

Допущено до захисту
 “___” _____ 2024 р.
 Зав. кафедри к.т.н., доцент
 (науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
 (підпис) (ініціали, прізвище)

до дипломної роботи
магістр
(освітній рівень)

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м--ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Киченко Володимир Миколайович
(прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 р.

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

Освітня програма _____ магістр _____
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **А.В. Войтік**
“ ____ ” _____ **2024 р.**

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Студенту _____ **Киченку Володимирі Миколайовичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проектування дільниці ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту заднього моста автомобіля МАЗ-54323»
керівник роботи _____ **к.т.н., доцент Петриченко Є.А.** _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від **“14” листопада 2024 р. № 01-06/261**

2. Строк подання студентом роботи _____ **25.11.2024 р.** _____

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі. Перелік несправностей. Дані для дослідження.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

—

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентація (не більше 20 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Дата підпису	
		видали завдання	прийняв завдання
Техніко-економічне обґрунтування	Петриченко Є.А., доцент		
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2024 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2024 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2024 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2024 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2024 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2024 р.	

Студент

(підпис)**Киченко В.М.**_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)**Петриченко Є.А.**_____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Киченко В.М. «Проектування ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту заднього моста автомобіля МАЗ-54323» (Дипломний проект, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 48 сторінках, у т.ч. 5 розділів, 10 таблиць, 18 джерел).

Мета проекту: дослідження діагностичних параметрів технічного обслуговування та ремонту заднього моста автомобіля МАЗ-54323.

В дипломному проекті також обґрунтовано і розраховано установки для механізованої видачі мастил під час обслуговування техніки.

З точки зору безпеки та охорони праці розроблений аналіз умов та заходів з охорони праці при роботі в пункті ТОі Р.

Ключові слова: **виробничо-господарська діяльність (ВГД), природно-кліматичні умови (ПКУ), машино-тракторний парк (МТП), сільськогосподарська техніка (С/Г техніка).**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1.Форма власності й організаційно-правова форма господарства.....	8
1.2 Оброблювані земельні угіддя й матеріальні активи господарства	8
1.3 Аналіз ремонту техніки господарства.....	11
2. ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Розрахунок програми робіт та загальної трудомісткості.....	13
2.2 Обґрунтування складу основних діляниць майстерні та розподіл трудомісткостей по видам робіт	16
2.3 Визначення чисельності робочих та формування штату майстерні.....	17
2.4 Проект ремонтно-монтажної ділянки.....	19
2.4.1 Розрахунок обладнання ділянки.....	19
2.4.2 Перевірочний розрахунок площі ділянки.....	22
2.5 Пропонований технологічний процес ремонту зернозбирального комбайна	22
2.6 Контроль якості ремонту зернових комбайнів.....	24
3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	27
3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень.....	27
3.1.1 Призначення та область використання розробленої конструкції	27
3.2 Розробка конструкторських рішень.....	27
3.2.1 Описання та обґрунтування розробленої конструкції.....	27
3.2.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції	28
3.2.3 Рівень нормалізаційної оцінки і уніфікації.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	35
4.1 Організація умов та заходів з охорони праці	35
4.2 Аналіз умов та заходів з охорони праці при роботі в ремонтній майстерні	38
4.3 Розробка організаційно-технічних заходів з ОП при роботі в ділянці обслуговування тракторів.....	39
5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	42
ВИСНОВОК	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Подальший розвиток економічного механізму господарювання в агропромисловому комплексі країни направлено на здійснення реальних умов для розвитку комплексної механізації сільськогосподарського виробництва, впровадження прогресивних технологій обробітку сільськогосподарських культур, раціонального використання МТП країни і служб, забезпечуючи їх надійну роботу.

Реалізація усіх цих вимог у великій мірі залежить від професійної підготовки інженерно-технічних працівників і цілісне підвищення ефективності технічного потенціалу агропромислового комплексу які будуть сприяти успішному розвитку сільськогосподарського виробництва.

Значне місце у вирішенні продовольчої проблеми в країні займає проблеми підтримування роботоздатності техніки у споживачів технологія технічного обслуговування і ремонту машин, основана на найновіших досягненнях науки і техніки.

Майбутнє сільського господарства знаходиться в нерозривному зв'язку з його оснащенням сільгоспвиробників високопродуктивною технікою.

Роботоздатність і справність МТП агропромислового комплексу країни досягається сучасним і своєчасним виконанням робіт по діагностиці, технічному обслуговуванні і ремонту. Для виконання цих робіт в країні необхідно розвивати розмежовану сітку ремонтно-обслуговуючих підприємств.

Поліпшення використання техніки здійснюється на базі науково-обґрунтованої планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту, яка дозволяє забезпечити високоефективну експлуатацію і роботоздатність машин.

Ця система призначена для рішення наступних завдань підвищення продуктивності праці і збільшення виробництва сільськогосподарської продукції на основі забезпечення належної технічної готовності машин; забезпечення їх належного збереження і продовження строків роботи; оптимізація структури і складу ремонтно-обслуговуючої бази, її планомірного і збалансованого розвитку, розвитку науково-технічного прогресу, обслуговування і ремонту техніки.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Форма власності й організаційно-правова форма господарства

Фермерське господарство «Троянда», на прикладі якого виконана дана робота, було зареєстровано постановою Голови адміністрації Уманського району Черкаської області в грудні 1997 р. Воно створено для ведення господарства по виробництву, переробці й реалізації сільськогосподарської продукції, а також для вільного підприємництва, здійснюваного на принципах економічної вигоди. Реєстрація була здійснена на підставі прийнятих у той період законів України "Про селянські (фермерські) господарства", "Про земельну реформу в Україні".

Фермерське господарство, що послужило об'єктом вивчення в даній роботі, перебуває недалеко від м. Умань. Раніше тут розміщалося одне з відділень великого державного підприємства - зернорадгоспу. Тепер тут, поряд з колективним господарством - правонаступником колишнього радгоспу, функціонує більше 30 фермерських господарств, товариств з обмеженою відповідальністю, відкритих акціонерних товариств і інших. Одне з них і має назву ФГ «Троянда». Воно створено шляхом об'єднання двох майнових паїв і стількох же земельних часток сім'ї Клименків, що раніше працювали в колгоспі.

Фермерське господарство, зареєструвавшись в 1997 р. як юридична особа й не змінивши свого юридичного статусу, має свою печатку, рахунок у банку, має право відкрити валютний рахунок, інші рахунки, вступати в ділові відносини з іншими підприємствами, організаціями, установами.

ФГ «Троянда» має повну самостійність і вправі робити дії, що не суперечать українському законодавству. Цим воно й займається. У той же час за порушення договірних зобов'язань, кредитно-розрахункової дисципліни, вимог до якості реалізованої продукції, інших правил здійснення господарської діяльності господарство не звільняється від повної майнової

відповідальності, передбаченої діючим законодавством. При цьому за навмисний продаж екологічно брудних продуктів харчування голова ФГ несе фінансову або кримінальну відповідальність.

1.2 Оброблювані земельні угіддя й матеріальні активи господарства

За станом на кінець 2014 р. обстежене фермерське господарство використовувало 124 га орних земель. З них 18 га перебувало в приватній власності

членів господарства. 106 га землі були взяті на два роки в оренду в жителів села, які є власниками часток, виділених їм при реорганізації колгоспу. Усього орендується 12 земельних часток. За кожний рік оренди орендар, відповідно до ув'язненого з орендодавцем договором, зобов'язується передавати їм по 1,7 т зерна (продовольчого й фуражного) і по 100 л соняшникового масла. Крім того, орендар зобов'язався сплачувати земельний податок за орендодавців по встановлюваним на черговий рік ставкам.

Крім землі майновий комплекс господарства утворює і сільськогосподарська техніка. Техніка була отримана за рахунок майнових паїв, отриманих при реорганізації колишнього підприємства. Частково вона придбана в інших пайовиків по залишковій вартості. Техніка в основному вислужила амортизаційний строк експлуатації. В 2013 році зношування по цих основних засобах не нараховувався. Проте господарство зуміло відновити всі види наявних машин і підтримує їх у працездатному стані. Строки виконуваних у господарстві земельних, посівних і збиральних робіт дотримуються. Вони не відрізняються від вимог, установлених агротехнікою.

До кінця 2014 р. ФГ «Троянда» мало у своєму розпорядженні наступну техніку:

Таблиця 1.1 – Перелік техніки господарства

№ п/п	Марка	Кількість
Трактори		
1	ДТ-75М	2
2	МТЗ-80	1
3	ЮМЗ-6	2
4	Т-150	2
5	К-700	1
Комбайни		
6	ДОН-1500	1
7	ДОН-1500Б	1
8	СК-5 „Нива”	1

Автомобілі		
9	ГАЗ-53	5
10	ЗІЛ-130	3
11	КрАЗ-65055-065	2
12	ВАЗ-2121 „Нива”	1
13	ЗАЗ „Таврія” пикап	1
С.г. машини		
14	Сівалки	5
15	Плуги	5
16	Луцильники	2
17	Борони (дискові, зубові)	2/25
18	Культиватори	4
19	Приставки для збирання соняшника та кукурудзи	3
20	Косарка КИР-1,5	1

Відсутні види техніки - міжрядні культиватори, просапні сівалки - залучаються в господарство за домовленістю з іншими фермерами. Замість їм передаються інші технічні засоби або виплачується погодинна оплата за домовленістю.

