Так як МТП господарства поновлюється новими енергонасиченими тракторами, комбайнами та іншою сільськогосподарською технікою, то постають питання в удосконаленні ремонтної бази господарства. Успішне вирішення цих питань може бути досягнуто тільки на основі реконструкції майстерні сучасним технологічним устаткуванням, реконструкції за розмірами корисної площі, а також кількості робітників, працюючих в ремонтній майстерні, їх кваліфікації та навиків з питань ремонту і обслуговування сільськогосподарської техніки і обладнання. Попереджувальна система ремонтів – це система, при якій встановлюється регламентована періодичність, якою передбачено виконання обов'язкового перелік технологічних операцій, направлених на попередження відмов в роботі.

На сьогодні система в господарстві повністю ще не введена. Мають місце порушення в періодичності, у строках проведення ТО. В майстерні проводять ТО і ремонт автомобілів частково, а більший обсяг робіт виконується в ремонтно-обслуговуючій базі району, області.

В даній майстерні відсутній ряд дільниць, які б дозволили більше точно визначити несправність, усунути її з меншими затратами і більш якісніше. Це насамперед дільниця мийки, яка впливає як на якість ремонту, так і на культури виробництва, дільниці діагностування, ремонту і регулювання паливної апаратури, випробовування відремонтованих двигунів, сушки і

фарбування. В господарстві використовується наступна схема технологічного процесу потокового ремонту техніки.

Перед початком ремонту трактори підлягають зовнішньому миттю вручну чи з водонапірної башти, або подаються в майстерню тільки очищенні від землі, пилу та інших забруднень, які заважають якісному проведенню діагностування та ремонту. В процесі очистки машин перевіряють герметичність систем мащення, охолодження, живлення, гідравлічної системи. Якщо поверхня суха і запилена на ній добре видно місця підтікання палива, олив, робочих рідин, підтікання яких усувають після очищення машин.

Ремонт виконують тупиковим способом. Спочатку проводять демонтаж несправного вузла чи агрегату. Для промивки вузлів використовується дизельне паливо.

На кожну машину складається відомість, яка зберігається на складі і є основним документом для видачі запасних частин. Перелік основного технологічного обладнання майстерні наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4.

Перелік технологічного обладнання майстерні

Найменування обладнання	Модель	Кількість, шт.
Молот пневматичний	П6321	1
Металорізальні верстати:		
токарно-гвинторізний	1К62	2
вертикально-свердлильний	2Н157	1
настільно-свердлильний	2М112	1
фрезерний	6Р13	2
Газозварювальний апарат	АСК-167	1
Мийна установка	ОМ-1368	1
Кран-балка	КР-686	1
Мийна машина	ОМ-5360	1
Компресорна установка	СО-76	2
Точильний апарат	ТА-255	2

Верстак	ОКС-5365	5
---------	----------	---

Як видно з вищевказаного, дільниць і обладнання недостатньо для ремонту і ТО техніки. Недоліком є і відсутність спеціальних ванн для промивки розчином відповідних забруднень. Розбирання в основному проводить сам механізатор. Деяка частина використаних деталей відновлюється в майстерні; інша частина видається зі складу запасних частин. Зважаючи на те, що останнім часом в майстерні проводять потокові ремонти тракторів та автомобілів, ремонт обладнання, випробування двигунів, фарбування машин. Виходячи з цього в майстерні необхідно впроваджувати обладнання для проведення вищезазначених робіт.

При розбиранні і збиранні мало використовується пристосування і стенди, які полегшають і підвищують якість розбирально-складальних робіт машин. Ремонт двигунів виконують самі механізатори під керівництвом майстра-наладчика і механіка майстерні. Після ремонту двигни проходять обкатку на машині.

У зв'язку з тим, що відсутня дільниця фарбування вузлів, вони дуже часто нефарбованими поступають в експлуатацію або на зберігання. Фарбування тракторів та автомобілів проводиться на території гаража в основному перед технічним оглядом. Вся сільськогосподарська техніка, яка не експлуатується в певний період ставиться на зберігання. Для цього на тракторній бригаді передбачені майданчики з твердим покриттям і навіси. Комбайни після жнив очищаються, миються, продуваються стисненим повітрям і ставляться на зберігання в ангар. Технічне обслуговування в період зберігання практично не проводиться.

Підвищити якість ремонту машин і ефективність роботи ремонтної майстерні можливо за рахунок підвищення продуктивності праці і фондівіддачі. Зниження витрат матеріалів і електроенергії, підвищення продуктивності праці повинно забезпечуватись головним чином за рахунок механізації найбільш трудомістких ремонтних операцій, нової техніки і наукової організації праці, а фондівіддача – за рахунок вдосконалення структури основних засобів виробництва.

1.3 Аналіз організації ремонту і технічного обслуговування машинно-тракторного парку

Машинно-тракторний парк ремонтується і обслуговується в ремонтній майстерні господарства. Перелік наявної в господарстві техніки наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

Перелік тракторів, автомобілів і сільськогосподарської техніки

Марка машини	Кількість, шт.	Строк експлуатації		
		до 3 р.	3-8 р.	8-10 р.
1	2	3	4	5
Трактори:				
К-744	1		1	
К-700А	2		1	1
Т-4А	1		1	
МТЗ-892	9	2	4	3
МТЗ-1221	3		2	1
Т-40АМ	1		1	
ДТ-75М	2		1	1
FIAT 88-94DT (класу МТЗ-80)	5	4	1	
FIAT 160-90DT (класу Т-150)	1		1	
Автомобілі:				
ГАЗ-САЗ 3507	1		1	
ЗИЛ-130	1		1	
КАМАЗ-55102	3	1	1	1
ЗИЛ-432902(фургон)	2	1	1	
КАВЗ-39765-021	2		2	
ГАЗ-5312	3		1	2
УАЗ-31514	2		1	1
Комбайни:				
Зернозбиральні:				
ДОН-1500Б	3			
СК-5 «Нива»	1			
Картоплезбиральний:				
AVR PUMA	2			
Машини для збирання овочів:				
Копач цибулі і очисник бадилля «ASA-LIFT»	1			
Копач моркви та буряків	3			

EUROPA CF300				
Інша сільськогосподарська техніка:				
домінатор	1			
саджалки	2			
плуги	8			
сівалки	9			
культиватори	5			
луцильники	2			
косарки	5			
борони	22			
прес-підбирачі	2			

1.4 Характеристика ремонтної бази і аналіз показників виробничої діяльності

Ремонтно-технічна база складається з ремонтної майстерні і пунктів технічного обслуговування в бригадах.

Ремонтна майстерня складається з наступних дільниць: ремонту тракторів і автомобілів, комбайнів та великогабаритної сільськогосподарської техніки, зварювальна, ковальська, ремонту паливної і гідравлічної апаратури, слюсарна, токарна, мідницько-жестяницька, ремонту акумуляторів, ремонту електроустаткування. Також є складські приміщення.

У ремонтній майстерні господарства проводяться поточні ремонти тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарських машин, ТО-3 тракторів, ТО-2 тракторів і автомобілів, ТО-1 автомобілів, ремонт та обслуговування обладнання тваринницьких ферм, ремонт обладнання, пристосувань майстерні, відновлення і виготовлення деталей , інші роботи. Капітальні ремонти проводяться поза господарством на ремонтно-технічних підприємствах.

Майстерня оснащена обладнанням для ремонту та технічного обслуговування техніки, відновлення і виготовлення деталей, ремонту вузлів і агрегатів, стендами для регулювання та випробування паливної апаратури, гідравлічної апаратури, і електроустаткування, обладнанням для зварювання, пайки, кування та ін.

Також в майстерні є різноманітне допоміжне, підйомно-транспортне обладнання і оснащення.

У таблиці 1.6 наводиться повний список устаткування (по дільницях), оснащення і допоміжне пристосування ремонтної майстерні.

Таблиця 1.6

Відомість обладнання майстерні по дільницях

№ поз.	Найменування обладнання	Марка, модель	Кількість	Розміри, мм	f _{об} , м ²
1	2	3	4	5	6
1	Дільниця ремонту ел. обладнання				
1	Верстак слюсарний	ОРГБ-365	1	2000 x 800	1,6
2	Стенд універсальний контролевимірjuвальний	КИ-968	1	1000 x 1000	10
2	Дільниця ремонту і зарядки акумуляторів				
3	Випрямляч	ВСА-6А	1	500 x 400	0,2
4	Шафа зарядна	Ш-300	1	1500 x 900	1,35
5	Стіл для збирання і розбирання акумулятор.		1	1200 x 900	1,08
3	Ковальсько-жестяницька				
6	Електроножниці	ИЭ-5403	1	1300 x 3800	4,94
7	Горн ковальський	0906.000	1	1500 x 1500	2,25
8	Ковадло однорого	11-32	1	600 x 300	0,9
9	Молот ковальський пневматичний	МА-4129	1	1200 x 1200	1,44
10	Верстак слюсарний	ОРГ-6365	1	2000 x 800	1,6
4	Дільниця механічна				
11	Вертикально-свердлильний верстат	2Н118	1	870 x 590	0,5
12	Верстат шліфувальний	3У10В	1	1360 x 1715	2,3
13	Верстат гвинторізний	16К20	1	2505 x 1190	11
14	Вертикально-хонінгувальний верстат	2776В	1	2000 x 1200	2
15	Тумбочка інструментальна	ОРГ-1611	1	600 x 400	0,24
5	Дільниця ремонту с/г маш.				
16	Шафа для інструменту		1	1240 x 570	0,707
17	Заточувальний верстат	3Г636	1	1000 x 665	0,665
18	Заклёпочный прес	Р-304	1	1240 x 570	0,707
19	Верстак		1	2000 x 1100	2,2
20	Підвісний електрокран		1		

6	Розбирально-мийна дільниця				
21	Верстак слюсарний	ОРГ-6365	1	2000 x 900	1,8
22	Ванна мийна пересувна	ОМ-1316	2	1142 x 630	1,44
23	Підвісний електрокран		1		
24	Стенд для розбирання і збирання мостів	ОР-6280	1	2000 x 900	1,8
25	Стенд для розбирання і збирання кареток підвіски	ОПР-1402	1	800 x 900	0,72
26	Установка для промивання системи мащення	ОМ-16316	1	2000 x 800	1,6
27	Прес гідравлічний	ОКС-1674	1	1800 x 900	3
7	Пост обкатки двигунів				
28	Верстак		1	800 x 2000	1,6
29	Стелаж		1	900 x 2000	1,8
30	Заправна колонка	ТК-40	1	500 x 800	0,4
8	Дільниця ремонту паливної апаратури				
31	Верстак слюсарний	ОРГБ-365	1	2000 x 800	1,6
32	Стенд для випробування паливоподаючої апаратури	КИ-321	1	1500 x 900	1,35
33	Стелаж		1	900 x 2000	1,8
9	Зварювальна				
34	Стіл для електрозварювальних робіт		1	1500 x 1000	1,5
35	Трансформатор зварювальний	ТД-300У2	1	600 x 500	0,35
10	Дільниця вулканізаційна				
36	Установка для перевірки коліс	ПШК-2	1	2000 x 2000	4
37	Електро-вулканізаційний апарат	6146	1	600 x 600	3,6
11	Склад				
38	Стелаж		2	3000 x 750	
12	Адміністративно-побутове приміщення				
39	Стелаж		1		
40	Підставка для зберігання двигунів		1		
41	Стіл		1		
42	Візок пересувний		1		
13	Площадка для регулювання с/г машин				

43	Монорельс с тельфером		1		
44	Стенд-візок для обкатки с/г машин		1		

В цілому, обладнанням майстерня господарства оснащена непогано, але в основному, це старе обладнання, простояє через відсутність кваліфікованих робітників. У майстерні є і більш нове, ще не монтували, обладнання, а й воно простояє по тій, ж причини.

