

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет механіко-технологічний
Кафедра надійності техніки

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету

_____ **Вячеслав БРАТІШКО**
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри надійності техніки
(назва кафедри)

к.т.н., доц. _____ **Андрій НОВИЦЬКИЙ**
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2026 р.

КАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «**Обґрунтування організаційно-технологічних параметрів ремонтної
майстерні агрофірми з розробкою ремонтно-монтажної ділянки**»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

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

_____ **Братішко В.В.**
(підпис) (ПІБ)

Керівники дипломного проекту бакалавра

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

_____ **Новицький А.В.**
(підпис) (ПІБ)

Виконав

_____ **Табачук Ю.О.**
(підпис) (ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
надійності техніки

К.Т.Н., доц. _____ Новицький А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ _____ ” _____ 20 _____ р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Табачуку Юрію Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 208 - «Агроінженерія» _____

(код і назва)

Тема випускної дипломного проєкту бакалавра «Обґрунтування організаційно-технологічних параметрів ремонтної майстерні агрофірми з розробкою ремонтно-монтажної ділянки»

затверджена наказом ректора НУБіП України «01» травня 2026 р. № 1612 «С» _____

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 1 червня 2026 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускного дипломного проєкту бакалавра. 3.1. Загальна характеристика виробничої діяльності. 3.2. Технічні характеристики тракторів, комбайнів, автомобілів і сільськогосподарської техніки. 3.3. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 3.4. Типові норми часу на розбирання, складання і ремонт ДВЗ.

Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ. 1. Вихідні дані для проєктування. 1.1 Аналіз існуючого обладнання для проведення ремонтних робіт. 1.4 Задачі дипломного проєктування. 2. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Перелік листів графічної частини. Список використаної літератури. Додатки. Специфікація.

Перелік графічних документів (за потреби) 5.1 Характеристика відмов машин. 5.2. Пристосування для проведення ремонтних робіт. 5.4. Креслення деталей. 5.5. Операційна карта 5.6 Охорона праці. 5.8. Техніко-економічні показники ділянки.

Дата видачі завдання “ 19 ” квітня 2026 року

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____ Новицький А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Табачук Ю. О.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПП – приватне підприємство;

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання;

ГРМ – газорозподільчий механізм;

МЕЗ – мобільний енергетичний засоб;

КР – капітальний ремонт;

ПР – поточний ремонт;

СТОП – система технічного обслуговування і ремонту;

ТО – технічне обслуговування;

ТОР - технічне обслуговування і ремонт;

ТП – технологічний процес;

ПР – поточний ремонт;

КР – капітальний ремонт.

РЕФЕРАТ

Метою даного дипломного проекту є забезпечення працездатності машинно – тракторного парку ПП «Колос» Вінницької області за рахунок удосконалення ремонтно – обслуговуючої бази.

Дипломний проєкт бакалавра складається з 60 сторінок пояснювальної записки, 7 листів формату А1 графічної частини і комплекту технологічної документації.

Пояснювальна записка складається із 5 частин і додатків.

У вихідних даних для проектування розглянуто виробничу діяльність підприємства, наявний в господарстві машинно – тракторний парк та існуючу ремонтно-обслуговуючу базу.

У технологічній частині представлено розрахунок обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт , встановлено річну виробничу програму ремонтної майстерні, розраховано кількість працюючих. В технологічній частині підібране ремонтно-технологічне обладнання та представлено проєкт майстерні.

В конструкторській частині запропоновано переносний гідравлічний знімач, розраховано зусилля необхідне для розбиральних робіт, вибрані параметри знімача.

В розділі охорона праці представлено заходи для покращення вимог з техніки безпеки і виробничої санітарії в ремонтній майстерні.

В економічному розділі проведено техніко-економічне обґрунтування дипломного проєкту, встановлені основні показники.