Протягом року господарство придбало й витратило для виконання польових робіт 16 тонн дизельного палива. Бензином автомобілі заправляють на автозаправних станціях.

В 2014 р. власна й орендована рілля була засіяна (зайнята) наступними культурами: озима пшениця - 48 га; яровий ячмінь - 24 га; соняшник - 32 га; кукурудза на зерно - 16 га; картопля, овочі - 4 га. Усього посівів - 124 га. Тобто чорних або чистих пар господарство не мало. Вся рілля засівалася.

Наведені дані свідчать про те, що понад 70 % оброблюваної ріллі зайнято під зерновими культурами, включаючи кукурудзу. При цьому строки посіву, обробки й збирання різблених культур не збігаються. Це дозволяє обходитися мінімальним залученням людей з боку. Вони потрібні лише під час збирання хлібів на транспортних роботах, а також - на ручних прополках. Картоплю, овочі обробляли

в основному для особистого споживання і як орендна плата власникам земельних часток.

Тваринництвом у господарстві займаються лише на особистому подвір'ї, оскільки в цьому випадку не потрібно платити податки. Кількість тварин становить: ВРХ – 32 гол., свині – 28 гол.

Показники, що характеризують майновий стан, оброблювані земельні угіддя, їхній розподіл між вирощуваними культурами наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Показники земле використання

Культура	Площа, га	Врожайність, ц/га
Озима пшениця	30	35
Кукурудза	25	30
Ячмінь	15	27
Соняшник	30	15
Кукурудза на силос	10	600
Люцерна	14	250

Показники, включені в таблицю 1.2, узяті зі статистичної звітності ФГ «Троянда» за відповідні роки, а також з журналу обліку основних засобів.

1.3 Аналіз ремонту техніки господарства

На кошти пайовиків (майнові сертифікати) у колишнього колгоспу було придбано ремонтну майстерню яка виконана за типовим проектом на 25 тракторів.

Але під час розпаювання колгоспу більшість обладнання було продано або порізано на металобрухт.

Зараз майстерня використовується як майстерня, тракторна бригада, автогараж та адміністративна будівля.

В майстерні функціонують такі дільниці як:

- ремонтно-монтажна;
- ковальсько–зварювальна;
- ремонту двигунів;
- слюсарно–механічна.
- площадка з регулювання с/г машин.

Ремонт МТП проводиться таким чином; машина після очищення від пожнивних залишків потрапляє на ремонтно-монтажну ділянку де проводяться ремонтні роботи. Ремонтні роботи які господарство не в змозі проводити, проводяться на спеціальних підприємствах.

В с/г машинах досить часто трапляються поломки які усуваються на ковальсько-зварювальній ділянці.

В важкому стані перебуває технологія ремонту комбайнів яка практично відсутня.

Висновки та задачі проекту

Проведений аналіз господарської діяльності господарства вказав на досить високий рівень господарювання. Дотримуються сівозмін, якісно оброблюються угіддя. Намічені тенденції до підвищення врожайності культур, що вирощуються в господарстві.

Але щоб отримувати високі врожаї треба якісно і вчасно оброблювати землю тому аналізуючи стан МТП господарства можна зробити висновок, що ремонтна база потребує покращення. Трактори та автомобілі знаходяться в тяжкому стані, та особливо потребує уваги технологія ремонту комбайнів.

Тому метою проекту є проект ділянки з ремонту комбайнів, для цього необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих технологій ремонту комбайнів;
 2. Розрахувати програму ремонту;
 3. Розробити заходи з планування робіт по ремонту комбайнів;
 4. Розробити засоби технічного оснащення;
 5. Провести заходи з поліпшення умов праці робітників;
- Провести техніко-економічну оцінку проекту.

2. ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок програми робіт та загальної трудомісткості

Для ремонтної майстерні загальний річний обсяг робіт визначається за формулою:

$$T_{\text{заг.}} = T_o + T_{\text{об.}} + T_{\text{вв.}} + T_{\text{вп.}} + T_{\text{ін.}} \quad (2.1)$$

де $T_{\text{заг.}}$ – сумарна трудомісткість, що виконується в рем. майстерні, люд.-год.;

T_o – сумарний обсяг робіт, що виконуються по основній продукції, люд.-год.;

$T_{\text{об.}}$ – обсяг робіт, пов'язаний з ремонтом обладнання майстерні, люд.-год.;

$T_{\text{вв.}}$ – обсяг робіт по виготовленню та відновленню деталей, люд.-год.;

$T_{\text{вп.}}$ – обсяг робіт по виготовленню та ремонту різноманітних пристосувань та інструментів, люд.-год.;

$T_{\text{ін.}}$ – інші роботи (невраховані), які виконуються в ремонтній майстерні, люд.-год.

Сумарний обсяг робіт по основній продукції, що виконуються ремонтними майстернями, визначаємо за формулою:

$$T_o = T_o' + T_d, \quad (2.2)$$

де T_o' – трудомісткість основних робіт, люд.-год.;

T_d – трудомісткість по діагностуванню, люд.-год. (3% від T_o);

Обсяг основних робіт визначається за формулою:

$$T_o' = T_{\text{пр}} + T_{\text{к}} + T_{\text{а}} + T_{\text{сгм}}, \quad (2.3)$$

де $T_{\text{пр}}$, $T_{\text{к}}$, $T_{\text{а}}$, $T_{\text{сгм}}$ – річна трудомісткість на поточний ремонт або технічне обслуговування тракторів, комбайнів та с.г. машин.

Визначаємо річну трудомісткість на поточний ремонт та технічне обслуговування машин за формулами:

$$T_{\text{тр}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{то}}, \quad (2.4)$$

де $T_{\text{пр}}$ – трудомісткість поточного ремонту машини, люд.-год. ;

$T_{\text{то}}$ – трудомісткість технічного обслуговування, люд.-год.

Річну трудомісткість на поточний ремонт визначаємо за формулою ;

$$T_{\text{пр і то}} = \frac{W_r \cdot n_i \cdot \eta_y}{1000} + \frac{W_r \cdot n_i \cdot \eta_y}{1000} \quad (2.5)$$

де W_r – річний запланований наробіток машини, мото-год.;

n_i – кількість машин даної марки, шт.;

η_y – нормативні питомі трудомісткості на ремонт та технічне обслуговування, люд.-год.

Для трактора однієї марки (Т-150) визначаємо трудомісткість на поточний ремонт та технічне обслуговування:

$$T_{T-150} = \frac{850 \cdot 2 \cdot 151}{1000} + \frac{850 \cdot 2 \cdot 108}{1000} = 660,4 \text{ люд.-год.}$$

Для інших марок тракторів розрахунки проводимо аналогічно, а результати заносимо до таблиці 2.1.

Для комбайнів визначаємо як:

$$T_K = \frac{W \cdot n_i \cdot \eta_y}{1000} + n_i \cdot \eta_y, \quad (2.6)$$

Тоді:

$$T_{K_{\text{дон 150}}} = \frac{320 \cdot 2 \cdot 170}{1000} + 2 \cdot 14 = 136,8 \text{ люд.-год}$$

Для інших марок комбайнів річну трудомісткість ТО та ремонту розраховуємо аналогічно, результати зносимо до таблиці 2.1.

Для автомобіля ГАЗ-53 річна трудомісткість поточних ремонтів та технічних обслуговувань на 1000 км пробігу:

$$T = \frac{40000 \cdot 5 \cdot 6,8}{1000} + \frac{40000 \cdot 5 \cdot 4,5}{1000} = 5296 \text{ люд.-год.}$$

Для інших марок автомобілів трудомісткість розраховуємо аналогічно. Дані розрахунків зводимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Трудомісткість ремонту машин

Наявність	Кількість	Трудом.
трактори		
К-700	1	236
Т-150	2	660,4
ДТ-75	2	756
МТЗ – 80	1	320
ЮМЗ – 6Л	2	256

Комбайни		
Дон - 1500	2	136,8
СК – 5 “Нива”	1	121
Автомобілі		
КрАЗ – 65055-065	2	578
ЗІЛ – 130	3	924
ГАЗ – 53	5	5296
ВАЗ-2121	1	53
ЗАЗ	1	46

Трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт сільськогосподарських машин становить 100% від трудомісткості поточного ремонту тракторів тому вона становить 3996,4 люд.год.