Інструменти та допоміжні пристрої вимагають заміни або відновлення, так як якість складально-розбірних робіт і обробки матеріалів дуже низька. Порушена технологія проведення складально-розбиральних робіт через відсутність необхідного сучасного обладнання та технологічних карт ремонту.

1.5 Аналіз використання машино-тракторного парку

На сьогоднішній день підприємство має достатню кількість техніки: потужні трактори, автомобілі, сучасні комбайни і сільськогосподарські машини. Воно є повністю електрифіковано.

Показники ефективності використання техніки показані в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Показники використання тракторів

Показники	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2018 р. до 2016 р.	
				значення	%
1	2	3	4	5	6
Кількість тракторів в господарстві, шт.	27	25	25	-2	-7,4
Кількість ум. ет. тракторів, шт.	26,36	24,72	24,72	-1,64	-6,2
Сумарна потужність тракторного парку, кВт	1957,3	1854,1	1854,1	-103,2	-5,3
Об'єм тракторних робіт, ум. ет. га	36405	32531,8	32029	-4376	-12,0
Використано палива, кг.	376000	334840	329310	-46690	-12,4
Відпрацьовано в середньому одним трактором за год:					
машино-днів	260	265	270	10	3,8
машино-змін	220	239	240	20	9,1
машино-годин	1540	1673	1680	140	9,1

Коефіцієнт корисного використання тракторного парку	0,27	0,25	0,25	-0,02	-7,1
Коефіцієнт готовності тракторного парку	0,71	0,73	0,74	0,03	3,8

Продовження таблиці 1.7

Коефіцієнт змінності	0,85	0,90	0,89	0,0	5,1
Середня тривалість зміни, год	7	7	7	0	0,0
Наробіток на 1 ум. ет. трактор, ум. ет. га					
середньорічна	1381,1	1316,0	1295,7	-85,4	-6,2
середньоденна	5,31	4,97	4,80	-0,51	-9,7
середньозмінна	6,28	5,51	5,40	-0,88	-14,0
середньогодинна	0,90	0,79	0,77	-0,13	-14,0

Аналізуючи дані, які наведені вище, можна зробити висновок, що МТП господарства використовується ще не ефективно, особливо низький коефіцієнт змінності.

Для зменшення собівартості одиниці продукції необхідно раціонально знизити витрати на запасні частини і матеріали; зменшити простій техніки за рахунок своєчасного виконання ТО і якісного ремонту при реалізації сучасних технологій відновлення роботоздатності техніки.

Інтегральним показником ефективності роботи МТП є коефіцієнт корисного використання МТП (K_{ϵ}), який визначається відношенням фактичного обсягу виконаних механізованих робіт в умовних еталонних гектарах ($Q_{\text{мех}}$) до технічної можливості тракторного парку:

$$K_{\epsilon} = \frac{Q_{\text{мех}}}{\sum M_{\text{квт}} \cdot D_{\text{н}} \cdot H_{\text{н}}}; \quad (1.1)$$

де $\sum M_{\text{квт}}$ - сумарна потужність тракторного парку, кВт;

$D_{\text{н}}$ - нормативні робочі дні в році одного трактора, 260 днів;

H_n - норма наробітку в розрахунку на одиницю потужності, 0,27 ум. ет. га.

За даними таблиці стає очевидним, що:

- а) відбувається зниження середньорічної чисельності тракторів;
- б) знижуються виконані роботи.

Загалом, знижуються всі показники.

Причиною такого стану є відсутність в майстерні необхідних технологічних дільниць, як, наприклад, відновлення деталей, спеціального обладнання, документації та графіків виконання ТО і поточних ремонтів.

Експлуатація, бережливе відношення до техніки, своєчасне проведення ТО і ремонтів дозволить знизити поточні витрати, а для цього необхідно провести зміни у структурі ремонтно-обслуговуючої бази та впровадити проекти дільниці з відновлення деталей сільськогосподарської техніки.

1.6 Висновки та завдання роботи

Проаналізувавши діяльність підприємства можна зробити наступні висновки:

- підприємство спеціалізується на наданні транспортних послуг, тракторних послуг і ремонті тракторів, комбайнів, автомобілів їх двигунів;
- підприємство задовільно оснащене ремонтним обладнанням, але воно завантажено не в повному об'ємі;
- технологія ремонту не відповідає сучасним вимогам;
- не вистачає висококваліфікованих кадрів;
- відсутнє робоче місце дефектувальника.

Тому основним завданням дипломного проекту є організація дільниці відновлення деталей електрошлаковим наплавленням. Для цього в дипломному проекті необхідно вирішити такі завдання:

- обґрунтувати програму дільниці, визначити склад виробничих дільниць, розрахувати кількість робочого персоналу та виробничі площі дільниць, підібрати обладнання;

- розробити технологію відновлення підбарабання зернозбирального комбайна;
- розробити установку для відновлення підбарабання комбайна.

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Для підвищення технічних та економічних показників підприємства необхідно знизити вартість ремонту. Одним із основних компонентів вартості ремонту в цьому підприємстві є вартість запасних частин і матеріалів для ремонту. Це пов'язано з тим, що ціни на нові запчастини щороку зростають. Тому підприємству рекомендується використовувати реставрацію зношених деталей за найнижчою ціною.

У зв'язку з реорганізацією підприємства було введено секцію відповідно до обраного способу відновлення підбарабання комбайна.

Найпоширеніші дефекти підбарабання: згин каркаса або планок у поздовжньому та поперечному напрямках, знос робочих граней планок, руйнування зварних швів, згин і розрив прутів.

2.1 Розробка виробничої програми дільниці

Виробнича програма дільниці відновлення - це об'єм ремонтних і технічних робіт у період планування. У нашому випадку річна програма відновлення деталей складається на основі розрахунку кількості капітальних ремонтів комбайнів господарства, а також з урахуванням обслуговування техніки прилеглих господарств. При проєктуванні дільниці також враховується, що технологічні можливості спроектованого пристосування та реалізованої установки значно збільшать номенклатуру відновлених деталей завдяки поєднанню двох різних технологічних процесів з використанням однієї установки.

На підготовку виробничої програми також впливають такі організаційні та технологічні вимоги:

1. Забезпечення максимального задоволення попиту на весь асортимент відновлених деталей під час експлуатації та ремонту обладнання;
2. Створення додаткових робочих місць для сільськогосподарських працівників;

3. Враховуючи реальні можливості своєчасного збору та транспортування зношених деталей з усіх господарств обслуговуваної зони.

2.2 Розрахунок річного об'єму робіт

Трудомісткість роботи з відновлення увігнутих форм визначається формулою

$$T = N_{\text{підб}} \cdot T_{\text{підб}} \quad (2.1)$$

де $T_{\text{підб}}$ - це трудомісткість роботи з відновлення підбарабання кожного бренду комбайна, люд.- год. (за даними господарства);

$N_{\text{підб}}$ - це кількість підбарабань, які потрібно відремонтувати шт. (за даними господарства).

Таблиця 2.1

Розрахунок загальної трудомісткості відновлення підбарабань комбайнів свого парку

Найменування комбайнів	N, шт.	$N_{\text{підб}}$, шт.	$T_{\text{підб}}$, люд.-год.	T, люд.-год.
Дон 1500Б	7	8	5,3	93,6
Кейс 2366	4	2	5,8	127,6
Джон Дір 9560	3	7	6,1	103,7
Домінатор Мега 208	2	4	5,9	82,6
Мега 360	1	8	6,2	49,6
Нью-Холланд ТХ-65 плюс	1	6	6	42
Мега 370	2	1	6,3	81,9
Разом:	20	36		581

Таким чином, трудомісткість відновлення підбарабань становить 581 люд.-год. Для підвищення рентабельності ділянки та більш повного її завантаження заплануємо збільшення річної програми вдвічі (за рахунок прийняття на ремонт підбарабань інших господарств). Тоді загальна трудомісткість по ділянці становитиме:

$$T_p = 2 \cdot T_{\text{ПДБ}} = 2 \cdot 581 = 1162 \text{ люд.-год.} \quad (2.2)$$

2.3 Вибір режиму роботи ділянки та розрахунок фондів часу

На ремонтних підприємствах, як правило, режим роботи планують за безперервним робочим тижнем в одну зміну. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями середня тривалість зміни становить 8 год.

Виходячи з прийнятого режиму роботи підприємства за чинними нормативами, встановлюють номінальні та дійсні фонди часу обладнання і робітників.

При п'ятиденному робочому тижні номінальний фонд робочого часу розраховується за формулою /1/:

$$\Phi_{\text{н.р.}} = (d_k - d_v - d_y) \cdot t_{\text{см}}, \quad (2.3)$$

де d_k - кількість календарних днів у році, $d_k = 365$ днів;

d_v - кількість вихідних і святкових днів; $d_v = 116$ днів;

d_y - кількість днів відсутності на роботі з вагової причини, $d_y = 1$ день

(по трудовому кодексу);

$t_{\text{см}}$ - тривалість зміни, год., $t_{\text{см}} = 8$ год.

$$\Phi_{\text{н.р.}} = (365 - 116 - 1) \cdot 8 = 1992 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу робітника визначимо за формулою /1/:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = \Phi_{\text{н.р.}} \cdot \eta_r, \quad (2.4)$$

де η_r - коефіцієнт використання робочого часу, $\eta_r = 0,88$ (таблиця 8 /1/) для газоелектрозварювальника.

$$\Phi_{\text{д.р.}} = 1992 \cdot 0,88 = 1753 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначається формулою /1/:

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н.о.}} \cdot \eta_o, \quad (2.5)$$

де η_0 - коефіцієнт використання обладнання, який враховує простої під час ремонту, $\eta_0 = 0,97$ (таблиця 7 /1/) для зварювального та наплавлювального обладнання.

Номінальні фонди часу для роботи в одну зміну збігаються за числовим значенням, тобто

$$\Phi_{н.о} = \Phi_{н.р} \text{ тоді, } \Phi_{н.о} = 1753 \text{ год.}$$

$$\Phi_{д.о} = 1968 \cdot 0,97 = 1700 \text{ год.}$$

2.4 Розрахунок кількості робітників дільниці

Кількість основних виробничих робітників розраховується за формулою /1/:

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{нр} \cdot k}, \quad (2.6)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{др} \cdot k}, \quad (2.7)$$

де $P_{уч.яв.}$, $P_{уч.сп.}$ - явочна і списочна кількість працівників, чол.;

k - запланований коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $k = 1,05 \dots 1,15$.

$$P_{уч.яв.} = \frac{1162}{1992 \cdot 1,05} = 0,55 \approx 1$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{1162}{1753 \cdot 1,05} = 0,63 \approx 1$$

Загальна кількість виробничих працівників визначається за формулою /1/:

$$P_{пр} = P_{уч.сп} + P_{вс}, \quad (2.8)$$

де $P_{вс}$ - кількість допоміжних робітників, чол.