МАШИНА, РЕМОНТНА МАЙСТЕРНЯ, ДІЛЬНИЦЯ, ГІДРАВЛІЧНИЙ ЗНІМАЧ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
1.1. Загальна характеристика господарства	8
1.2. Аналіз виробничої діяльності господарства.....	10
1.3. Аналіз використання машинно-тракторного парку.....	11
1.4. Стан і можливі напрямки удосконалення ремонтно-обслуговуючої бази, технології та організації ремонту машин.....	14
1.5. Задачі дипломного проектування.....	17
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Визначення річного обсягу робіт по технічному обслуговуванню і ремонту машинно-тракторного парку.....	19
2.2. Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт (РОР) між ремонтними підприємствами різних рівнів.....	20
2.3 Планування роботи ремонтної майстерні.....	21
2.3.1 Обґрунтування схеми технологічного процесу ремонту сільськогосподарських машин.....	21
2.3.2 Загальні основи ремонту фермських машин	21
2.3.3 Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт в майстерні по видах.....	24
2.4 Обґрунтування розробки ділянки з ремонту фермського обладнання...	25
2.5. Розрахунок робочої сили ремонтної майстерні.....	27
2.6. Обґрунтування і побудова графіка завантаження ремонтної майстерні.....	29
2.7. Технологічне планування ділянок ремонтної майстерні з розміщенням технологічного обладнання.....	31

2.8. Розрахунок виробничих площ і загальне компонування майстерні.....	32
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	36
3.1. Обґрунтування конструкції знімача.....	36
3.2. Технічна характеристика знімача.....	38
3.3. Будова та принцип роботи переносного гідравлічного знімача.....	39
3.4. Визначення потрібного зусилля ви пресування.....	39
3.5. Визначення конструктивних розмірів гідроциліндра.....	41
3.6. Перевірка роботи гідроциліндра.....	42
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві.....	44
4.2 Аналіз виробничих небезпек, їх джерел, причин виникнення.....	45
4.3 Заходи для покращення умов праці та усунення шкідливих виробничих факторів.....	46
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	47
5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів.....	47
5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту.....	48
5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати.....	48
5.2.2 Визначення необхідності в ремонтних матеріалах і запасних частинах.....	49
5.3 Визначення кошторису витрат.....	50
5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин.....	51
5.5 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55

ВСТУП

В останні роки в Україні ремонт сільськогосподарської техніки та фермського обладнання являється об'єктивною необхідністю, яка обумовлена технічними і економічними причинами. На даний час ремонт тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарської техніки досяг такого рівня, що дозволяє відновлювати деталі з високою якістю і малими затратами. При відновленні зношених деталей є великий резерв економії трудових і матеріальних ресурсів. Відновлення також являється джерелом економії запасних частин, витрати на які в даний час складають близько 45-55% собівартості капітального ремонту сільськогосподарської техніки.

Практика показує, що вслід за удосконаленням конструкції, технології виготовлення та складання сучасної сільськогосподарської техніки, потрібно покращувати вже існуючі та розробляти нові способи їх ремонту. Особлива роль відводиться поточному ремонту, який має велике народно – господарське значення так, як значно продовжує термін служби машин. Трактори, автомобілі, комбайни, сільськогосподарська техніка поступає в ремонт тоді, коли більшість її деталей ще не досягли граничного зношення.

Досвід використання сільськогосподарської техніки показує, що КР та ПР настає до морального старіння машин. Після першого капітального ремонту техніка за надійністю і працездатністю практично не відрізняється від нової, при затратах 30...40% від його вартості. Все це дає економію коштів, що має важливе значення в сучасних умовах.

Ефективне використання машинно-тракторного парку в значній мірі залежить від рівня організації інженерної служби сільськогосподарського підприємства. Ефективний розвиток всіх складових сервісу створює вигідні умови для виробничої діяльності всіх його учасників: виробників машин, їх споживачів і посеред, експлуатаційників.

РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Загальна характеристика господарства

Приватне підприємство «Колос» Гайсинського району Вінницької області створене в 2001 році на базі аграрного підприємства «Колос». ПП «Колос» територіально знаходиться в селі Куна. З моменту свого створення та на даний час підприємство розширюється, закуповується енергоефективна сільськогосподарська техніка, вводяться нові прогресивні технології вирощування культур.

Згідно даних метеостанції Бобринець найбільша висота снігового покриву буває в лютому (15-16 см), найменша – в останній декаді грудня та на початку березня. Весною при переході середньодобової температури повітря через 0 °С (для даного району близько 14 березня), починається танення снігу, а при переході середньодобової температури через + 5°С (для даного району в першій декаді квітня), відновлюється вегетація озимих культур та багаторічних трав.