Визначимо трудомісткість робіт:

$$T_o' = 3996,4 + 416,8 + 6798 + 336 = 11547,5 \text{ люд.-год};$$

Визначаємо обсяг робіт, пов'язаний з ремонтом встановленого обладнання:

$$T_{obl.} = T_o * 0.08 = 11547,5 * 0,08 = 923 \text{ люд.-год.} \quad (2.7)$$

Обсяг робіт по виготовленню та відновленню деталей визначаємо за формулою:

$$T_{виг.} = T_o * 0.05 = 11547,5 * 0,05 = 577,4 \text{ люд.-год.} \quad (2.8)$$

Обсяг робіт по виготовленню та ремонту інструменту та різноманітних пристосувань визначаємо:

$$T_{i.p.} = T_o * 0.03 = 11547,5 * 0,03 = 346,4 \text{ люд.-год.} \quad (2.9)$$

Обсяг неврахованих робіт, які виконуються в ремонтній майстерні:

$$T_{пр} = T_o * 0.1 = 11547,5 * 0,1 = 1154,7 \text{ люд.-год.} \quad (2.10)$$

Загальний річний обсяг визначаємо за формулою :

$$T_{заг} = 11547,5 + 923 + 577,4 + 346,4 + 1154,7 = 14549 \text{ люд.-год.}$$

Визначаємо кількість умовних ремонтів за формулою :

$$N = \frac{T_{об}}{300} = \frac{14549}{300} = 48,4 \text{ ум. ремонтів.} \quad (2.11)$$

2.2 Обґрунтування складу основних дільниць майстерні та розподіл трудомісткостей по видам робіт

Проведені розрахунки об'ємів ремонтно-обслуговуючих робіт по підтриманню машинно-тракторного парку в роботоздатному стані, їх розподіл між об'єктами ремонтної бази дозволили визначити загальну трудомісткість робіт, яку необхідно провести в майстерні.

Вона включає в себе наступні основні дільниці: ремонтно-монтажна, слюсарно-механічна, ковальсько-зварювальна, з ремонту і випробування двигунів.

Їх перелік показує, що прийнятий технологічний процес в основному відповідає технологічному плануванню майстерні.

Для сформованого складу дільниць майстерні проведено розподіл трудомісткостей ремонтних робіт за їх видами, враховуючи, що загальна трудомісткість дорівнює 14549 люд.-год.

Він проводиться згідно відсоткового розподілу в залежності від виду ремонтних робіт, а більш інформативно його представляють в табличному вигляді.

Наведемо розподілення трудомісткостей між сформованими дільницями в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Трудомісткість робіт по дільницям за їх видами

№ п/п	Назва дільниці	Навантажен ня дільниці в %	Навантаження дільниці в люд.год.
1	Зовнішнього очищення та розбирання	3,5	509,2
2	Ремонтно-монтажна	36,5	5279,8
3	Поточного ремонту двигунів	15	2182,4
4	Склад запасних частин та інструментальна	-	-
5	Мідницько-жерстяницька	2,4	349,2
6	Слюсарно-механічна	20,6	2997,1

7	Ремонту с.-г. машин та обладнання тваринницьких ферм	10	1454,9
8	Зварювальна	8,5	1236,6
9	Ковальська	3,5	509,2
ВСЬОГО		100	14549

2.3 Визначення чисельності робочих та формування штату майстерні

Склад виробничих робочих майстерні встановлюється на основі номенклатури робіт майстерні та прийнятої технології ремонтно-обслуговуючих робіт.

Чисельність робочих по кожному виду робіт визначається із трудомісткості робіт та фонду часу робочих за формулою:

$$P = \frac{T_p}{\Phi \cdot \kappa}, \quad (2.12)$$

де T_p – річна трудомісткість будь-якого виду робіт, люд.год.

Φ – річний фонд часу робочого даної професії, год.

κ – запланований коефіцієнт перевиконання норми виробітку, ($\kappa = 1,05 \dots 1,15$).

При розрахунку числа робочих для будь-якого виробничого підрозділу (цеху або дільниці) розрізняють списочний та явочний склад виробничих робочих

Списочний склад виробничих робочих $P_{сп}$ використовують на виробництві, його розраховують по дійсному фонду часу:

$$P_{cn} = \frac{T_p}{\Phi_d \cdot \kappa}, \quad (2.13)$$

де Φ_d – дійсний фонд часу робітника, год. ($\Phi_d = 1860$ год.)

$$P_{cn} = \frac{14549}{1860 \cdot 1,15} = 6,8 \text{ чол.}$$

Приймаємо списочний склад виробничих робочих 7 чоловік.

Явочний склад виробничих робочих визначають по номінальному фонду часу:

$$P_{я} = \frac{T_p}{\Phi_D \cdot \kappa}, \quad (2.14)$$

де Φ_H – номінальний фонд часу робочого, год. ($\Phi_H=2070$ год.)

$$P_{я} = \frac{14549}{2070 \cdot 1,15} = 6,1 \text{чол.}$$

Приймаємо явочний склад робочих 6 чоловік.

Розрахунок загального числа працюючих в майстерні проводиться по формулі:

$$P_z = P_{осн} + P_{\partial} + P_{imp} + P_c + P_{мон}, \quad (2.15)$$

де $P_{осн}$ – чисельність основних виробничих робочих, чол.

$$P_{осн} = \frac{T_p}{\Phi_D \cdot \kappa} = \frac{14549}{2070 \cdot 1,15} = 6,1 \text{чол.}$$

Приймаємо основний виробничий склад робочих 6 чоловік.

P_{∂} – чисельність допоміжних робочих, визначається як 10...15% від основного складу робочих:

$$P_{\partial} = 0,15 \cdot P_{осн} = 0,15 \cdot 6 = 0,92 \text{чол.} \quad (2.16)$$

P_{imp} – чисельність інженерно-технічних працівників, визначають по формулі:

$$P_{imp} = 0,1 \cdot (P_{осн} + P_{\partial}) = 0,1 \cdot (6 + 1) = 0,7 \text{чол.} \quad (2.17)$$

Приймаємо одного інженерно-технічного працівника.

P_c – кількість службовців, визначається за формулою:

$$P_{imp} = 0,03 \cdot (P_{осн} + P_{\partial}) = 0,03 \cdot (6 + 1) = 0,21 \text{чол.} \quad (2.18)$$

$P_{мон}$ – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу, визначається по формулі:

$$P_{мон} = 0,04 \cdot (P_{осн} + P_{\partial}) = 0,04 \cdot (6 + 1) = 0,28 \text{чол.} \quad (2.19)$$

Так як завантаженість молодшого обслуговуючого працівника та службовця мала, то приймаємо одного робочого який буде суміщувати ці дві роботи.

Підставляємо знайдені значення в формулу :

$$P_z = 6 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{чол.}$$

Таким чином штат майстерні складає 9 чоловік.

2.4 Проект ремонтно-монтажної дільниці

2.4.1 Розрахунок обладнання дільниці

Ремонтно-монтажна ділянка має виробничу площу 288 м². На ділянці виконуються ремонтно-монтажні роботи, пов'язані зі складанням та регулюванням тракторів, комбайнів та с/г машин.

Ділянка обладнана стендами для складання та обкатування вузлів тракторів, вертикально-свердлильний й обдирочно-шліфувальними верстатами, верстатами й стелажми. До основного технологічного обладнання ділянки відносяться наступні стенди.

Стенд для розбирання та складання передніх мостів тракторів та передніх і задніх мостів автомобілів, стенд для розбирання складання кареток підвіски тракторів, стенд для обкатки кареток, стенд для ремонту мостів комбайну та інше.

Вихідними даними для визначення кількості обладнання являються технологічний процес і трудомісткість виконання окремих видів робіт або операцій.

При визначенні кількості обладнання необхідно розрахувати кількість основного обладнання, на якому виконують основні найбільш складні та трудомісткі технологічні операції ремонту агрегатів і відновлення деталей.

До основного обладнання слід віднести мийні машини, металооброблювальні верстати, ванни для гальванічного нарощування, стенди для обкатки і випробування.

Кількість розбирально-складальних стендів визначаємо по формулі:

$$S_e = \frac{T_e * K_n}{\Phi_{o.o.} * \eta_o}, \quad (2.20)$$

де T_{ϵ} - річна трудомісткість розбирально-складальних робіт ($T_{\epsilon}=1300$ люд.-год.);

K_n - коефіцієнт нерівномірності завантаження підприємства ($K_n=1 \dots 1,3$);

η_o - коефіцієнт використання обладнання ($\eta_o=0,86 \dots 0,9$).

$$S_{\epsilon} = \frac{1300 * 1,3}{2030 * 0,86} = 0,97 \text{шт.}$$

Приймаємо один стенд.