Кількість допоміжних робітників можна визначити за формулою /1/:

$$P_{вс} = 0,1 \cdot P_{уч.сп}, \quad (2.9)$$

$$P_{вс} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \approx 0.$$

$$P_{пр} = 1 + 0 = 1.$$

Ми приймаємо 3 розряд для зварювальної та фрезерувальної операції.

Загальна кількість персоналу на ділянці визначається за формулою /1/:

$$P = P_{\text{пр}} + P_{\text{итр}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{моп}}, \quad (2.10)$$

де $P_{\text{итр}}$ - кількість інженерно-технічних робітників, чол.;

$P_{\text{сл}}$ - кількість службовців, чол.;

$P_{\text{моп}}$ - кількість молодшого обслуговуючого персоналу, чол.

Кількість інженерно-технічних робітників визначається за формулою /1/:

$$P_{\text{итр}} = 0,1 \cdot P_{\text{пр}}, \quad (2.11)$$

$$P_{\text{итр}} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \approx 0.$$

Кількість службовців визначається за формулою /1/:

$$P_{\text{сл}} = (0,02 \dots 0,03) \cdot P_{\text{пр}}, \quad (2.12)$$

$$P_{\text{сл}} = 0,03 \cdot 1 = 0,03 \approx 0.$$

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу становить 2-4% від загальної кількості виробничих робітників і визначається за формулою /10/:

$$P_{\text{моп}} = (0,02 \dots 0,04) \cdot P_{\text{пр}}, \quad (2.13)$$

$$P_{\text{моп}} = 0,04 \cdot 1 = 0,04 \approx 0.$$

тоді загальна кількість персоналу ділянки становить:

$$P = 1 + 0 + 0 + 0 = 1 \text{ чол.}$$

2.5 Розрахунок і вибір основного технологічного обладнання

Кількість металорізних верстатів визначається формулою

$$S_{\text{СТ}} = \frac{T_{\text{СТ}} \cdot K_H}{\Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_O} = \frac{465 \cdot 1,2}{1700 \cdot 0,88} = 0,37 \text{ шт.} \quad (2.14)$$

де $T_{\text{СТ}}$ - річна трудомісткість верстатних робіт, люд.-год.;

$K_H = 1,2$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження, /1/;

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

$\eta_O = 0,89$ - коефіцієнт використання верстатів, /1/.

Ми приймаємо один фрезерний верстат.

Кількість установок для наплавлення визначається формулою

$$S_{НАП} = \frac{T_{НАП} \cdot K_H}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta_o} = \frac{460 \cdot 1,2}{1700 \cdot 0,9} = 0,36 \text{ шт.} \quad (\text{приймаємо } S_{НАП} = 1) \quad (2.15)$$

де $T_{НАП}$ - річна трудомісткість наплавлювальних робіт, люд.-год.;

$K_H = 1,2$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження, /1/;

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

$\eta_o = 0,9$ - коефіцієнт використання верстатів, /1/.

2.6 Розрахунок площі ділянки відновлення

Площі виробничих ділянок визначають трьома методами: графічним - розстановкою обладнання на технологічному плануванні; розрахунковим - за питомими площами на верстат або одиницю іншого обладнання, на одного робітника, на одне робоче місце або одиницю ремонту; розрахунковим - за площею, зайнятою обладнанням, і перехідним коефіцієнтом.

Визначення площ шляхом розстановки макетів обладнання в масштабі на кресленні технологічного планування ділянок - найбільш точний, але трудомісткий спосіб. При розрахунку виробничих площ ділянок за площею, зайнятою обладнанням, машинами та перехідним коефіцієнтом користуються формулою /11/:

$$F_n = \Sigma F_o \cdot \delta, \quad (2.17)$$

де ΣF_o - загальна площа, зайнята обладнанням, м²;

δ - перехідний фактор, який враховує робочі зони та проходи, $\delta = 4,0 \dots 5,5$ (таблиця 6 /11/).

Шафи для інструментів беремо з розрахунку одна шафа на один верстат. Також підбираємо стелаж. Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Зведені дані про розрахунок площі ділянки

№ п/п	Найменування і марка обладнання	Розміри обладнання, мм	Кіл-сть, шт.	Площа, м ²	
				Од.	Всього
1	Установка для наплавлення планок деки	1960 × 1200	1	2,35	2,35

2	Установка для фрезерування планок деки	2260×1800	1	4,07	4,07
3	Шафа для інструментів і матеріалів	1500×600	1	0,9	0,9
4	Стелаж секційний для деталей	1400×500	1	0,7	0,7
5	Підставка для складування підбарабань	1400×3300	1	4,62	4,62
6	Верстак слюсарний	1200×600	1	0,72	0,72
7	Ящик для піску	500×500	1	0,25	0,25
8	Кран-балка $Q = 1$ т	-	-	-	-
9	Пересувна мийна ванна ОМ-1316	1142×615	1	0,7	0,7
	Разом:	-	-	14,31	14,31

Розраховуємо площу для ділянки відновлення підбарабань:

$$\Sigma F_o = 14,31 \text{ м}^2$$

$$F_n = 14,31 \cdot (4,0 \dots 4,5) = 57,2 \dots 64,4 \text{ м}^2.$$

Дільницю відновлення передбачається спроектувати в будівлі центральної ремонтної майстерні. Стандартна ширина ділянок майстерні - 6 м.

Визначаємо розрахункову довжину ділянки:

$$L = \frac{F_n}{B} = \frac{57,2 \dots 64,4}{6} = 9,5 \dots 10,7 \text{ м} \quad (2.18)$$

Приймаємо довжину ділянки $L = 10$ м, тоді розрахункова площа: $F = 60 \text{ м}^2$.

2.7 Загальне компоновання ділянки майстерні

Існують різні варіанти схем розташування ділянок залежно від прийнятого технологічного процесу виробництва. Для нашої майстерні - прямий потік. Цей спосіб виробництва дозволяє значно полегшити переміщення машин і агрегатів під час складання. При розміщенні ділянок враховують правила пожежної безпеки та охорони праці.

Під час компонування діленьниць дотримуються принципів:

1. Ремонтувати агрегати і гальмівні вузли та переміщати їх найкоротшим шляхом відповідно до технологічного принципу;
2. Переміщення з діленьниці на діленьницю здійснюється механізованим способом.

Діленьниці, пов'язані з виділенням шкідливих речовин та інших небезпечних для здоров'я людини явищ, у компонуванні розміщують в окремих приміщеннях, відгороджених стіною, наприклад: ковальська, зварювальна, мідницько-жестяна.

При компонуванні важко забезпечити повний збіг розрахункових площ із прийнятими, тому допускається їх розбіжність у межах $\pm 15\%$ /2/.

2.8 Вибір підйомно-транспортного обладнання

При виборі підйомно-транспортного обладнання необхідно враховувати характер виконуваних робіт, інтенсивність вантажопотоку, габарити транспортних об'єктів. Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання визначимо за максимальною масою підймальних і транспортованих об'єктів.

2.9 Організація технічного контролю якості ремонту

Основне завдання технічного контролю - своєчасна перевірка дотримання на підприємстві вимог стандартів, креслень, технічних умов та іншої технічної документації з метою запобігання появі браку продукції.

У ремонтній майстерні необхідно організувати більш ретельне виконання деяких функцій технічного контролю:

1. Перевірку відповідності стандартам і технічним умовам запасних частин і матеріалів, що надходять у ремонтний фонд підприємства;
2. Контроль умов зберігання об'єктів виробничих запасів і готової продукції на складах;
3. Перевірку якості відновлених і виготовлених деталей, контроль якості складання виробів;

4. Контроль за дотриманням замовником умов роботи виробу в передексплуатаційний період, збір та аналіз інформації про відмови й несправності продукції підприємства;

5. Виявлення причин виробничих та експлуатаційних дефектів продукції, розроблення і контроль виконання заходів щодо покращення якості ремонту.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДБАРАБАННЯ

3.1 Технологічний процес відновлення підбарабання

Відновлення деталей - технічно обґрунтований та економічно доцільний захід, що дозволяє значно зменшити витрати на ремонт, забезпечити економію металу, скоротити простої несправних машин та підвищити якість ремонту.

У ремонтній майстерні не відновлюються зношені підбарабання. Такий підхід у даний час є неприйнятним, оскільки відновлення зношених підбарабань та їх подальше використання у багато разів зменшує витрати на ремонт машин.

Основні дефекти деки підбарабання:

- вигин каркаса або планок у поздовжньому та поперечному напрямках;
- знос робочих граней планок;
- вигин і розрив прутків;
- руйнування зварних швів

3.2 Опис виробу та умов його експлуатації

Процес виділення зерна з колоса в молотильному апараті комбайна здійснюється шляхом багаторазових ударів по стебловій масі бичами та витирання зерен у процесі протягування стебел між нерухомим підбарабанням і бичовим барабаном, що обертається.

Підбарабання встановлюється відносно барабана із зазором, що зменшується у напрямку виходу, тому швидкість руху стебел збільшується і відбувається розтягування шару, що сприяє проходженню зерна через решітчасту частину підбарабання.

Встановлено, що пропускна здатність молотильного апарата комбайна значною мірою залежить від тривалості процесу обмолоту та сепарації зерна. Довжина шляху руху стеблової маси в молотильному апараті визначає кількість ударів бичів, тривалість процесу витирання зерен та якість їх сепарації через решітку.