Середня тривалість вегетаційного періоду становить близько 209 днів, а безморозного – 171 день. Дата першого морозу – 11 жовтня, а останнього – 8 травня. Заморозки можуть спостерігатися в осінній період, починаючи з останньої декади вересня, а у весняний період на протязі травня місяця. В цей період вони можуть спричинити пошкодження квітів, плодових дерев та сходів городніх культур. Щоб знизити до мінімуму пагубну дію заморозків, необхідно застосовувати димові завіси, які зменшують випромінювання землі і цим самим підвищують температуру приземного шару повітря.

Пануючими вітрами в даному районі являються південно-східні, швидкість яких в середньому сягає 3,3 м/с. Це континентальні, теплі, сухі вітри. Вони створюють умови посиленого випаровування (витрата вологи ґрунтом, рослинами) і викликають засуху. Саме цими вітрами обумовлювались весняні та літні засушливі періоди (суховій, чорні бурі), що мали місце на цій території.

Великого значення в боротьбі з цими вітрами набуває полезахисне лісонасадження.

У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур. Ґрунти в господарстві мають наступні співвідношення: чорноземи опідзолені слабосвітлі – 65%; дерново – підзолисті – 24%; ясно-сірі опідзолені, пісчано-сердньосугликові – 11%.

1.2. Аналіз виробничої діяльності господарства

Приватне підприємство «Колос» займається рослинництвом та тваринництвом. Планується розширити таку галузь тваринництва, як свинарство. На сьогоднішній день поголів'я свиней становить 200 голів, з яких 50 свиноматок. Затверджений план розвитку ПП «Колос» на період до 2026 року. Планується довести поголів'я до 1000 голів, з яких 350 свиноматок породи оптімус, ландрас та велика біла. Вирощування свиней проводиться з використанням сучасних технологій, а саме: сучасних досягнень в галузі кормо виробництва, умов утримання та селекції. ВРХ в господарстві 250 голів, з яких 150 корів.

Також в господарстві ПП «Колос» є свій столярний цех та крупорушки по виробництву гречаної та горохової крупи.

ПП «Колос» орендує 3000 га землі під посіви сільськогосподарських культур та 216 га знаходяться під рибоводно – меліоративною станцією, де розводиться товарна риба. Для своїх потреб і цілей господарство розвиває галузь бджільництва.

Основний напрямок сільськогосподарського виробництва на підприємстві – вирощування зернових і технічних культур, зокрема: озимої пшениці, ячменю, кукурудзи. Завдяки правильно розробленим і впровадженим сівозмінам, удосконаленим технологіям, використанню сучасних сортів насіння, своєчасному застосуванню засобів захисту та підживлення забезпечує як високу врожайність так і високу якість продукції. Структура сільськогосподарських

угідь представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Структура сільськогосподарських угідь ПП «Колос» Вінницької області

Назва угідь	Площа, га	Процентне відношення в структурі, %
Загальна площа	3000	100
Сільськогосподарські угіддя		
- рілля	2700	90,0 %
- пасовища	24	0,8 %
- ліс	29	0,97 %
- водойми	216	7,2 %
- інші землі	31	1,03 %

За даними таблиці 1.1. видно, що найбільшу частку в загальній площі ріллі займають зернові, а саме кукурудза на зерно і озима пшениця. Структура посівних площ ПП «Колос» приведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2.

Структура посівних площ ПП «Колос» Вінницької області

Назва культур	Посівна площа, га		Врожайність, т/га		Валов продукція	
	План	Факт	Пл.	Фак.	Пл.	Фак.
Зернових всього	2280	2280	19,6	15,3	44688	34884
Пшениця	1950	350	4,5	4	8775	7800
Ячмінь	210	210	2,7	2,5	567	525
Гречка	40	40	2,8	2,5	112	100
Горох	80	80	2,9	2,4	232	192
Соняшник	60	60	4	4	240	240
Картопля	5	5	120	219	600	1095
Кукур. на зерно	160	160	6	5,7	960	912
Цукровий буряк	95	95	30	29	2850	2755
Багаторічні трави	50	50	8	7,5	400	375

Аналіз таблиці 1.2. показує, що було б доцільно підвищити врожайність зернових культур, особливо пшениці та ячменю, підвищивши їх фактичний рівень, відповідно до 4,4 – 5,7 т/га та 3,2 – 3,8 т/га.