Число стендів для обкатки та випробування розраховують за формулою:

$$S_c = \frac{N_d * t_o * C}{\Phi_{d.o.} * \eta_{c.d.}}, \quad (2.21)$$

де N_d – кількість агрегатів, що підлягають обкатці, шт.;

t_o - час обкатки двигуна, (2,3 год.);

C - коефіцієнт, що враховує можливість повторного випробування ($C=1,1 \dots 1,05$);

$\eta_{c.d.}$ - коефіцієнт використання стендів, ($\eta_{c.d.}=0,9 \dots 0,95$).

$$S_c = \frac{35 * 2,3 * 1,1}{2010 * 0,9} = 0,05 \text{шт.}$$

Приймаємо один стенд для обкатки агрегатів, але на інших ділянках також встановлюємо необхідне випробувальне обладнання, яке приведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відомість технологічного обладнання ремонтно-монтажної дільниці

Позначення	Найменування, шифр або марка обладнання	К-сть	Габаритні розміри, мм	Площа		Електропотужн., кВт
				Одиниц. обладн.	Всього	
1	2	3	4	5	6	7
1	Верстак слюсарний	2	1500x850	0,89	0,89	-
2	Стелаж	2	1500x750	1,12	2,24	-
3	Мийна машина	1	2200x1500	3,30	3,30	5,5
4	Стенд для розбирання кареток тракторів	1	2100x750	1,6	1,6	2,5
5	Стенд для ремонту мостів комбайну	1	2500x800	2	2	3
6	Стенд для розбирання та складання коробок передач	1	1500x1000	1,5	1,5	1,2
7	Стенд для ремонту соломотрясу	1	2600x1500	3,9	3,9	2,2
8	Стенд для ремонту барабанів	1	1200x600	0,72	0,72	-
9	Пересувний візок	1	1000x800	0,8	0,8	
10	Компресор	1	600x500	0,3	0,3	1,5
11	Кран балка	1				5

2.4.2 Перевірочний розрахунок площі ділянки

До виробничих площ ділянок ремонтної майстерні відносяться площі, що зайняті технологічним обладнанням, робочими місцями, заготовками, деталями та вузлами які знаходяться біля робочих місць.

Виробничу площу ділянок розраховують за формулою:

$$F_d = (F_{об} + F_m) \sigma, \quad (2.22)$$

де $F_{об}$ та F_m – площі зайняті обладнанням та машинами, m^2 ;

σ – коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи.

$$F_{д.з.о.} = (52 + 25.9) 3...3,5 = 233,7...272,7 m^2$$

Приймаємо $288 m^2$.

2.5 Пропонований технологічний процес ремонту зернозбирального комбайна

Проектована ділянка призначена для виконання ремонту комбайнів агрегатним методом при тупиковому способі їхнього розташування.

Комбайни доставляються на площадку ремонтного фонду. При прийманні комбайнів на проектованій ділянці ведеться відомість дефектів.

Комбайн і жниварку окремо доставляють у відділення зовнішнього очищення, де їх миють, використовуючи мийну машину ОМ-830. Температура води - $40-80^{\circ}C$.

Після зовнішнього очищення молотарка та жниварка надходить на робочі місця ремонту на ремонтно-монтажну ділянку. Доставка відбувається за допомогою трактора МТЗ-82 з жорстким зчепом. Молотарка розбирається на робочих місцях на агрегати й складальні одиниці. Розглянемо розбірні роботи з робочих місць: на робочому місці № 3 знімають із комбайна ДВС, паливну апаратуру, шнеки, елеватори. Транспортні роботи - місце № 4. Робоче місце № 6 - це розбирання вузлів і агрегатів молотарки. Розбирання молотарки, битерів, елеваторів, шнеків пропонується робити на робочому місці № 7. Розбирання контроприводів, валів, автомата копичника, граблин - місце № 9.

При розбиранні молотарки на вузли й складальні одиниці використовують наступне встаткування й пристосування: знімач для шківів і зірочок (70-7823-1303М); знімач для клинових шпонок (ОР-6751); комплект для демонтажу підшипників (ОР-6847); пристосування монтажне (ОР-6851);

драбина монтажна (70-7878-1319); пристосування для демонтажу вала соломонабивача (70-7819-1322); домкрат; технологічна підставка для комбайна; верстат (ОРГ-1468-01-07); верстат (ОРГ-1468-01-090А). Вузли й складальні одиниці молотарки надходять у відділення зовнішнього очищення. Вузли й складальні одиниці розбирають на спеціальних робочих місцях.

При розбиранні вузлів і складальних одиниць молотарки на деталі використовується встаткування й пристосування: стенд для розбирання й складання варіаторів (ОР-6787); стапель для розбирання й складання вентилятора (ОР-6852); стапель для розбирання й складання крильчатки вентиляторів (ОР-6862). Після мийки у відділенні зовнішнього очищення деталей молотарки деталі надходять на дефектування й комплектування, на якому використовуються спеціальні й контрольні пристосування. Після дефектування годні деталі відправляються на комплектацію, негодні в утиль, а частина на відновлення. Ремонт і складання вузлів і складальних одиниць відбувається в розбірно-складальному відділенні.

Ділянка ремонту комбайнів працює в кооперації з іншими підрозділами де ремонтуються двигун та інші агрегати.

Складання молотарки здійснюємо на робочих місцях № 6, 7. Складання кабіни, варіатора швидкості відбувається на робочому місці № 9. Складання валів соломотряса - робоче місце № 12. Установка коліс відбувається на робочому місці № 13.

Потім комбайн заправляють маслом, водою, дизельним паливом. Після чого комбайн перевіряють та обкатують, де він проходить гаряче обкатування. Комбайни, що пройшли обкатування, фарбують у відділенні фарбування й доставляють на площадку готової продукції.

Жниварка, що надходить після зовнішнього очищення у відділення ремонту жниварки, розділяється на безпосередньо жниварку, похилу камеру й підбирач. Ремонт деталей жниварки відбувається на робочому місці № 1. При цьому використовується встаткування: стенд для ремонту ножів ріжучих апаратів (ОР-6701М), стенд для ремонту жниварок (ОР-13146), пристосування для заточень ножів (ОПР-3562), підставка для складання й розбирання

мотовила, стенд для контролю, ремонту й балансування шнека жниварки, зварювальний трансформатор.

Робоче місце № 3 - це місце ремонту похилої камери. При цьому робоче місце обладнане стендом для складання, ремонту й обкатування похилих камер. Для усунення несправностей підбирача передбачений стенд для ремонту й обкатування підбирача. Після ремонту жниварку збирають на робочому місці № 2, а потім жниварка надходить на робоче місце № 4, де її фарбують і доставляють на площадку готової продукції. На цій площадці її приєднують до молотарки. Після цього комбайн пропонується обкатати протягом однієї години. Для фарбування комбайнів пропонується використовувати емаль різних кольорів, наприклад, емалі ПФ-133, ПФ-115, ПФ-188 і ін.

2.6 Контроль якості ремонту зернових комбайнів

Процес контролю якості ремонту містить у собі організацію й проведення вхідного контролю запасних частин, матеріалів і агрегатів. На спроектованій ділянці форма організації контролю - залежна. Вид технічного контролю на спроектованій ділянці - вибірковий контроль. Контроль якості готової продукції полягає в перевірці відремонтованих комбайнів і встановлення всіх параметрів в відповідності до технічних умов.

При візуальному й органолептичному контролі як засоби виступають органи почуттів людини, при візуальному контролі, зокрема, - органи зору. У деяких випадках при візуальному й органолептичному контролі використовуються засоби оптичні, механічні й т.д.

Основні документи контролю якості ремонту комбайнів на спроектованій ділянці: відомість дефектів, журнал обкатування й випробування складальних одиниць, гарантійний талон, паспорт на відремонтований комбайн, журнал обліку рекламаций.

До зернозбирального комбайна, що пройшов ремонт на спроектованій ділянці пред'являються наступні вимоги:

- відносно технічного стану:

1) Всі зірочки й шківів, зв'язані між собою передаточним ланцюгом або клиноподібним ременем, повинні перебувати в одній площині.

2) Биття зірочок при прокручуванні допускається не більше значень, зазначених у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Биття зірочок, що допускається

Діаметр зірочок, мм	Биття, мм	
	Радіальне (по западинах)	Осьове
До 100	0,5	0,35
100.....200	0,75	0,60
200.....300	1,0	0,75
300.....400	1,0...1...1,2	1,0

Прогин ремня при навантаженні 40 кН у середній частині його провідної галузі повинен відповідати певним значенням (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Прогин ремня в середній частині для різних передач

Передача на вал	Прогин при навантаженні 40 кН, мм	
	СК-5 "Нива"	Дон 1500
Головного контрпривода	30...35...35	30...35...35
Молотильного барабана	4...6...6	2...3...3
Заднього контрпривода	17...22...22	17...22...22
Зернового шнека	27...32...32	28...33...33
Вентилятора очищення	14...17...17	14...17...17
Похилої камери жниварки	15...19...19	15...19...19
Варіатора ходової частини	6...8...8	6...8...8
Соломотряса	14...16...16	20...25...25

При нормальному натягу ланцюга похилого транспортера зазор між днищем каркаса й гребнями не повинен перевищувати 10 мм, а довжина пружин після натягу повинна бути 87...92 мм для СК-5.