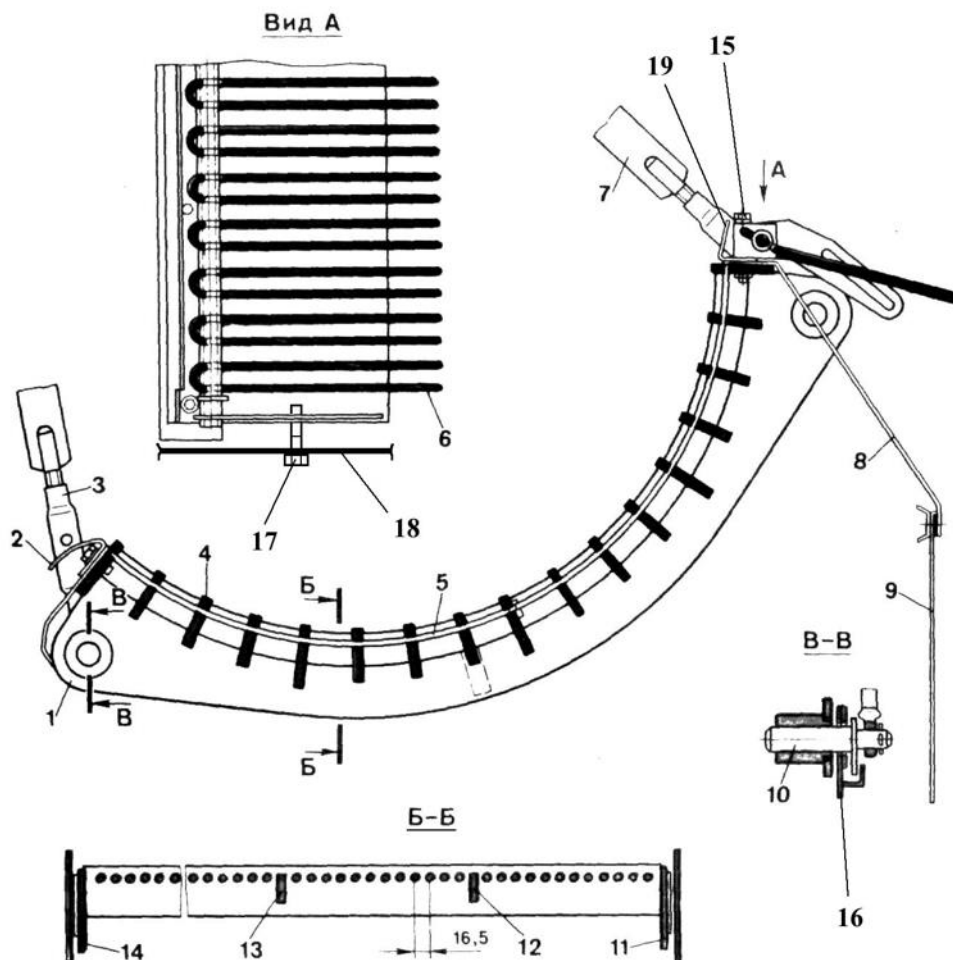


Рис. 3.1. Загальний вигляд підбарабання

Підбарабання складається з решітчастої деки 1, закріплених на ній вхідного щитка 2, поворотної пальцевої решітки 6 з важелями 7 та відбивного щитка 8 з фартухом 9. Дека з радіусом решітчастої поверхні (410 мм, шириною 1500 мм та кутом охоплення 130° - у комбайна ДОН-1500) встановлюється під молотильним барабаном на підвісках 3,4, з'єднаних з торсіонним валом 5 двоплечими важелями.

Дека імпортних комбайнів Кейс-2366, Джон Дір-9560 має аналогічну конструкцію, яка відрізняється лише тим, що дека виконана секційною (у Кейса 4 секції довжиною по 400 мм, радіус кривизни 450 мм, у Джон Діра 3 секції по 500 мм, радіус кривизни 440 мм).

Дека (рисунок 3.1) має зварний каркас, утворений двома симетричними дуговими щокми 1, 14, поперечними планками 4 та дуговими ребрами 13.

У щоках 1, 14 та дугових ребрах 13 виконані пази, в які входять поперечні планки 4, приварені до каркаса. До щік 1, 14 з внутрішнього боку приварені втулки 11 для з'єднання підбарабання з підвісками 3 за допомогою осей 10.

Прутки 5, вставлені в отвори поперечних пластин 4 деки з двох сторін, утворюють решітку деки. Від зміщення у поперечних пластинах прутки 5 утримуються у передній частині деки вхідним щитком 2, у задній – відбивним щитком 8.

Усі планки робочої поверхні деки виступають над щоками 1, 14 та дуговими ребрами 13 на 5 мм. Це зроблено для того, щоб при виготовленні деки механічною обробкою надати їй поверхні необхідний радіус, а в процесі експлуатації відновлювати зношені робочі грані поперечних планок 4 фрезеруванням або струганням.

Дека виконана симетричною, щоб при зносі робочих граней планок з одного боку можна було використовувати її, повернувши на 180°. При цьому необхідно переставити вхідний щиток 2 на передню планку деки, а відбивний щиток 8 – на задню.

Відбивний щиток 8 та прикріплений до нього фартух 9 з прогумованої тканини служать для відбивання зерен, що рухаються у цій зоні з більшою швидкістю.

На задній планці шарнірно встановлена пальцева решітка 6, яка перекриває простір між декою та соломотрясом. На осі решітки жорстко закріплені два важелі 7 з пазами. При монтажі деки в молотарку комбайна у пази важелів 7 входять дві шпильки, жорстко закріплені на панелях молотарки.

Така конструкція дозволяє надійно перекривати зону між соломотрясом та підбарабанням при зміні положення останнього по висоті.

3.3 Розробка маршрутної технології відновлення

Оцінка необхідної кількості часу та потрібної кваліфікації працівника для виконання заданої роботи необхідна для правильної оплати праці

робітника. Дані технічного нормування служать основою для визначення необхідної кількості робочих місць, обладнання та робочого персоналу.

Основним методом нормування робіт є використання типових норм на виконання різних робіт, розроблених ГОСНИТИ. За відсутності необхідних даних у зв'язку з ремонтом нестандартного обладнання або машин нових марок норми розраховуються методами технічного нормування безпосередньо в майстерні.

Планки, у яких вигин перевищує 2 мм у поперечному напрямку та 1 мм у вертикальній площині, правлять на спеціальній напівкруглій плиті.

Встановивши деку опуклістю догори та закріпивши її в такому положенні на плиті штирами, вставленими в отвори валиків підвісок, сильними та різкими ударами молотка з мідним наконечником правлять планки до надання їм прямолінійності.

Для правки планок у поперечному напрямку використовують спеціальний ключ з двома стійками, які мають прорізи розміром, що відповідає товщині планок.

Для правки планок підбарабання на них встановлюють стійки пристосування в місці з'єднання поздовжніх планок з поперечними або з прутками, поблизу місця найбільшої деформації. Потім підводять упор до місця найбільшого вигину і плавно, повертаючи важіль залежно від величини та напрямку вигину, правлять планки.

Після вирівнювання у місцях руйнування зварного шва приварюють планки до щік та ребер жорсткості (поперечні планки), а потім прутки, що вийшли з їх отворів, встановлюють на місце.

При значному вигині планки правлять з попереднім нагріванням газовим пальником. Поздовжні планки повинні бути прямолінійними по всій довжині підбарабання та перпендикулярними до щік.

Порушення кривизни робочої поверхні підбарабання встановлюють за допомогою шаблону. Підбарабання шаблоном перевіряють у п'яти перерізах. Якщо зазор між шаблоном і планками більше 2 мм, каркас підбарабання

необхідно правити. Правка виконується, як правило, на спеціальних підприємствах із застосуванням відповідного обладнання.

У планках деки насамперед зношуються передні грані. У цьому випадку деки переставляють, повернувши їх на 180° так, щоб задні незношені кромки опинилися попереду. Конструктивно молотильний апарат передбачає можливість такої перестановки.

При зносі планок по висоті до розмірів менше 25 мм їх наплавляють та обробляють на верстатах.

Маршрутна технологія передбачає складання технології на комплекс дефектів, які усувають у певній послідовності, що називається маршрутом.

Комплекс дефектів повинен визначатися природним взаємозв'язком, єдністю технології відновлення або доцільністю.

Виявлені дефекти групуються в комбінації за наступними маршрутами (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Карта поєднання дефектів

№ п/п	Дефекти	Поєднання дефектів за маршрутами		
		I	II	III
1	Тріщини у зварних швах	-	+	+
2	Обривання прутків	-	+	+
3	Відхилення прутків від площини	-	+	+
4	Зношування та відхилення від площини планок	+	-	+
5	Зношування радіуса робочих кромek більше 1,6 мм	+	-	+

Оскільки нас цікавить переважно відновлення поперечних планок, то для подальшої розробки беремо I-й маршрут.

Розробимо схему технологічного процесу усунення дефекту та складемо план виконання всіх операцій, передбачених маршрутом.

Таблиця 3.2

План операцій технологічного процесу за I маршрутом

№ п/п	Найменування та зміст операції	Професія	Розряд	Обладнання	Пристосування, інструмент	T _{пз} /T _{шт} , люд.-хв.
1	<u>Мийна.</u> Очистити деку від рослинних залишків та грязьових відкладень струменем води високого тиску та температури	мийник	2	Мийка високого тиску Karcher HD 6/13 C	Металева щітка, щітка ворсиста	5/15
2	<u>Дефектувальна.</u> Провести дефектування деки за картою дефектування	дефектувальник	4	Підставка	Штангенциркуль ШЦ-I-0,1 ГОСТ 190-80, повірочна лінійка і плита, щуп, шаблон радіуса деки	5/5
3	<u>Правка.</u> Правити вигнуті планки та прутки до 2 мм непрямолінійності. Порвані прутки замінити	слюсар	3	Кантователь ОР-6766,	Важільне пристосування ОПр-1780А, гідравлічне пристосування ОР-6739, молоток, наставка	10/50
4	<u>Наплавлювальна.</u> Наплавити робочу поверхню всіх планок на ширину 5 мм, довжину 1500 мм та висоту 11 мм від прутків	зварювальник	3	Установка для наплавлення планок деки, випрямляч ВДУ-506	Формувач наплавленого шару	20/41
5	<u>Фрезерна.</u> Фрезерувати поверхню планок шириною 5 мм, на довжину 1550 мм та висотою від прутків до 10 мм	фрезерувальник	3	Установка для фрезерування планок деки	Підставка спеціальна, фрезерна головка (розроблена)	16/139
5	<u>Контрольна.</u> Перевірити відповідність розмірів технічним вимогам	контролер	4	Підставка спеціальна	Штангенциркуль ШЦ-I-0,1 ГОСТ 190-80, повірочна лінійка, щуп, шаблон радіуса деки	5/5
	Разом:					61/255

Штучно-калькуляційний час за маршрутною картою

$$T_{\text{шк}} = \Sigma T_{\text{шт}} + \Sigma T_{\text{пз}}/n, \quad (3.1)$$

де n - об'єм партії, шт., $n = 1$ шт.

За прийнятою технологією:

$$T_{\text{шк}} = 255 + 61/1 = 316 \text{ хв.} = 5,3 \text{ год.}$$

За прийнятою технологією: $D = 40$ мм, кількість зубів $Z = 16$, ширина фрези $B = 50$ мм. (табл. 3./5/).

Для фрезерування торцевою фрезою деталей із вуглецевої сталі вибираємо такі режими фрезерування (табл.16./5/):

- подача на зуб $S_z = 0,02$ мм/з.

Приймаємо частоту обертання фрези: $n = 670 \text{ хв}^{-1}$. (оскільки фреза встановлюється безпосередньо на вал двигуна).

Швидкість фрезерування визначимо за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 670}{1000} = 84,2 \text{ м/хв} \quad (3.2)$$

де n - частота обертання фрези, хв^{-1}

D - діаметр фрези, мм.

Лінійну подачу фрези визначимо за формулою:

$$S_M = S_z \cdot n \cdot Z = 0,02 \cdot 670 \cdot 16 = 214,4 \text{ мм/хв} \quad (3.3)$$

де S_z - подача на зуб, мм/з;

n - частота обертання фрези, хв^{-1} ;

$Z = 16$ - кількість зубів фрези.

Основний час фрезерування однієї планки визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_M} \quad (3.4)$$

де L розрахункова довжина проходу фрези.