У господарстві працює 67 чоловік, з них механізаторів – 16 чоловік, водії – 11 чоловік, робітники тваринництва 24 чоловік, адмінперсоналу 12 чоловік, і інші. Середній вік працівників господарства становить 42 роки. ПП «Колос» створює нові робочі місця. На підприємстві працюють висококваліфіковані фахівці, які вкладають в справу не просто працю, а й свою душу і любов. Вчасно і в повній мірі проводяться розрахунки підприємством з працюючими та з пайовиками.

1.3. Аналіз використання машинно-тракторного парку

У ПП «Колос» Вінницької області є практично всі сучасні види ґрунтообробної і збиральної техніки вітчизняного і зарубіжного виробництва для вирощування представлених в таблиці 1.2 сільськогосподарських культур. До його складу входять колісні і гусеничні машини. В цілому природні умови та економіко-географічне розташування агрофірми є сприятливим для ведення господарської діяльності. В даному господарстві нараховуються 9 тракторів, 7 автомобілів, 6 комбайнів та необхідний для ведення господарської діяльності парк сільськогосподарської техніки.

Перелік наявних в ПП «Колос» Вінницької області тракторів і автомобілів приведено в таблиці 1.3. розрахунково-пояснювальної записки.

Аналізуючи склад тракторного парку ПП «Колос» Вінницької області, необхідно відмітити нераціональний його склад. Слід вказати на необхідність оновлення тракторного парку більш новою, сучасною технікою. Слід придбати трактори вітчизняного виробництва ХТЗ та ПМЗ.

Як показує аналіз МТП, значна частина тракторів і автомобілів відпрацювали свій амортизаційний період. Порівнюючи витрату палива тракторами в різні місяці року, бачимо, що вона змінюється в значних межах, в залежності від марки трактора і пори року. Представлені показники свідчать про те, що виробіток тракторів у господарстві за різними марками набагато нижчий, ніж нормативний виробіток.

Таблиця 1.3.

Існуючий у ПП «Колос» парк тракторів і автомобілів

Назва машини	Марка машини	Кількість , шт.
Трактори	Т-181.20	2
	ХТЗ-17221	3
	МТЗ-82	6
	МТЗ-100	1
	ПМЗ-6	6
	Т-150К	1
	Т-25А	1
	ГАЗ-53А	5
Автомобілі	ГАЗ-3307	1
	КРАЗ	1
	ЗИЛ-554, Зил-130	3
	УАЗ-31514	3
	ГАЗ-3110	1
	КАМАЗ	2
	Причіп автомоб.	5

З цього можна зробити висновок, що тракторний парк мало завантажений, а отже існує необхідність його суттєво зменшити, врахувавши те, що багато тракторів відпрацювали свій амортизаційний термін. Щодо автомобілів, то необхідно зосередити увагу на укомплектуванні господарства автомобілями. Для забезпечення виконання транспортних робіт необхідне придбання автомобілів двох автомобілів КРАЗ та причіпів. Склад парку комбайнів і сільськогосподарських машин ПП «Колос» Вінницької області приведено відповідно в таблицях 1.4. та 1.5.

Таблиця 1.4

Парк комбайнів у ПП «Колос»

Марка комбайна	Кількість, ш	Виробіток, фізичних гектарів	Витрата палива, кг	
			По нормі	Фактична
ДЖОН ДІР 1188	2	227	2632	3823
JAGUAR-980	2	249	4095	5178
ДОН-1500	1	136	1660	2339
Кейс	1	232	3200	3649
РКС-6	2	106	1239	2513

Таблиця 1.5.