Максимальний зазор між панеллю молотарки й торцем бича становить 3 мм. У крайнім положенні (на першому зубі сектора) зазори між планками підбарабання й бичами барабана повинні бути 18+/-1 мм на вході, 14+/-1 мм у зоні з'єднання підставки з основним підбарабанням і 2+/-1 мм на виході.

Для зменшення втрат при збиранні комбайни піддають герметизації. Між підбирачем і пальцевим брусом жниварки по всій довжині підбирача встановлюється прогумований ремінь.

3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень

3.1.1 Призначення та область використання розробленої конструкції

Аналізуючи роботу підприємства можна сказати, що роботи по обкатці та випробовуванню вузлів та агрегатів комбайну виконуються не в повній мірі та на низькому рівні. А саме ці роботи в першу чергу впливають на якість ремонту відремонтованого виробу. Проведення цих робіт дозволяє подовжити ресурс агрегату та комбайна в цілому, а також при випробуванні визначають відповідність функціональних параметрів за технічними умовами.

Для забезпечення високої якості проведення обкат очних та випробувальних робіт потрібно мати механізовані засоби – стенди для обкатки та випробовування.

З цією метою нами пропонується розробити стенд для проведення обкатки та випробовування моста ведучих коліс комбайна ДОН-1500.

Даний стенд може бути використовуватися на підприємствах, що спеціалізуються на капітальному ремонті зернозбиральних комбайнів.

Основні вимоги для спроектованої конструкції повинні бути наступні: простота конструкції, можливість проведення робіт при різних режимах навантаження, високий ресурс роботи та надійність.

3.2 Розробка конструкторських рішень

3.2.1 Описання та обґрунтування розробленої конструкції

Розроблена конструкція стенду складається з зварної рами. на якій розміщені всі основні вузли стенду. Привід стенду здійснюється від трьохфазного асинхронного двигуна змінного струму, що за допомогою пасової передачі передає рух до первинного валу коробки передач стенду, яка призначена для забезпечення трьохшвидкісного режиму роботи.

Вона забезпечує частоту обертання валу 640, 1240 та 1500 об/хв., відповідно на різних передачах.

Далі рух передається через втулочно-пальцеву муфту, та клинопасову передачу на привід шпинделя стенду, що з'єднаний з первинним валом редуктора коробки діапазонів швидкостей комбайна.

На обкатку ведучий міст потрапляє в зборі за допомогою кран-балки, після чого встановлюється на стенд за допомогою кріпильних болтів і за допомогою муфти з'єднується зі шпинделем стенда.

Перед пуском стенду необхідно перевірити на тяжіння клинопасових передач, надійність кріплення моста та вузлів стенду, наявність та цілісність захисних кожухів.

Необхідно також заправити бортові редуктори та коробку діапазонів швидкостей трансмісійним маслом (марки ТАП-17) до необхідного рівня, після чого стенд – готовий до роботи.

Час обкатки в першому режимі складає 15 хв, на другому – 20 хв, та на третьому не менше 25 хв. При чому всі 3 режими використовуються на різних передачах коробки діапазонів швидкостей, що дає змогу приробитися всім деталям моста ведучих коліс.

Тільки при чіткому дотриманні технології можна отримати високу якість обкатки.

Після завершення обкатки, ведучий міст за допомогою кран-балки потрапляє на поточну лінію складання комбайна, де безпосередньо монтується на нього.

3.2.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

Для забезпечення необхідного крутного моменту на шпинделі стенду необхідно забезпечену передачу необхідної потужності. З цією метою необхідно розрахувати потрібну потужність приводного електродвигуна.

Потужність електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N = \frac{T \cdot n}{9550 \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

де N – необхідна потужність електродвигуна, кВт

T – крутний момент на валу шпинделя, Нм;

n – максимальна частота обертів на валу шпинделя, об/хв.
($n = 1500$ об/хв.);

η - коефіцієнт корисної дії передачі, ($\eta = 0,78$).

Тоді

$$N = \frac{50 \cdot 1500}{9550 \cdot 0,78} = 10,1 \text{ кВт.}$$

Вибираємо двигун 4A125 М6У3, в якого номінальна потужність $N = 12 \text{ кВт}$; частота обертання $n = 1500 \text{ об/хв}$.

Для забезпечення працездатності станду необхідно провести розрахунок клинопасової передачі, що передає рух від коробки передач станду до його шпинделя.

Розрахунок проводимо по вибору типу та кількості клинових пасів по методиці викладеної в по ГОСТ 1284.3-80 .

Переріз пасу вибираємо з графіка за потужністю двигуна та частотою обертання шківа. Призначаємо переріз Б.

Приймаємо діаметр ведучого шківа $d_{p1} = 160 \text{ мм}$ находимо потужність, що передається одним пасом в еталонних умовах $P_o = 3,4 \text{ кВт}$.

Діаметр веденого шківа складає:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot i, \quad (3.2)$$

де i – передаточне число передачі, ($i = 1,25$).

Тоді

$$d_{p2} = 160 \cdot 1,25 = 200 \text{ мм}.$$

За рекомендаціями приймаємо попереднє значення міжосьової відстані рівною $a_w = 800 \text{ мм}$.

Визначаємо розрахункову довжину паса

$$l \approx 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a}, \quad (3.3)$$

$$l' = 2 \cdot 800 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 200) + \frac{(160 + 200)^2}{4 \cdot 800} = 2205 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартну довжину паса $l = 2250 \text{ мм}$

Уточнюємо міжосьову відстань

$$a = \frac{2 \cdot l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8}, \quad (3.4)$$

$$a = \frac{2 \cdot 2250 - 3,14 \cdot (160 + 200) + \sqrt{[2 \cdot 2250 - 3,14(160 + 200)]^2 - 8 \cdot (200 - 160)^2}}{8} = 810 \text{ мм}$$

Визначаємо кут охопту малого шківа ременем:

$$\alpha = 180 - \frac{57 \cdot (d_2 - d_1)}{a}, \quad (3.5)$$

$$\alpha = 180 - \frac{57 \cdot (200 - 160)}{810} = 177^\circ$$

Визначаємо розрахункову потужність, що передається одним пасом

$$P_P = \frac{P_o \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_i}{C_P}, \quad (3.6)$$

де P_o – номінальна потужність, що передається одним пасом при $\alpha=180^\circ$, $i = 1$ ($P_o = 3,4$ кВт);

C_α – коефіцієнт кута охопту (при $\alpha=177^\circ$ $C_\alpha = 0,98$);

C_l – коефіцієнт довжини паса, ($C_l = 0,9$);

C_i – коефіцієнт передаточного числа ($C_i = 1,1$);

C_P – коефіцієнт режиму навантаження (при спокійному навантаженні $C_P = 1$).

Тоді

$$P_P = \frac{3,4 \cdot 0,98 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1} = 3,3 \text{ кВт.}$$

Визначаємо необхідну кількість пасів

$$z = \frac{P}{P_P \cdot C_z}, \quad (3.7)$$

де C_z – коефіцієнт числа пасів (при $z = 4 \dots 6$, $C_z = 0,9$).

$$z = \frac{10,1}{3,3 \cdot 0,9} \approx 4.$$

Колова швидкість паса

$$V = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60000}, \quad (3.8)$$

де V – колова швидкість пасу, м/с;

d_2 – діаметр ведучого шківа, мм ($d_2 = 400$ мм);

n_2 – частота обертання ведучого шківа, об/хв ($n_2 = 1500$)

$$V = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1500}{60000} = 31,4 \text{ м/с}$$

Попередній натяг паса визначаємо як

$$F_o = \frac{0,85 \cdot P \cdot C_p \cdot C_l}{z \cdot V \cdot C_\alpha \cdot C_i} + F_v, \quad (3.9)$$

де F_o – попередній натяг пасу, Н;

F_v – додатковий натяг від дії відцентрових сил, Н.

Додатковий натяг знаходиться по формулі

$$F_v = \rho \cdot A \cdot V^2, \quad (3.10)$$

де ρ – питома густина матеріалу паза, кг/м^3 ($\rho = 1250$);

A – площа поперечного перерізу паза, м^2 ($A = 138 \cdot 10^{-6}$).

$$F_v = 1250 \cdot 138 \cdot 10^{-6} \cdot 31,4^2 = 170,1 \text{ Н}$$

Тоді

$$F_o = \frac{0,85 \cdot 10,1 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,9}{4 \cdot 31,4 \cdot 0,98 \cdot 1,1} + 170,1 = 240 \text{ Н}$$

Радіальна сила, що дія на вал в статичному стані визначається як

$$F_r = 2F_o \cos(\beta/2) \cdot z, \quad (3.11)$$

де F_r – радіальна сила. що діє на вал, Н;

$\beta/2$ – кут, під яким діє сила F_r , °.