Розрахункову довжину проходу фрези визначимо за формулою:

$$L = l_1 + l_2 + l = 2 + 5 + 1500 = 1507 \text{ мм} \quad (3.5)$$

де l_1 – величина врізання, мм;

l_2 – величина пробігу фрези, мм.

$$T_o = \frac{1507}{214,4} = 7 \text{ хв} \quad (3.6)$$

На фрезерування 17 планок машинний час фрезерування становитиме:

$$T_O = 17 \cdot 7 = 119 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час на фрезерування приймаємо: $T_{ПЗ} = 16 \text{ хв}$.

Штучний час фрезерування визначимо за формулою:

$$T_{шт} = T_O + T_{ВС} + T_{доп} \quad (3.7)$$

де T_O - основний час фрезерування, год.;

$T_{ВС} = 3 \text{ хв}$ - допоміжний час фрезерування; /6/;

$T_{доп}$ - додатковий час фрезерування, год.;

Додатковий час фрезерування визначимо за формулою:

$$T_{доп} = \frac{(T_O + T_{ВС}) \cdot K}{100} = \frac{(119 + 3) \cdot 14}{100} = 17 \text{ хв} \quad (3.8)$$

де $K = 14\%$ - коефіцієнт, що враховує частку додаткового часу від оперативного.

Таким чином, штучний час фрезерування становить:

$$T_{шт} = 119 + 3 + 17 = 139 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛАНОК ПІДБАРАБАННЯ

4.1 Обґрунтування необхідності розробки установки для фрезерування планок підбарабання

З метою зменшення витрат на запасні частини складної форми недоцільно вибраковувати дороговартісні деталі. Тому на підприємстві виникла необхідність у розробці технології ремонту підбарабань комбайнів.

Складність ремонту великогабаритних деталей складної форми полягає в тому, що для механічної обробки таких деталей відсутні серійно виготовлені пристосування та установки. Тому на підприємстві виникла необхідність у розробці установки для фрезерування підбарабань.

Розроблена конструкція, раніше не передбачена авторськими свідоцтвами, має ряд переваг:

1. Простота конструкції, тобто дану установку можна виготовити безпосередньо в ремонтних майстернях господарства (для цього необхідно мати вертикально-фрезерний верстат зі столом №4 агрегатного компонування).
2. Висока продуктивність - потрібен незначний час на переналагодження для обробки різних типів підбарабань.
3. Дана установка дозволяє також витримати радіус кривизни підбарабання.

Метою розробки конструкції є підвищення продуктивності слюсарно-механічних робіт при відновленні підбарабання за рахунок зменшення технологічного часу та підвищення якості роботи.

4.2 Опис установки та принцип її роботи

Установка включає основу 2 (01.12.КР.01.00.00.000.3В), на якій змонтована стійка 5 з механізмом вертикального переміщення, стіл 4 з механізмом поздовжнього переміщення деталі та фрезерна головка 1, що

включає рухомий стіл, на якому змонтовані електродвигун, механізм фіксації та повороту фрезерної головки в поперечній площині.

Установка працює таким чином.

Підбарабання встановлюють на підставку за допомогою кран-балки та закріплюють. За допомогою механізму вертикального переміщення фрезерної головки підводять фрезу на задану висоту. Потім механізмом повороту фрезерної головки підводять фрезу до першої планки та налаштовують на необхідну глибину обробки. Після проходження фрези в один бік фрезерну головку повертають на $7^{\circ}40'$ і при русі у зворотному напрямку фрезерують другу планку.

Для забезпечення заданого радіуса кривизни необхідно сумістити вісь кривизни деки з віссю обертання фрезерної головки.

4.3 Технологічні та конструктивні розрахунки установки

4.3.1 Розрахунок приводу фрези

Дотична сила різання визначається за формулою

$$P_z = 825 \cdot t^{0,95} \cdot S_z^{0,8} \cdot Z \cdot B^{1,1} \cdot D^{-1,1} = 825 \cdot 1^{0,95} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 16 \cdot 5^{1,1} \cdot 40^{-1,1} = 586 \text{ Н} \quad (4.1)$$

де $t = 1 \text{ мм}$ – глибина різання;

$S_z = 0,02 \text{ мм/зуб}$ – подача на зуб;

$Z = 16$ – кількість зубів фрези;

$B = 5 \text{ мм}$ – ширина фрезерування;

$D = 40 \text{ мм}$ – діаметр фрези.

Крутний момент на валу фрези

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2} = \frac{586 \cdot 40}{2} = 11720 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (4.2)$$

де D – діаметр фрези, мм;

P_z – сила різання, Н.

Тоді потужність фрезерування буде становити

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{11,72 \cdot 670}{9750} = 0,8 \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де M - крутний момент, Н·м;

n – частота обертання фрези, хв⁻¹.

Для приводу фрези обираємо електродвигун асинхронний закритий з підвищеним ковзанням марки 4АС90LB8У3 /9/.

Частота обертання валу - 670 хв⁻¹;

Потужність - 1,2 кВт;

К.К.Д. = 65%;

$\cos\varphi = 0,64$.

4.3.2 Розрахунок механізму повороту фрезерної головки

Механізм повороту фрезерної головки повинен забезпечувати точний поворот головки (з точністю до сотих часток градуса) та жорстке фіксування головки від довільного повороту під час фрезерування.

Крутний момент на валу механізму повороту під час фрезерування

$$M = P_z \cdot R = 586 \cdot 205 = 120130 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (4.4)$$

де R - радіус кривизни деки, мм.

За один оберт рукоятки фрезерна головка повинна повернутися на 3 градуси. Таким чином, передаточне число між рукояткою та валом головки становить

$$U = 360/3 = 120.$$

Привід складається з конічної та циліндричної передач.

Приймаємо передаточне число циліндричної передачі $U_{\text{ц}} = 12$, тоді передаточне число конічної передачі становитиме

$$U_{\text{к}} = \frac{U}{U_{\text{ц}}} = \frac{120}{12} = 10 \quad (4.5)$$

Крутний момент на проміжному валу

$$M_{\text{п}} = \frac{M}{U_{\text{к}}} = \frac{120130}{10} = 12013 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (4.6)$$

Крутний момент на валу рукоятки

$$M_{\text{р}} = \frac{M_{\text{п}}}{U_{\text{ц}}} = \frac{12013}{12} = 1001 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (4.7)$$

Міжосьову відстань циліндричної передачі визначимо з умови контактної міцності за формулою

$$a = 0,85 \cdot (U_{ц} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{II} \cdot K_H \cdot E_{IIIP}}{[\sigma_H]^2 \cdot U^2 \cdot \psi_{ba}}} = 0,85 \cdot (12 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{12013 \cdot 1,2 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{500^2 \cdot 12^2 \cdot 0,3}} = 72,3 \text{ мм} \quad (4.8)$$

де $U = 12$ - передаточне число зубчастої передачі;

M_{II} - крутний момент на проміжному валу, Н·мм;

$K_H = 1,2$ - коефіцієнт концентрації напружень /10/;

$E_{IIIP} = 2,1 \cdot 10^5$ МПа - приведений модуль пружності для сталі /10/;

$[\sigma_H] = 500$ МПа - допустиме контактне напруження для сталі 45 /10/;

$\psi_{ba} = 0,3$ - коефіцієнт ширини зубчастого вінця відносно міжосьової відстані /10/.

Приймаємо $a = 200$ мм

Ширина зубчастого вінця

$$b_2 = \psi_{ba} \cdot a = 0,3 \cdot 200 = 60 \text{ мм} \quad (4.9)$$

Попередньо визначимо діаметр шестірні

$$d_1 = \frac{2 \cdot a}{U + 1} = \frac{2 \cdot 200}{12 + 1} = 30,8 \text{ мм} \quad (4.10)$$

Модуль передачі визначимо за формулою

$$m \leq \frac{d_1}{Z_{1\min}} = \frac{30,8}{17} = 1,8 \text{ мм} \quad (4.11)$$

де $Z_{1\min} = 17$ - мінімальна кількість зубів колеса за умовою непідрізання зубів /10/.

Приймаємо $m = 1,5$ мм /10/.

Кількість зубів шестірні визначимо за формулою

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{30,8}{1,5} = 20,5 \quad \text{Приймаємо } Z_1 = 20. \quad (4.12)$$

Кількість зубів колеса

$$Z_2 = Z_1 \cdot U = 20 \cdot 12 = 240 \quad (4.13)$$

Параметри передачі

$$d_1 = m \cdot Z_1 = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ мм};$$

$$d_2 = m \cdot Z_2 = 1,5 \cdot 240 = 360 \text{ мм};$$

$$a = 0,5 \cdot (d_1 + d_2) = 0,5 \cdot (30 + 360) = 195 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр конічного колеса визначимо за формулою

$$d_{e2} = 2,9 \sqrt{\frac{E_{\text{ПР}} \cdot M \cdot U_K \cdot K_{H\beta}}{\vartheta_H \cdot [\sigma_H]^2}} = 2,9 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 120130 \cdot 10 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 500^2}} = 296 \text{ мм} \quad (4.14)$$

де $U = 10$ - передаточне число зубчастої передачі;

M - крутний момент на валу, Н·мм;

$K_H = 1,2$ - коефіцієнт концентрації напружень /10/;

$E_{\text{ПР}} = 2,1 \cdot 10^5$ МПа - приведений модуль пружності для сталі /10/;

$[\sigma_H] = 500$ МПа - допустиме контактне напруження для сталі 45 /10/;

$\vartheta_H = 0,85$ - дослідний коефіцієнт /10/.

Попередньо зовнішній діаметр шестірні

$$d_1 = \frac{d_{e2}}{U_K} = \frac{296}{10} = 29,6 \text{ мм} \quad (4.15)$$

Модуль передачі визначим по формулі

$$m \leq \frac{d_1}{Z_{1\min}} = \frac{29,6}{17} = 1,8 \text{ мм} \quad (4.16)$$

де $Z_{1\min} = 17$ - мінімальна кількість зубів колеса за умовою непідрізання зубів /10/.

Приймаємо $m = 1,5$ мм /10/.

Кількість зубів шестірні визначимо за формулою

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{29,6}{1,5} = 19,7 \quad \text{Приймаємо } Z_1 = 20. \quad (4.17)$$

Кількість зубів колеса

$$Z_2 = Z_1 \cdot U = 20 \cdot 10 = 200 \quad (4.18)$$

Параметри передачі

$$d_1 = m \cdot Z_1 = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ мм};$$

$$d_2 = m \cdot Z_2 = 1,5 \cdot 220 = 300 \text{ мм};$$

РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ПРОЄКТУ

5.1 Забезпечення безпеки праці на виробництві

В ТОВ «Кузьминецьке» робота з охорони праці виконується відповідно до положення «Про організацію роботи з охорони праці на підприємствах і в організаціях агропромислового комплексу».

Загальне керівництво та відповідальність за організацію робіт з охорони праці покладено на директора МТС. Щорічно наказом директора МТС призначаються відповідальні за роботу з охорони праці в усіх структурних підрозділах. На підприємстві є штатна посада спеціаліста з охорони праці, який координує діяльність структурних підрозділів МТС з питань охорони праці, організовує контроль за роботою зі створення здорових і безпечних умов праці, організовує навчання. У МТС дотримується режим праці та відпочинку працівників відповідно до Трудового кодексу.