Парк сільськогосподарських машин у ПП «Колос»

Група машин	Марка машин	Кількість, шт.
Оприскувачі:	ОН-400	1
	ОП-1600	1
Стогочлад	СКУ-0,5	1
Прес-підбірники:	ППВ-1,6; К-453	1
Жатки начепні:	ЖНС-6-12	2
	ЖВН-6	1
Жатка рядкова	ЖРС-4,9А	2
Стоговоз	СТП-2	1
Сушарки:	СЗСБ-8	
	СЗШ-16А	
Плуги:	ПМЛ-5-35	5
	ПЛН-4-35	5
Глибкорихлювачі:	КПГ-250	1
Дисковий лушпильник	ЛДГ-15	3
Борони дискові:	БДН-3	11
	БД-10	7
Борони зубові:	БЗСС-1	65
	БЗТС-1	16
Культиватори:	КПС-4	4
	КРН-5,6	2
	КРН-5,6	2
	КРХ-5,4	
	КРШ-8,1	2
Сівалки зернові:	СЗ-3,6, СЗУ-3,6	3
	СЗА-3,6	3
Сівалки кукурудзяні:	СКНК-8	2
	СКГН-6А	2
Картоплесаджалка	СН-4Б-1	1
Косарки:	КС-2,1	2
	КДП-4	
	КТП-6	
Граблі тракторні		3
Волокуші		2
Бункер вентиляємий	БВ-25	
Машини первинної очистки зерна:	ОВП-20, ОВВ-20	5
Машина вторинної очистки зерна		2
	ОСМ-3У	1

При аналізі складу парку сільськогосподарських машин необхідно відмітити наявність достатньої кількості видів машин для забезпечення виконання всіх видів сільськогосподарських робіт в заплановані агротехнічні терміни. Господарство вирішує завдання по своєчасному забезпеченню машинно-тракторного парку нафтопродуктами та мастильними матеріалами при мінімальних затратах на доставку, зберігання і заправку тракторів, автомобілів та сільськогосподарської техніки. Але, разом з тим, в період посівної та збирання ячменю та ярої пшениці виникає потреба в арендуванні тракторів та навісних машин для переробки не зернової частини.

1.4. Стан і можливі напрямки удосконалення ремонтно-обслуговуючої бази, технології та організації ремонту машин

Ефективність використання ремонтно-обслуговуючої бази – одна з найважливіших задач. Із зростанням кількості МТП та зростає роль ремонтної майстерні і пункту ТО ПП «Колос» забезпечених сучасним високопродуктивним обладнанням для технічного обслуговування і ремонту. При високому рівні механізації і плановому веденні сільськогосподарського виробництва ТО машин повинно носити планово-попереджувальний характер. Майстерні агрофірм повинні мати сучасні засоби ремонту, дільниці діагностики забезпечені приладами і апаратурою. Для більш якісного ремонту необхідна організація поточного виробництва, удосконалення виробництва, удосконалення технології ремонту, введення розподілу праці, використання способів відновлення деталей.

Високе значення має планування ремонту і завантаження майстерні. В ПП «Колос» Гайсинського району Вінницької області ремонтно-обслуговуюча база знаходиться на задовільному рівні, разом з тим, більшість процесів не механізовані. Це пов'язане перш за все з теперішніми економічними негараздами і неукомпетентністю дільниць ремонтної майстерні обладнанням та персоналом.

Нестача запчастин, палива, їх дороговизна не може не позначитися на стані машинно-тракторного парку.

Ефективність використання ремонтно-обслуговуючої бази ПП «Колос» – одна з найважливіших задач. Із зростанням МТП зростає роль пунктів і станцій ТО аграрних підприємств, приватних, фермерських та інших с.-г. підприємств забезпечених найновішим високопродуктивним обладнанням для ТО. У ПП «Колос» використовуються наступні стратегії ремонту техніки: ППСР, за результатами діагностування (при наявності діагностичного обладнання) та при виникненні відмов. Попереджувальна система – це система встановленої регламентної періодичності виконання обов'язкового переліку технологічних операцій, направлених на попередження збоїв в роботі с.-г.техніки.

Для виконання робіт ТОР МТП в господарстві створено необхідну ремонтно-обслуговуючу базу. Матеріальна база для проведення ТОР розміщена на центральній базі ПП «Колос» Вінницької області, де зосереджено основна частина МТП. Така база об'єднує ремонтну майстерню, машинні двори з майданчиками, гаражами і навісами для зберігання машин, нафтосклади, площадки для зовнішнього миття, гаражі для автомобілів, будинки механізаторів, складські приміщення, розвантажувально-навантажувальні естакади, регулювальні площадки. Ремонтна майстерня має сучасні засоби ремонту, дільницю ТО і діагностування забезпечена окремими приладами та апаратурою. Для більш якісного ремонту необхідна організація поточного виробництва, удосконалення технології ремонту, введення глибокого розподілу праці, використання високопродуктивних способів відновлення деталей.