В свою чергу

$$\beta/2 = (180 - \alpha)/2 = (180 - 177)/2 = 3,5^\circ.$$

Тоді

$$F_r = 2 \cdot 240 \cdot \cos 3,5^\circ \cdot 4 = 1916 \text{ Н.}$$

Ресурс наробітку паса визначимо по формулі

$$T = T_{cp} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (3.12)$$

де T_{cp} – ресурс наробітку паса ($T_{cp} = 2000 \text{ час}$);

k_1 – коефіцієнт режиму навантаження ($k_1 = 2,5$);

k_2 – коефіцієнт кліматичних умов ($k_2 = 1$).

$$T = 2000 \cdot 2,5 \cdot 1 = 5000 \text{ год.}$$

Таким чином розрахунки клинопасової передачі забезпечать працездатність розробленої конструкції.

Проведемо розрахунки на міцність також для шпонкового з'єднань, так як воно може являтися причиною втрати працездатності конструкції.

З'єднання шківів з приводним валом стенду здійснюється за допомогою призматичної шпонки. При передачі крутного моменту в шпонці виникають дотичні напруження зрізу, та напруження зминання, які в свою чергу і являються основними критеріями забезпечення роботоздатності з'єднання.

Умови міцності шпонкового з'єднання можна представити в вигляді:

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{h \cdot l \cdot d} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.13)$$

$$\tau_{зр} = \frac{2T}{b \cdot l \cdot d} \leq [\tau_{зр}], \quad (3.14)$$

де $\sigma_{зм}$, $\tau_{зр}$ – напруження зминання та напруження зрізу, відповідно, МПа;

T – крутний момент на валу, Нм ($T = 50$);

h – висота шпонки, мм ($h = 9$);

b – ширина шпонки, мм ($b = 10$);

l – довжина шпонки, мм ($l = 30$);

d – діаметр валу, мм ($d = 35$);

$[\sigma_{зм}]$, $[\tau_{зр}]$ – допустимі напруження на зминання та зріз відповідно, МПа.

Допустиме напруження зминання визначаємо за формулою

$$[\sigma_{зм}] = \frac{\sigma_T}{S \cdot K_3 \cdot K_{пр} \cdot K_d}, \quad (3.15)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу шпонки, МПа ($\sigma_T = 500$);

S – коефіцієнт запасу міцності, ($S = 1,3$);

K_3 – коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження, ($K_3 = 2,1$);

$K_{пр}$ – приведений коефіцієнт концентрації навантаження;

K_d – коефіцієнт динамічності навантаження, ($K_d = 1,5$).

Приведений коефіцієнт нерівномірності навантаження визначається як

$$K_{пр} = K_{кр} + K_e - 1, \quad (3.16)$$

де $K_{кр}$ – коефіцієнт концентрації навантаження від закручування валу, ($K_{кр} = 1,3$)

K_e – коефіцієнт нерівномірності навантаження від несиметричного розташування валу, ($K_e = 1,5$).

$$K_{пр} = 1,3 + 1,5 - 1 = 1,8$$

Тоді

$$[\sigma_{зм}] = \frac{500}{1,3 \cdot 2,1 \cdot 1,8 \cdot 1,5} = 67,8 \text{ МПа.}$$

Визначаємо напруження зминання по формулі (3.15)

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{9 \cdot 30 \cdot 35} = 12,5 \leq 67,8 \text{ МПа,}$$

Тобто умова міцності виконується

Визначаємо напруження зрізу

$$\tau = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^3}{20 \cdot 30 \cdot 35} = 4,5 \text{ МПа} \leq 25 \text{ МПа.}$$

Умова міцності на зріз також виконується.

Проведені розрахунки показують що працездатність конструкції забезпечується в повній мірі.

3.2.3 Рівень нормалізаційної оцінки і уніфікації

Одним із ефективних методів, що прискорюють і здешевлюють проектування і підготовку пристроїв, я являється уніфікація, нормалізація і стандартизація деталей і елементів пристроїв.

Досвід роботи ремонтних підприємств показує, що більшість пристроїв може бути виготовлено із нормалізованих і стандартних елементів. Застосування їх в конструкціях стендів дозволяє проводити заміну, якщо вони вийшли з ладу і підвищити оцінку уніфікації.

Нормалізація і стандартизація дає економічний ефект на всіх етапах створення і використання пристроїв:

- 1) На етапі проектування. Нормалізовані і стандартизовані деталі і збірні одиниці не конструюють заново, і тому нема необхідності робити робочі креслення.
- 2) На етапі приготування. При приготуванні різноманітних пристроїв з використанням нормалізованих і стандартних деталей, а також

збиральних одиниць збільшується число однакових деталей і збиральних одиниць, тому їх можна готувати партіями та про запас.

- 3) На етапі експлуатації. Ряд швидкозношуваних деталей приходится замінювати. При використанні нормалізованих і стандартних елементів прискорюється і здешевлюється ремонт пристроїв.

Для оцінки рівня уніфікації проектуючого стенда використовується коефіцієнт застосовності він повинен бути в інтервалі 55...75%.

Коефіцієнт застосовності визначається з формули:

$$K_3 = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100\%, \quad (3.17)$$

де n – загальна кількість типорозмірів, складових частин виробу;

n_0 – загальна кількість оригінальних типорозмірів виробу.

В нашій конструкції стенду загальна кількість складових частин становить $n=28$, а оригінальних частин $n_0=6$.

Тоді коефіцієнт застосовності буде рівний:

$$K_3 = \frac{28 - 6}{28} \cdot 100\% = 78\%.$$

Одержаний коефіцієнт $K_3=78\%$ задовольняє вимогам вказаним в технічній документації ($K_3=55\ldots75\%$), що свідчить про вдалу конструкцію розроблювального стенду.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – обов’язковий та важливий елемент організації сільськогосподарського виробництва, необхідна умова та складова частина наукової організації праці.

В сучасних умовах зростає роль головних спеціалістів, їх відповідальність за проведення заходів щодо профілактики виробничого травматизму, покращання умов праці та дотримання техніки безпеки при проведенні ремонтних робіт сільськогосподарської техніки.

Інженерно-технічні працівники зобов’язані проводити перевірки виконання вимог актів, приписань, наказів по охороні праці. Покращувати умови труда, проводити санітарно-оздоровчі заходи, впроваджувати нову техніку, яка дозволить знизити виробничий травматизм та професійні захворювання.

4.1 Організація умов та заходів з охорони праці в ФГ «Троянда»

За організацію роботи та покращення небезпечних умов праці в господарстві відповідає голова правління, а також інженер з охорони праці. На виробничих пунктах за цю роботу відповідають керівники цих ланок.

Інженер з охорони праці веде основну роботу по навчанню працівників безпечним методам праці, розробляє необхідні заходи для покращення стану охорони праці та пожежної безпеки. Він також виконує контроль за виконанням вимог по охороні праці, проводить та оформлює вступний інструктаж при прийомі на роботу.

В господарстві проводяться інструктажі та навчання по охороні праці, які носять в основному сезонний характер, вони проводяться взимку. Виконуються правила охорони праці на виробничих ділянках та безпосередньо на робочих місцях в майстернях та на фермах, а також бригадах на потрібному рівні. Це досягається за допомогою підвищеного контролю з боку керівників ділянки.

При прийомі на роботу проводиться вступний інструктаж по охороні праці. Інструктаж на робочому місці проводиться бригадами, завідувачами. Керівники ділянок заповнюють журнал реєстрації інструктажу по охороні праці. Не дивлячись на всю відповідальність, покладену на інструктора, деякі інструктажі проводяться невчасно.

Перед весняно-польовими роботами, а також перед збиранням врожаю у ВАТ проводяться періодичні інструктажі. Після нещасного випадку в господарстві, незалежно від строку проведення останнього інструктажу, терміново проводиться додатковий позачерговий інструктаж по охороні праці.

Аналізуючи річні звіти, можна зробити висновок, що в завантажені періоди в сівозміні організована 2-х змінна робота на тракторах, на роботах, пов'язаних з агрохімікатами. Однак, в дійсності люди працюють інколи по 10-12 один на добу, а день відпочивають. При роботі з агрохімікатами порушується робочий день. Замість 6 годин роботи, робітники працюють по 8-10 годин.

В господарстві є велика кількість виробничих приміщень. Проте не всі приміщення господарства обладнанні вентиляцією.

Видача спецодягу, індивідуальних засобів захисту в господарстві проводиться не регулярно. Видається спецодяг лише робітникам, які працюють з агрохімікатами.

Всі електроустановки господарства знаходяться в задовільному стані. Ведеться робота з технічною документацією, також проводяться планові технічні огляди. Періодично перевіряються всі контури заземлення.

Вантажопідйомні машини несправні, знаходяться у ремонті, не всі мають документацію, а ті, в яких є технічна документація, не мають строку наступного випробування.