Встановлена нормальна тривалість робочого часу на тиждень - 40 годин, а при шкідливих умовах праці - 36 годин. Тривалість щорічних відпусток становить не менше 28 календарних днів. У напружений період року тривалість зміни становить до 12 годин. Навчання працівників охороні праці в МТС організовується відповідно до Положення про професійну підготовку у сфері охорони праці, затвердженого Кабінетом Міністрів України.

Проводяться всі види інструктажів: вступний, первинний на робочому місці, позаплановий і цільовий. Проведення інструктажів фіксується у двох журналах: у журналі реєстрації вступного інструктажу та у журналі реєстрації інструктажу на робочому місці. Проведення цільового інструктажу фіксується у наряді-допуску. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а інші види інструктажів - безпосередні керівники робіт. Усі виробничі приміщення МТС мають опалення, вентиляцію та освітлення. Об'єкти розташовані з дотриманням санітарно-захисних зон і протипожежних розривів. Дороги в МТС мають тверде покриття.

На роботах, пов'язаних зі шкідливими умовами праці, забрудненнями, а також тих, що проводяться в особливих температурних умовах, працівникам

МТС відповідно до статті 44 Трудового кодексу безкоштовно видаються спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту, однак строки їх носіння не завжди дотримуються у зв'язку з фінансовими труднощами МТС.

У МТС проводиться попередній і періодичний медичний огляд працівників відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я. На роботах зі шкідливими умовами праці працівники РТП безкоштовно забезпечуються молоком, норма видачі становить 0,5 л за зміну. На роботах, пов'язаних із забрудненням, працівникам безкоштовно видається мило, норма видачі становить 400 г на місяць.

Щодо санітарно-побутового забезпечення, у МТС є умивальники у 46 точках, гардероби на 60 осіб, туалети, кімната відпочинку, буфет, лікувально-профілактичний центр. Для забезпечення пожежної безпеки на об'єктах МТС сформовано 4 добровільні пожежні дружини по 3 особи. У наявності є засоби пожежогасіння: одна стаціонарна установка з піноутворювальною масою, 50 вогнегасників типу ОХВП-10М та 7 вогнегасників типу ОПУ-5.

Незважаючи на заходи, що вживаються для поліпшення умов охорони праці, мають місце випадки виробничого травматизму та захворювань працівників, дані про які за 3 роки наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Показники травматизму та захворюваності

Показники	Роки		
	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Середньооблікова чисельність працівників за рік, чол. (Р)	36	33	33
Кількість травмованих працівників з втратою працездатності за рік (Т)	-	-	1
Кількість днів тимчасової непрацездатності за рік (Д)	-	-	62
Показники травматизму:	-	-	62
- коефіцієнт частоти $K_{\text{ч}}=1000T/P$	-	-	12
- коефіцієнт тяжкості $K_{\text{т}}=Д/Т$	-	-	62
- коефіцієнт втрат $K_0=1000Д/Р$	-	-	747

Як видно з таблиці 5.1, за останні три роки лише у 2023 році стався один випадок виробничого травмування працівника. Для зниження показників травматизму та захворюваності пропонуються такі заходи:

1. Відремонтувати в цеху душову та туалети.
2. Проводити роботи з утеплення виробничих дільниць цеху перед зимовим періодом.
3. Під час видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту суворо дотримуватися строків носіння, установлених типовими галузевими нормами.
4. Запровадити систему матеріального стимулювання працівників за безпечну працю.

У розділі 2 виконано план дільниці з відновлення зношених деталей. Особливу увагу було приділено розміщенню обладнання з урахуванням забезпечення безпечного пересування працівників, а також обслуговування верстатів.

Відстань між верстатом і стіною необхідно встановлювати не менше 0,8 м, а при розташуванні працівника між стіною і верстатом - не менше 1,2 м. Відстань між верстатами повинна становити не менше 1 м, а між машинами - 1,2 м; між машиною та колоною будівлі - не менше 0,8 м.

У розділі 4 роботи розроблено установку для фрезерування планок підбарабання. До роботи на розробленій установці допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли відповідну підготовку, вивчили правила роботи на установці та пройшли первинний інструктаж на робочому місці.

Під час роботи з установкою слід дотримуватися заходів безпеки, що виключають основні причини травматизму: відсутність або несправність засобів колективного та індивідуального захисту від дії відлітаючих частинок, рухомих частин обладнання, ураження електричним струмом і пилом, що виділяється.

Деталь повинна бути надійно закріплена на столі та оснащена пристроями захисного заземлення з кріпленням заземлювального проводу болтами з гайками та контргайками. Крім того, органи керування виконують

із фіксаторами, що виключають самовільне або випадкове їх переміщення, і блокуваннями, які не допускають несумісних рухів.

Для попередження захоплення спецодягу обертовими деталями пристрою спецодяг працівника повинен бути застебнутий на всі гудзики, а кінці одягу не повинні звисати. Довге волосся необхідно заправляти під головний убір. Під час використання охолоджувальних емульсій, олив і гасу потрібно змащувати руки спеціальною захисною маззю або пастою.

Зону обробки необхідно огородити захисним екраном як з боку працівника, так і з протилежного боку. Для запобігання травмам і захопленню одягу всі обертові пристрої повинні мати гладкі зовнішні поверхні.

Стенд містить електродвигун, який з метою електробезпеки необхідно занулити.

Принцип дії захисного занулення полягає у перетворенні замикання на корпус в однофазне коротке замикання з метою створення великого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту, який відключає електродвигун від живильної мережі. Таким захистом може слугувати запобіжник, струм плавкої вставки якого необхідно розрахувати.

Пусковий струм I_{Π} електродвигуна в амперах розраховуємо за формулою:

$$I_{\Pi} = \frac{1000 \cdot K_{\Pi} \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (5.1)$$

де K_{Π} - кратність пускового струму електродвигуна;

P - потужність електродвигуна, кВт;

U_{Π} - лінійна напруга електромережі, В;

$\cos \varphi$ и η_{Π} - коефіцієнт потужності та ККД електродвигуна.

За паспортними даними для електродвигуна 4АС90LB8У3:

$P = 1,2$ кВт; $\cos \varphi = 0,64$; $\eta_{\Pi} = 0,65$; $K_{\Pi} = 6$.

Тоді:

$$I_{\Pi} = \frac{1000 \cdot 6 \cdot 1,2}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,64 \cdot 0,65} = 26,3 \text{ А}$$

Струм плавкої вставки обчислимо за формулою:

$$I_{np} = 0,4 \cdot I_{\Pi} = 0,4 \cdot 26,3 = 10,5 \text{ А} \quad (5.2)$$

Обираємо запобіжник типу ПР-2 зі струмом плавкої вставки 10 А.

5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища

Джерелом забруднення атмосфери на території підприємства є викиди забрудненого повітря з вентиляційних систем, що містять шкідливі речовини, які виділяються під час зварювально-наплавних робіт, при обкатці двигунів, випаровуванні нафтопродуктів, кислот, лугів, а також викиди з труби котельні для опалення виробничих об'єктів.

Джерелами забруднення ґрунту є нафтопродукти, мийні засоби, що містяться у стічних водах, та сміття.

Як заходи з охорони навколишнього середовища можна запропонувати:

1. Повторне використання очищених вод із мийних машин шляхом їх відстоювання та подальшого більш тонкого очищення води від бруду.
2. Для видалення олив та інших нафтопродуктів необхідно встановити ящики з піском або тирсою з подальшим вивезенням на звалище.
3. Встановити в витяжних пристроях зварювальних постів очисні фільтри.
4. Для збору відпрацьованих масел передбачити у необхідних місцях резервуари місткістю до 200 л.
5. Для збору виробничих відходів та іншого сміття на робочих місцях встановити металеві ящики, а біля дверей і в місцях куріння — урни, після чого накопичене сміття вивозити на звалище.
6. Стежити за станом наявних газонів і лісонасаджень та висаджувати нові в зоні розташування підприємства.

Зібрані відпрацьовані нафтопродукти використовуються як паливо для обігріву виробничих приміщень.

Усі транспортні засоби проходять планову перевірку на вміст чадного газу (СО) у вихлопних газах, за необхідності проводиться регулювання

паливної системи. Підтікання масла в автомобілів усуваються шляхом проведення щоденних технічних оглядів і своєчасного періодичного ремонту.

Виробниче сміття та відходи вивозяться у спеціально відведені місця.

Не допускається скидання виробничих відходів і сміття в річки, інші водойми та місця, де складування сміття заборонене. За скидання сміття у заборонених місцях адміністрацією району передбачена система штрафів.

На машинному дворі підприємства та в центральній ремонтній майстерні є установки для зовнішнього миття комбайнів і тракторів. Використана вода стікає у спеціальні ємності для збору відпрацьованої води, де вона відстоюється. Відстояну воду фільтрують і використовують повторно.

Зберігання виробничих відходів та їх утилізація повинні здійснюватися у спеціальній тарі та в місцях, призначених для цієї мети згідно з ГОСТ 17.0.0.01.

Зберігання і транспортування матеріалів з небезпечними та шкідливими речовинами повинні здійснюватися способами, що виключають можливість їх потрапляння у ґрунт, водойми, каналізацію, водопровідну систему, а також виникнення отруєння, займання, вибуху чи інших несприятливих наслідків згідно з ГОСТ 12.1.005.

5.3 Заходи щодо захисту населення та матеріальних цінностей у надзвичайних ситуаціях

Під надзвичайною ситуацією розуміють обстановку, що раптово виникла в певному місці та характеризується невизначеністю і складністю прийняття рішень, стресовим станом населення, значними соціально-екологічними збитками і, насамперед, людськими жертвами, унаслідок чого потрібні значні витрати на проведення евакуаційно-рятувальних робіт і ліквідацію негативних наслідків.

Надзвичайні ситуації можуть виникати внаслідок аварій на електростанціях, великих хімічних, нафтопереробних, металургійних, біотехнічних підприємствах, магістральних трубопроводах високого тиску, підприємствах харчової промисловості, а також унаслідок таких стихійних

лих, як землетруси, затоплення і повені, масштабні пожежі, обвали, урагани, бурі тощо.

ТОВ «Кузьминецьке» розташоване в селі Кузьминці, поблизу якого відсутні небезпечні щодо виникнення надзвичайних ситуацій підприємства.

Джерелом надзвичайної ситуації на території підприємства може бути лише пожежа або ураганний вітер.

Причиною пожежі можуть стати дії персоналу з порушенням правил пожежної безпеки, замикання в електропроводці, порушення ізоляції тощо.

Для запобігання пожежам і боротьби з ними необхідно:

1. Дотримуватись правил зберігання легкозаймистих речовин і горючих рідин, газових балонів та хімічних речовин.
2. Розробити план мобілізації служб підприємства та їх взаємодії під час пожежі або великої аварії, що підвищує ймовірність її виникнення.
3. Своєчасно проводити заняття персоналу з пожежно-технічного мінімуму, під час яких доводити до працівників небезпечні фактори та порядок дій персоналу під час пожежі.
4. У разі надзвичайної ситуації, окрім організованої на підприємстві добровільної пожежної дружини (ДПД), слід організувати загін із ліквідації наслідків пожежі, а також залучати населення до гасіння вогню.