В господарстві на території ЦРМ та автогаражу санітарно-побутові приміщення у задовільному стані, є їдальня, побутові кімнати та кімнати відпочинку.

Щорічно працівникам господарства надається відпустка строком 24 календарних днів, а трактористам – строком до 48 календарних днів.

Охорона праці на польових роботах організована задовільно. При роботі на сільськогосподарських машинах зустрічається порушення техніки безпеки, що може привести до нещасних випадків.

В господарстві є індивідуальні засоби захисту (РУ-60М, окуляри ПО-2, ПО-3), які використовуються при роботі з агрохімікатами.

Аналіз стану охорони праці представлений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники виробничого травматизму у ФГ «Троянда»

	Формула,	Роки
--	----------	------

Показник	позначення	2012	2013	2014
1. Середня чисельність працюючих	Ч_{co}	90	140	103
2. Кількість нещасних випадків з втратою працездатності більше 1 дня	T_1	2	1	-
3. Кількість нещасних випадків з смертельним наслідком	T_c	-	-	-
4. Кількість робочих днів, втрачених в зв'язку з травматизмом	D_n	24	12	-
5. Коефіцієнт частоти травматизму	$K_r = \frac{T_1 \cdot 10^3}{\text{Ч}_{\text{co}}}$	22,2	7,1	-
6. Коефіцієнт смертності	$K_c = \frac{T_c \cdot 10^3}{\text{Ч}_{\text{co}}}$	-	-	-
7. Коефіцієнт непрацездатності	$K_t = \frac{D_n \cdot 10^3}{\text{Ч}_{\text{co}}}$	266,6	85,7	-
8. Матеріальні наслідки нещасних випадків	М (грн)	856	233	-
10. Витрачено на заходи по охороні праці на одного працюючого	В (грн/люд)	152	175	193

В майстернях господарства працюють висококваліфіковані спеціалісти, до роботи на небезпечних станках допускаються тільки при наявності допуску. Встановлені таблички з попереджувальними знаками, але й тут є деякі недоліки. В оглядовій ямі відсутнє освітлення, на компресорній установці манометр не має червоної риски, що погіршує візуальне спостереження за тиском в резервуарі.

При технічному обслуговуванні та поточному ремонті автомобілів застосовуються нестандартні підставки під автомобілі (цегла, ступиці, барабани), що може привести до нещасного випадку.

В тракторній бригаді, гаражі, в ремонтних майстернях, на фермах встановлені протипожежні щити, на яких знаходяться: два відра, дві лопати, багор, два вогнегасника ОП-5, кірка та сокира. Під щитами встановлені ящики з піском. Щорічно вогнегасники проходять перевірку, заправку, потім на табличці, яка закріплюється до вогнегасника, вказують перевірки.

На всіх тракторах встановлюються справні, які пройшли перевірку іскрогасники, але одним з недоліків являється те, що не на всіх тракторах є вогнегасники.

До найбільш пожежонебезпечних ділянок господарства відносяться: склад нафтопродуктів, газова котельня та газопровід, який знаходиться на території господарства. Всі ці ділянки обладнані засобами пожежогасіння та засобами захисту проти блискавок.

У ФГ «Троянда» відповідальність по організації пожежної охорони і контроль виконання протипожежних заходів розпорядженням голови господарства покладається на інженера з охорони праці.

Найбільш пожежонебезпечним об'єктом є в господарстві є склад паливо-мастильних матеріалів, будівельний склад, пилорама, тваринницьке приміщення, місця зберігання худоби. Розпалення вогню та паління на цих об'єктах категорично забороняється.

Для гасіння пожеж в господарстві є пожежна машина. Також на випадок пожежі на виробничих відділеннях є наявності запас води в пожежних водоймах. Водопровідні башти обладнані спеціальними патрубками для забору води пожежної автомашини. Для гасіння пожеж на відділеннях використовують сільськогосподарську техніку. Під час збирання врожаю постійно чергують два - три трактори з плугам для оранки, є місткість для води ВР – 3.

На кожному відділенні створені пости ПСО в кількості трьох робітників, за ними закріплена розпорядженням керівника господарства необхідна протипожежна техніка. За останні три роки в господарстві пожеж не було.

4.2 Аналіз умов та заходів з охорони праці при роботі в ремонтній майстерні ФГ «Троянда»

Метою паспортизації санітарно-технічного стану робочого місця є виявлення усіх виробничих небезпек для розробки проектів інженерно-технічних та організаційних рішень у створенні безпечних і здорових умов праці. Відповідно до типової ієрархічної структури сільськогосподарського виробництва (цех, діляниця, робоча зона бригади, робоче місце) одиничним елементом виробництва є робоче місце. На ньому проявляються всі шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які діють на працюючого і визначають ефективність його виробничої діяльності.

Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, в якій представлені факторів безпеки по трьох напрямках факторів небезпеки: трудовому, санітарно-гігієнічному та технічному .

Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил; обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії з шкідливими умовами праці, підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги залежно від умов праці. Карта умов праці на робочому місці становить основу санітарно-технічного паспорту виробничої ділянки (бригади, майстерні, ферми тощо).

До санітарно-технічного паспорта ділянки входить збірна інформація з карт умов праці на робочих місцях, додаткова характеристика засобів колективного користування (будівлі, побутові й допоміжні приміщення, засоби колективного захисту, під'їзні шляхи).

4.3 Розробка організаційно-технічних заходів з ОП при роботі в ділянці обслуговування тракторів

Адміністрації цеху доцільно ознайомити робочого з основними вимогами охорони праці в цеху, освітлювальними і звуковими сигналами встановленими проїздами і проходами на території цеху та підприємства в цілому, основними вимогами електробезпеки і пожежними вимогами.

Рекомендується працівником вивчати і дотримуватися вимог з охорони праці, пам'ятати, що порушення інструкції з охорони праці може привести до нещасного випадку, виконувати тільки ту роботу, яка доручена майстром, бути уважним і акуратним, під час роботи не відволікатися, слідкувати за чистотою робочого місця, по закінченню роботи прибрати робоче місце, при травмуванні звернутись за допомогою.

Перед початком роботи слід привести до ладу свою одягу, застібнути обшлага своїх рукавів, надіти головний убір. Підготувати робоче місце для безпечної роботи. Перевірити наявність огорож та запобіжних пристроїв їх справність та надійність.

Перед початком роботи перевірити надійність кріплення поворотної плити та справність стопорного механізму. Про всі помічені несправності по роботі терміново потрібно попередити майстра і без його дозволу до роботи не приступати. Робота на несправному верстаті не допускається.

Коробка передач, що розбирається, повинна бути правильно встановлена і надійно закріплена, щоб під час проведення розбиральних робіт вона не впала. Подача деталей і пристроїв до стенду повинна проводитись зі сторони зручної для робочого. Підняття та перенесення важких предметів вручну забороняється. Для переміщення таких деталей необхідне вантажопідйомне обладнання. Дотримуватися чистоти та порядку на робочому місці та в шафах для інструменту чи деталей. Для запобігання самовільного обертання коробки передач застерігатися випадкового натиснення на педаль стопору. Слідкувати за надійністю роботи стопорного механізму. Перед прибиранням стенду і робочого місця зняти коробку зі стенду.

Необхідно привести в порядок робоче місце. Змастити ті частини стенду, що труться. Передати стенд своєму зміннику або майстру і повідом про всі неполадки, що трапились під час роботи. Вимивати руки теплою водою з милом.

Впровадження заходів по охороні праці дозволить знизити рівень травматизму, підвищити якість роботи та покращити стан навколишнього середовища.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вихідними даними для проекту був існуючий варіант ремонтної майстерні господарства. В процесі впровадження передових методів організації та технології робіт майстерні було виконане її технічне переозброєння, в результаті якого більш повніше використовуються її площі, добавлено нове обладнання спроектовано технологію ремонту комбайнів.

Розрахуємо поточні витрати на ремонт, які складаються з заробітної плати з нарахуванням, витрат на амортизацію приміщення та обладнання, витрат на запасні частини, вузли і ремонтні матеріали, електроенергію, паливо та інше.

Визначаємо поточні витрати на ремонт:

– зарплату з нарахуванням визначаємо по формулі

$$З = З_o + З_{\text{дод}} + З_n, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де $З$ – зарплата з нарахуванням за рік, грн;

$З_o$ – основна заробітна плата за рік, грн;

$З_{\text{дод}}$ – додаткова зарплата, грн ($З_{\text{дод}}=0,2 \cdot З_o$);

$З_n$ – нарахування на зарплату, грн $З_n=0,375 \cdot (З_o+З_{\text{дод}})$.

$$З_o = H_z \cdot T_{\text{заг}}, \quad (5.2)$$

де H_z – середня річна тарифна ставка, грн/год ($H_z=1,5$);

$T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість робіт по відділенню
($T_{\text{заг}} = 14549$ люд.-год.).

$$З_o = 1,5 \cdot 14549 = 21823 \text{ грн};$$

$$З_{\text{дод}} = 0,2 \cdot 21823 = 4364,7 \text{ грн};$$

$$З_n = 0,375 \cdot (21823 + 4364,7) = 9820 \text{ грн}.$$

Підставляючи знайденні значення в формулу (5.2) визначаємо річний фонд заробітної плати:

$$З = 21823 + 4364,7 + 9820 = 36007 \text{ грн}.$$

– амортизація обладнання розраховується по формулі:

$$A = \frac{B \cdot H_A}{100}, \quad (5.3)$$

де B – балансова вартість обладнання (сума капіталовкладень), грн ($B=62000$);

H_A – норма амортизація, % ($H_A=15$);

$$A = \frac{62000 \cdot 15}{100} = 9300 \text{ грн.}$$

– витрати на ремонт обладнання:

$$P_o = \frac{B \cdot H_p}{100}, \quad (5.4)$$

де H_p – нормативний процент відрахувань на ремонт обладнання, % ($H_p=3,5$)

$$P_o = \frac{62000 \cdot 3,5}{100} = 2170 \text{ грн.}$$

– вартість запасних частин розраховується по формулі:

$$C_{зп} = \frac{B \cdot H_c}{100}, \quad (5.5)$$

де H_c – нормативний процент відрахувань на запасні частини, % ($H_c=10$).

$$C_{зп} = \frac{62000 \cdot 10}{100} = 6200 \text{ грн.}$$

– витрати на ремонтні матеріали:

$$C_m = 0,55 \cdot 3 = 0,55 \cdot 36007 = 19803,9 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

– витрати на електроенергію розраховуються виходячи із загальної потужності обладнання і часу його роботи на рік. Також потужність освітлювальних приладів, які працюють на протязі всього робочого дня:

$$E = N_{об} \cdot t_{об} \cdot П + N_{осв} \cdot t_{осв} \cdot П, \quad (5.7)$$

де $N_{об}$ – загальна потужність обладнання, кВт ($N_{об}=102$);

$t_{об}$ – тривалість роботи обладнання за рік, год ($t_{об}=1500$)

$П$ – вартість 1кВт·год електроенергії, грн (0,24);

$N_{осв}$ – потужність системи освітлення, кВт ($N_{осв}=4,0$ кВт);

$t_{осв}$ – час роботи освітлення, год ($t_{осв}=2070$).

$$E = 102 \cdot 1500 \cdot 0,24 + 4 \cdot 2070 \cdot 0,24 = 27417,6 \text{ грн.}$$

– інші витрати, що включають в себе витрати на спецодяг, інструменти, заходи з охорони праці, протипожежні заходи визначаються:

$$C_{ін} = (3 + A + P_o + C_{зп} + C_m + E) \cdot 0,03 \quad (5.8)$$

$$C_{ін} = (36007 + 9300 + 2170 + 6200 + 19803,9 + 27417,6) \cdot 0,03 = 3018,8 \text{ грн.}$$

Загальні витрати визначаються як сума всіх вище перерахованих витрат:

$$З_{заг} = 3 + A + P_o + A_6 + P_6 + C_{зп} + C_m + E + C_{ін}, \quad (5.9)$$

$$Z_{\text{заг}} = 36007 + 9300 + 2170 + 6200 + 19803,9 + 27417,6 + 3018,8 = 103646,7 \text{ грн.}$$

Визначаємо економічні показники проекту:

- Об'єм поточних витрат на одиницю продукції:

$$Z_{\text{од}} = \frac{Z_{\text{заг}}}{n}, \quad (5.10)$$

де n – кількість умовних ремонтів за рік, шт.

$$Z_{\text{од}} = \frac{103646,7}{13,6} = 2141,5 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці визначаємо по формулі:

Розмір капіталовкладень на одиницю продукції:

$$KB = \frac{K}{n} = \frac{62000}{48,4} = 1281 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Приведені затрати на одиницю продукції визначаються по формулі:

$$ЗП = Z_{\text{од}} + 0,15 \cdot KB, \quad (5.12)$$

$$ЗП = 2141,5 + 0,15 \cdot 1281 = 2333 \text{ грн.}$$

Повна цехова собівартість на одиницю продукції розраховується як:

$$C = Z_{\text{од}} + K_n \cdot Z_{\text{од}}, \quad (5.13)$$

де K_n – коефіцієнт який враховує накладні витрати, % ($K_n=10$).

$$C = 2141,5 + 0,1 \cdot 2141,5 = 2355,6 \text{ грн.}$$

Розмір прибутку на одиницю продукції складатиме:

$$ПР = Ц - C, \quad (5.14)$$

де $Ц$ – прейскурантна вартість (ціна) одиниці робіт, грн ($Ц=2700$).

$$ПР = 2700 - 2355,6 = 344,4 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E = ПР \cdot n = 344,4 \cdot 48,4 = 16668,9 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

Строк окупності капітальних витрат розраховується як відношення суми капіталовкладень до загальної суми прибутку відділення:

$$O_k = \frac{K}{ПР \cdot n} = \frac{62000}{344,4 \cdot 48,4} = 3,7 \text{ років} \quad (5.16)$$

Таким чином, аналізуючи вище приведені розрахунки, можна зробити висновок, що економічний ефект досить високий при невеликому терміну окупності капітальних затрат.

ВИСНОВОК

У дипломному проекті розглянуті питання господарської діяльності фермерського господарства, розроблені організація й технологія ремонту комбайнів, обґрунтована оптимальна програма ремонту ділянки агрегатним методом.

У проекті розрахована трудомісткість виконання робіт та програма ремонтів комбайнів типу СК-5 «Нива» і Дон-1500. Розроблено технологію ремонту комбайнів і визначені основні параметри виробничого процесу, а також визначені робочі місця, підібране встаткування й зроблене компонування корпусу на базі ремонтної майстерні.

У проекті представлена розробка конструкції стенду для проведення обкатування мостів комбайнів, що значно підвищить якість ремонту при тупиковому способі розташування об'єктів ремонту.

Розглянуто питання охорони праці.

Економічна оцінка проекту підтверджує ефективність впровадження рекомендацій проекту в практику (прибуток становитиме 16700 грн., строк окупності основних виробничих фондів 3,7 років).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендері, А.М. Оленюк. Кам'янець-Подільський: ФОП Сісін О.В., 2012. – 480 с.
2. Сідашенко О.І. та інші Ремонт машин. - К.: Урожай, 1994. - 134с.
 3. Авдєєв М.А., Воловик Є.Л., Ульман І.Є. Технологія ремонту машин та обладнання. - К.: Агропромвидавництво, 1996 - 247с.
 4. Воловик О.Л. Довідник відновлення деталей. - К.: Урожай, 1991 - 351с.
 5. Єсерберлін Р.Є. Капітальний ремонт автомобілів. - К.: Транспорт, 1999 - 335с.
 6. Бабусенко С.М. Проектування ремонтно-обслуговуючих підприємств. К.: Агропромвидавництво, 1993 - 352с.
 7. Довідник з ремонтно-обслуговуючого виробництва агропромислового комплексу. Корж А.Г. та ін – К.: Урожай, 1998 – 240с.
 8. Обладнання на ремонт сільськогосподарської техніки (За ред. С.С. Черепанова) – К.: Урожай, 1991 – 245с.
 9. Курсове та дипломне проектування з ремонту машин (Під ред. А.П. Смєлова – 3-тє вид.) – К.: Урожай, 1984 – 192 с.
 10. Корсаков В.С. Основи технології машинобудування. Підручник для вишів. К., Вища школа, 1984 - 333с.
 11. Ісаєв А.П. та ін Гідравліка та гідромеханізація сільськогосподарських процесів - К.: Агропромвидавництво, 1994 - 400с.
 12. Ремонт сільськогосподарської техніки: Довідник / За ред. Сідашенко О.І., Науменко О.О. - К.: Урожай, 1992 - 304с.
 13. Тельнов Н.Я., Очкасов А.А., Бадаров Є.І. Ремонт машин/Под ред. Н.Я. Тельнова - К.: Агропромвидавництво, 1992 - 558с.
 14. Технічне обслуговування та ремонт машин / П.В. Лауш, Н.В. Власенко, І.П. Столяров, В.Я. Чабанний - К.: Вища школа, 1999 - 351с.
 15. Розповідчук М.Я. Організація ремонтного виробництва агропрому. - К.: Агропромвидавництво, 1996 - 208с.

16. Довідник технолога авторемонтного виробництва/За ред. Г.А. Малишева - К.: Транспорт, 1987 - 432с.
17. Уткін Н.Я. Пристосування для механічної обробки – 2-ге вид. перероб. та дод. - Л.: Львівполідрук, 1993 - 175с.
18. Охорона праці при ремонті та обслуговуванні сільськогосподарської техніки: (Довідник) / Упоряд. В.А. Недригайлов - К.: Урожай, 1991 - 320с.