Під час гасіння пожежі члени ДПД та населення, які прибули на пожежу, розподіляються на такі чотири групи: гасіння, водопостачання, захист та охорона.

Загін гасіння забезпечує порятунок людей, евакуацію майна з будівель, охоплених вогнем, прокладає рукави до осередку пожежі та подає воду.

Загін водопостачання забезпечує безперебійне подавання води до пожежних насосів і резервуарів. Воду для гасіння можна брати зі ставка, розташованого за 1000 м від підприємства. Для цього на березі повинен бути обладнаний під'їзд для машин і майданчик на 1–2 машини з твердим покриттям.

Загін захисту виконує роботи із захисту від займання інших будівель і об'єктів, розташованих у небезпечній близькості.

Загін охорони виконує роботи із захисту та охорони будівель і об'єктів від можливих крадіжок під час пожежі.

Потерпілих людей слід доставляти автобусом до районної лікарні або викликати бригаду швидкої допомоги.

У разі пошкодження електричних ліній унаслідок надзвичайних ситуацій необхідно передбачити місцеву малопотужну станцію на дизельному двигуні.

Для функціонування системи життєзабезпечення підприємства в надзвичайних ситуаціях необхідно:

1. Створити та навчити цивільні формування і забезпечити їх матеріальними ресурсами.
2. Розробити систему оповіщення та зв'язку.
3. Планувати й підготувати місцевість для евакуації людей і матеріальних цінностей із будівництвом доріг.
4. Організувати пости спостереження у періоди рясних дощів, інтенсивного танення льоду та пожежонебезпечні періоди року.
5. Створити резервні системи водопостачання з використанням природних водойм і спорудженням ставків та резервуарів.
6. Влаштувати дамби, обвалування, прокладання мінералізованих смуг у лісах, а також дороги до водойм.
7. Створити лісогосподарські опорні пункти пожежної охорони лісів.
8. Створити добровільні пожежні формування з використанням сільськогосподарської техніки для гасіння пожеж.
9. Створити резерв джерел тепла, енергопостачання та електрокабелів ліній електропередач.
10. Створити резерв продовольства, одягу, постільних речей і медикаментів.
11. Використовувати сільськогосподарську техніку для аварійно-рятувальних робіт.

Групу евакуації людей і матеріальних цінностей очолює завідувач гаража. До складу групи входять інженери та комбайнери із закріпленими за ними комбайнами.

До складу групи пожежогасіння входять 4 пожежники. Групу пожежогасіння очолює спеціаліст з охорони праці.

Групу відновлення енергопостачання очолює головний енергетик підприємства. До його обов'язків входить відключення джерел електропостачання при надзвичайних ситуаціях для запобігання коротким замиканням, а також відновлення електропостачання виробничих приміщень після ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. До складу групи входять усі електрики та працівники котельні.

Групу побутового забезпечення очолює заступник директора з господарської частини. До складу групи входять працівники бухгалтерії, відділу постачання та складів. До обов'язків групи входить забезпечення людей продуктами харчування, питною водою, засобами індивідуального захисту та медикаментами у місцях евакуації.

Групу надання медичної допомоги очолює фельдшер медичного пункту. До її складу входять члени санітарної дружини з числа працівників підприємства, які пройшли курс надання першої медичної допомоги. Для транспортування хворих у розпорядженні групи є автомобіль із закріпленим за ним водієм.

Зв'язок між групами та штабом під час надзвичайних ситуацій передбачений телефоном. Оповіщення людей у разі надзвичайних ситуацій здійснюється через районний радіовузол.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

6.1 Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки

Витрати на виготовлення установки

Загальні витрати знайдемо за формулою [11]:

$$C_{уст} = C_{к.д} + C_{п.в} + C_{зв} + C_{д.м.} + C_{ск.} + C_{о.в.} + C_{о.г.}, \quad (6.1)$$

де $C_{к.д}$ - вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{п.в}$ - вартість придбаних виробів, грн.

$C_{зв}$ - вартість зварювальних робіт, грн.

$C_{д.м.}$ - вартість деталей виготовлених на металорізальних верстатах, грн.

$C_{ск.}$ - вартість складальних робіт, грн.

$C_{о.в.}$ - загальноновиробничі накладні витрати, грн.

$C_{о.г.}$ - загальногосподарські накладні витрати, грн.

Вартість виготовлення корпусних деталей розрахуємо за формулою:

$$C_{к.д} = Q_{м} \cdot C_{сд}, \quad (6.2)$$

де $Q_{м}$ - маса матеріалу заготовок, що витрачена на виготовлення корпусних деталей, кг.;

$C_{сд}$ - середня вартість одного кілограма сталевих прокатів, грн., $C_{сд} = 32$ грн.

$$C_{к.д} = 60 \cdot 32 = 1920 \text{ грн.}$$

Вартість зварювальних робіт визначаємо за формулою:

$$C_{зв} = C_{зв.р.} + C_{зв.р.д.} + C_{зв.р.соц.}, \quad (6.3)$$

де $C_{зв.р.}$ - погодинна тарифна заробітна плата зварника, грн.;

$C_{зв.р.д.}$ - додаткова заробітна плата, грн. Нараховується в розмірі 25% від погодинної тарифної заробітної плати;

$C_{зв.р.соц.}$ - нарахування по соціальному страхуванню, грн. Нараховується в розмірі 34,2% від суми погодинної тарифної заробітної плати і додаткової заробітної плати.

$$C_{зв.р.} = t_{зв.р.} \cdot C_{год.зв.} \cdot K, \quad (6.4)$$

де $t_{зв.р.}$ - повний час зварювальних робіт, год.;

$C_{год.зв.}$ - годинна тарифна ставка оплати зварника, взята по середньому розряду, грн., Приймаємо $C_{год.зв.} = 44$ грн.;

K - коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати.

$$t_{зв.р.} = \frac{Q}{I_{зв} \cdot K_H \cdot K}; \quad (6.5)$$

де Q - кількість наплавленого металу, г;

$I_{зв}$ - зварювальний струм, А;

K_H - коефіцієнт наплавлення;

K - коефіцієнт завантаження зварника, з урахуванням характеру роботи приймаємо $K = 1,03$.

$$t_{зв.р.} = \frac{1680}{300 \cdot 1,2 \cdot 1,03} = 4,53 \text{ год.}$$

Підставляючи в формулу (5.17), отримаємо:

$$C_{зв.р.} = 4,53 \cdot 44 \cdot 1,3 = 259,1 \text{ грн.};$$

$$C_{зв.р.д.} = 0,25 \cdot 259,1 = 64,8 \text{ грн.};$$

$$C_{зв.р.соц.} = 0,342 \cdot (259,1 + 64,8) = 110,1 \text{ грн.}$$

Підставляючи в формулу (5.17), отримаємо:

$$C_{зв} = 259,1 + 64,8 + 110,1 = 434 \text{ грн.}$$

Вартість придбаних деталей і оснастки $C_{п.в}$ становить 15200 грн.

Вартість виготовлення деталей на металорізальних верстатах розраховуємо за формулою:

$$C_{д.м.} = C_{пр.п.} + C_M, \quad (6.6)$$

де $C_{пр.п.}$ - заробітна плата виробничих робітників, грн.;

C_M - вартість матеріалу заготовок для виготовлення деталей на металорізальних верстатах, грн.

Заробітна плата виробничих робітників $C_{пр.п.}$ розраховується за формулою:

$$C_{\text{пр.п.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{д}} + C_{\text{соц}}, \quad (6.7)$$

де $C_{\text{пр.}}$ - погодинна тарифна ставка, грн.;

$C_{\text{д}}$ - додаткова заробітна плата, грн. Нараховується в розмірі 25% від погодинної тарифної заробітної плати;

$C_{\text{соц}}$ - нарахування по соціальному страхуванню, грн. Нараховується в розмірі 34,2% від суми погодинної тарифної заробітної плати і додаткової заробітної плати.

Погодинна тарифна ставка робітника знаходиться за формулою:

$$C_{\text{пр.}} = t \cdot C_{\text{год}} \cdot K, \quad (6.8)$$

де t - повна трудомісткість виготовлення деталей на металорізальних верстатах, год., приймаємо $t = 22$ год.;

$C_{\text{год}}$ - годинна ставка робітників, нарахована за середнім тарифом, грн.,
Приймаємо $C_{\text{год}} = 44$ грн.;

K - коефіцієнт, що враховує оплати до основної заробітної плати, приймаємо $K = 1,3$.

$$C_{\text{пр.}} = 22 \cdot 44 \cdot 1,3 = 1258,4 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{д}} = 0,25 \cdot 1258,4 = 314,6 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{соц}} = 0,342 \cdot (1258,4 + 314,6) = 534,8 \text{ грн.}$$

Підставляючи в формулу (5.21), отримаємо:

$$C_{\text{пр.п.}} = 1258,4 + 314,6 + 534,8 = 2107,8 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{м}} = \text{Ц} \cdot Q_{\text{с}}, \quad (6.9)$$

де Ц - вартість одного кілограма матеріалу заготовок для виготовлення деталей на металорізальних верстатах, грн., приймаємо $\text{Ц} = 80$ грн.;

$Q_{\text{с}}$ - маса матеріалу заготовок для виготовлення деталей на металорізальних верстатах, кг., приймаємо $Q_{\text{с}} = 25$ кг.

$$C_{\text{м}} = 80 \cdot 25 = 2000 \text{ грн.}$$

Підставляючи в формулу (5.21), отримаємо:

$$C_{\text{дм}} = 2107,8 + 2000 = 4107,8 \text{ грн.}$$

Вартість складальних робіт розраховуємо за формулою:

$$C_{СК} = C_{СК.ГОД} + C_{Д} + C_{СОЦ}, \quad (6.10)$$

де $C_{СК.ГОД}$ - тарифна ставка слюсаря складальника, грн.;

$C_{Д}$ - додаткова заробітна плата, грн. Нараховується в розмірі 25% від погодинної тарифної заробітної плати;

$C_{СОЦ}$ - нарахування по соціальному страхуванню, грн. Нараховується в розмірі 34,2% від суми погодинної тарифної заробітної плати і додаткової заробітної плати.

$$C_{СК.ГОД} = t \cdot C_{ГОД} \cdot K, \quad (6.11)$$

де t - повна трудомісткість складальних робіт, год., приймаємо $t = 42$ год.;

$C_{ГОД}$ - погодинна ставка робітників, нарахована за середнім тарифом, грн., Приймаємо $C_{ГОД} = 44$ грн.;

K - коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати, приймаємо $K = 1,3$.

$$C_{СК.ГОД} = 42 \cdot 44 \cdot 1,3 = 2402,4 \text{ грн.};$$

$$C_{Д} = 0,25 \cdot 2402,4 = 600,6 \text{ грн.};$$

$$C_{СОЦ} = 0,342 \cdot (2402,4 + 600,6) = 1021 \text{ грн.}$$

Підставляючи в формулу (5.26), отримаємо:

$$C_{СК} = 2402,4 + 600,6 + 1021 = 4024 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі (цехові) накладні витрати на виготовлення установки обчислимо за виразом:

$$C_{ОВ} = 0,01 \cdot C_{ПР} \cdot R, \quad (6.12)$$

де $C_{ПР}$ - основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

R - накладні витрати підприємства, %. Нараховуються в розмірі 34% від основної заробітної плати виробничих робітників.

$$C_{ПР} = C_{ЗВ} + C_{ПР.П} + C_{СК}, \quad (6.13)$$

де $C_{ЗВ}$ - вартість зварювальних робіт, грн., див. формулу (5.19);

$C_{ПР.П}$ - заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{СК}$ - вартість складальних робіт, грн.

$$C_{ПР} = 434 + 2107,8 + 4024 = 6565,8 \text{ грн.}$$

Підставляючи в формулу (5.28), отримаємо:

$$C_{ОВ} = 0,01 \cdot 6565,8 \cdot 34 = 2232,4 \text{ грн.}$$

Загальногосподарські накладні витрати $C_{ОГ}$, розрахуємо за формулою:

$$C_{ОГ} = 0,01 \cdot C_{ПР} \cdot R_{ОГ}, \quad (6.14)$$

де $R_{ОГ}$ - загальний відсоток загальногосподарських накладних витрат, %, нараховується в розмірі 12% від основної заробітної плати виробничих робітників.

$$C_{ОГ} = 0,01 \cdot 6565,8 \cdot 12 = 787,9 \text{ грн.}$$

Підставляючи отримані значення в формулу (5.17), отримаємо:

$$C_{УСТ} = 1920 + 15200 + 434 + 4107,8 + 4024 + 2232,4 + 787,9 = 28706,1 \text{ грн.}$$

Розмір капітальних вкладень з урахуванням витрат на монтаж приймемо:

$$K = 30000 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок показників ефективності роботи конструкторської розробки

Очікувана економічна ефективність капітальних вкладень

$$E_c = E_p / K, \quad (6.15)$$

де E_p - очікувана річна економія;

K - капітальні вкладення.

$$E_p = 400 \cdot C_r \cdot t, \text{ грн.} \quad (6.16)$$

де 400 - кількість об'єктів ремонту, як власного господарства, так і інших господарств;

t - час, який економить робітник, $t = 0,3$ год.;

C_T - годинна тарифна ставка робітника, $C_T = 44$ грн.

$$E_p = 400 \cdot (C_{\text{пр}} + C_d + C_{\text{соц}});$$

$$C_{\text{пр}} = 44 \cdot 0,3 \cdot 1,3 = 17,2 \text{ грн.};$$

$$C_d = 0,25 \cdot 17,2 = 4,3 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{соц}} = 0,342 \cdot (17,2 + 4,3) = 7,3 \text{ грн.};$$

$$E_p = 400 \cdot (17,2 + 4,3 + 7,3) = 11520 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень

$$O_p = K / E_p, \text{ років}; \quad (6.17)$$

$$O_p = 30000 / 11520 = 2,6 \text{ роки},$$

$$E_c = 11520 / 30000 = 0,38.$$

Річний економічний ефект

$$E = [E_p - E_n \cdot (K_2 - K_1)], \text{ грн.} \quad (6.18)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт, $E_n = 0,15$;

K_2 - розмір капітальних вкладень; грн.

K_1 - первісна вартість конструкції, $K_1 = 0$ грн.

$$E = [11520 - 0,15 \cdot 30000] = 7020 \text{ грн.}$$

Так, як $E = [E_p - E_n \cdot (K_2 - K_1)] > 0$, то капітальні вкладення являються ефективними.

ВИСНОВКИ

Після проведеного аналізу господарської діяльності ТОВ «Кузьминецьке» Вінницької області ми приймаємо рішення про переоснащення ділянки ремонтної майстерні господарства.

Переоснащення підвищить можливості ремонтної майстерні, розширить гамму вироблених ремонтних робіт і поліпшить умови праці робітників.

У конструкторській частини проекту для підвищення продуктивності праці, підвищення якості ремонтних робіт, зниження трудомісткості була запропонована установка для фрезерування підбарабань зернозбиральних комбайнів і проведені необхідні розрахунки. Вартість розробки установки складе 30000 грн. Річний економічний ефект складе 7020 грн., і термін окупності буде становити 2,6 року.

Опрацьовані в бакалаврській кваліфікаційній роботі питання з охорони праці та захисту навколишнього середовища дозволять господарству підвищити рівень безпеки праці і покращити екологічну обстановку навколо і на території майстерні.

Даний проект економічно вигідний і може бути використаний безпосередньо у виробництві.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С. та ін. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1: навч. посіб. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416 с.
2. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С. та ін. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2: навч. посіб. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 432 с.
3. Свіренєв М.О., Смірнов В.П., Осипов І.М., Амосов В.В., Онопа В.А. Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: навч. посіб. – Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2018. – 296 с.
4. Марченко Д.Д. Технологія ремонту машин: курс лекцій. – Миколаїв : МНАУ, 2018. – 134 с.
5. Головчук А.Ф., Орлов В.Ф., Строков О.П. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Кн. 1. Трактори: навч. посіб. – Київ: Грамота, 2018. – 335 с.
6. Власенко М.В., Надольний Г.Ю. Технологія ремонту сільськогосподарської техніки: навч. посіб. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 220 с.
7. Вертелецький А.О. Відновлення деталей сільськогосподарських машин приварюванням зносостійких матеріалів : навч. посіб. – Полтава : ПДАУ, 2018. – 118 с.
8. Дудніков А.А., Біловод О.І., Горбенко О.В., Келемеш А.О. Технологічні способи підвищення надійності сільськогосподарських машин: навч. посіб. – Вінниця: ВНАУ, 2018. – 128 с.
9. Лузан С.О., Петренко Д.М., Михєєв Ю.Р. Методи підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин: навч. посіб. – Харків: ХПІ, 2018. – 146 с.
10. Вознюк Л.Ф. Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин : навч. посіб. – Львів: Новий Світ, 2019. – 256 с.

11. Рудь А.В., Мельничук П.П. Сервісне обслуговування та ремонт комбайнів: навч. посіб. – Житомир: Полісся, 2022. – 248 с.
12. Комаристов В.Ю., Дунай М.Ф. Сільськогосподарські машини : підручник. – Київ : Урожай, 2019. – 485 с.
13. Волянський М.С., Мартишко В.М. Технологічні основи сервісу сільськогосподарської техніки : підручник. – Харків: Факт, 2020. – 312 с.
14. Черновол М.І., Сало В.М., Лещенко С.М. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: наук.-техн. зб. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 202 с.
15. Барановський В.М. Основи технічного сервісу аграрних машин : навч. посіб. – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 224 с.
16. Хомич С.М. Ремонт сільськогосподарських машин: навч. посіб. – Луцьк: ЛНТУ, 2021. – 242 с.
17. Pandey A., Goyal A. Metal Cutting Processes. – Berlin: De Gruyter, 2022. – 93 p.
18. Weng J., Zhuang K., Xu D., Li B., Liu H., Wang G. Cutting Processes for Materials in Manufacturing. – MDPI Books, 2025. – 294 p.
19. Mehta N. K. Metal Cutting and Design of Cutting Tools, Jigs & Fixtures. – 2019. – 410 p.
20. Криворучко Д.В. Технологія машинобудування: обробка металів різанням. – Київ: Центр учбової літератури, 2021. – 368 с.
21. Карпусь В.С. Металорізальні верстати та системи ЧПК. – Харків: Фактор, 2020. – 312 с.
22. Клименко С.А. Різальний інструмент для високошвидкісного фрезерування. – Київ: ІНМ НАН України, 2022. – 276 с.
23. Дьяконов О.М. Сучасні технології фрезерної обробки металів. – Дніпро: Ліра, 2023. – 248 с.
24. Гриценко В.І. Металообробка на верстатах з ЧПК. – Львів: Новий Світ, 2021. – 330 с.
25. Бондаренко В. П. Технологічні основи механічної обробки деталей машин. – Київ: Каравела, 2020. – 296 с.

26. Попович О.С. Технології зміцнення та ремонту деталей сільськогосподарської техніки: навч. посіб. – Львів: Сполом, 2022. – 174 с.
27. Криницький С.О. Удосконалення технології відновлення деталей сільськогосподарських машин плазмовим наплавленням: навч. посіб. – Київ: НУБіП України, 2022 – 86 с.
28. Ружи́ло З.В., Мельник В.І., Новицький А.В., Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Попик П.С. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонт машин та відновлення деталей: навч. посіб. – Київ: НУБіП України, 2023. – 310 с.
29. Бойко В.С., Нечипорук М.Д. Організація інженерної служби та ремонт машин в АПК : навч. посіб. – Київ : Компринт, 2023. – 301 с.
30. Сало В.М. Інженерний сервіс і ремонт сільськогосподарської техніки : підручник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. – 320 с.
31. Грицик В.В., Павлюк Я.В. Технології відновлення деталей машин аграрного виробництва : навч. посіб. – Львів: ЛНАУ, 2023. – 214 с.
32. Лещенко С.М., Сало В.М. Відновлення працездатності машин агропромислового комплексу: підручник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2026. – 298 с.
33. Хом'як В.В., Хом'як Й.В. Охорона праці в сільському господарстві: навч. посіб. – Київ: Аграрна освіта, 2018. – 455 с.
34. Пістун І.П. Охорона праці в сільському господарстві (технічне обслуговування і ремонт машин): навч. посіб. – Львів: Тріада Плюс, 2018. – 455 с.
35. Ревенко І.І., Брагінець М.В. Сервісне забезпечення технологічних процесів в агропромисловому комплексі: навч. посіб. – Київ: Аграрна наука, 2024. – 248 с.
36. Коваленко В.П., Савченко О.Д. Діагностика, ремонт і технічний сервіс аграрної техніки: підручник. – Дніпро: Середняк Т.К., 2025. – 336 с.
37. Рудь В.Д. Обробка металів різанням на верстатах з ЧПК. – Луцьк: Вежа-Друк, 2024. – 256 с.
38. Коваленко О.В. Фрезерна обробка деталей машин. – Харків: Підручник НТУ ХПІ, 2023. – 242 с.

39. Шаталов О.Л. Інноваційні методи високошвидкісного фрезерування. – Київ: Політехніка, 2025. – 198 с.
40. Ніколаєнко М.П. Технологія металорізальних верстатів. – Суми: Університетська книга, 2019. – 372 с.
41. Власенко І.В. Технологія конструкційних матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 224 с.
42. Грицай І.Є. Теорія різання. Лезове та абразивне оброблення металів. – Львів: Видавництво
43. Безпека праці та життєдіяльності: [Навчальний посібник] (Друге видання, перероблене і доповнене) / Піскунова Л.В, Бондарь В.І., Зубок Т.О. – К: ЦП «Компринт», 2022. – 386 с.
44. Грибан В.Г., Фоменко А.Є., Казначєєв Д.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці. – Дніпро: ДДУВС, 2022. – 388 с.
45. Оришака О. В., Горбачова Г.П., Марченко К.М. Основи охорони праці. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 175 с.
46. Халмурадов Б.К., Серікова К.В., Сінгаєвський В.В., Серіков Я.П. Основи охорони праці. – Київ: Центр навчальної літератури, 2024. – 250 с.

ДОДАТКИ

План-схема

Виробничих підрозділів господарства з вказанням місць тимчасового зберігання відходів