Оскільки значна частина сільськогосподарської техніки господарства відпрацювала свій амортизаційний період і потребує постійної уваги щодо забезпечення працездатності, то постають питання в удосконаленні ремонтної бази господарства. В ремонтній майстерні ПП «Колос» відсутні ряд дільниць, які б дозволили більше точно виявити несправність, усунути її з меншими затратами і більш якісніше. Це насамперед ремонтно-монтажна дільниця та дільниця з

ремонту двигунів, ефективна робота яких впливає як на якість ремонту, так і на культуру виробництва, дільниці діагностики, слюсарно-механічної дільниці.

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 і ремонту. В процесі очищення 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. Якщо несправність можна усунути без зняття, то роботи виконуються безпосередньо на машині. Для промивки вузлів використовується дизельне паливо.

Як видно з вищевказаного, дільниць і обладнання недостатньо для якфсного ремонту і ТО техніки. Недоліком є і відсутність спеціальних ванн для миття вузлів і деталей. Розбирання в основному проводить сам механізатор. Значна частина використаних деталей відновлюється в майстерні; інша частина видається зі складу запасних частин. Перелік основного технологічного обладнання майстерні подано в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6.

Перелік основного ремонтно-технологічного обладнання ремонтної
майстерні ПП «Колос»

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість, шт
1.	Токарні та розточні	1К62	2
2.	Вертикально-свердлильні	2А135	1
3.	Болто- та гайконарізні верстати	ГАРО	2
4.	Стенди розбирально - складальні	ГАРО	6
5.	Настільно- свердлильні	НС-12А	2
7.	Машини мийні пересувні	ОМ-630	1
8.	Ванний мийні	ОРГ	1

9.	Пересувні візки	цехові	2
10.	Верстаки слюсарні	ОРГ	4
11.	Стелажі для ремонтного фонду	цехові	3

Аналіз показує, що в ремонтній майстерні практично відсутнє обладнання для проведення розбирально-складальних робіт, ремонту сільськогосподарської техніки. При розбиранні і складанні машин мало використовується пристосування і стенди, які полегшують і підвищують якість і продуктивність ремонтних робіт. Зважаючи на те, що останнім часом в майстерні проводять капітальні ремонти окремих агрегатів МЕЗ, з'явилась необхідність проведення додаткових робіт: ремонт паливної апаратури; ремонт електричного обладнання; шиномонтажні роботи; відновлення деталей; фарбування машин.

Виходячи з цього в РМ необхідно впроваджувати обладнання для проведення вище зазначених робіт. При розбиранні і складанні мало використовується пристосування і стенди, які полегшують і підвищують якість розбирально - складальних робіт машин. Ремонт двигунів та окремих агрегатів виконують безпосередньо самі механізатори під керівництвом бригадира тракторної бригади. Після ремонту двигуни проходять обкатку на машині.

Зважаючи на те, що останнім часом в майстерні проводять потокові ремонти тракторів та автомобілів, з'явилась необхідність проведення додаткових робіт: ремонт паливної апаратури, ремонт обладнання, випробування двигунів, фарбування машин. Виходячи з цього в майстерні необхідно впроваджувати обладнання для проведення вище зазначених робіт.

1.5. Задачі дипломного проєктування

Тема дипломного проєкту обґрунтована на основі проведеного техніко-економічного аналізу та виробничої діяльності ПП «Колос» Гайсинського району Вінницької області. Метою дипломного проєктування є систематизація, узагальнення і розширення теоретичних знань за спеціальністю і застосування їх для вирішення конкретних наукових,

технічних, економічних та виробничих задач з обґрунтування організаційних параметрів. Виходячи з цього темою даної дипломної роботи є: «Обґрунтування організаційно-технологічних параметрів ремонтної майстерні агрофірми з розробкою ремонтно-монтажної дільниці». В задачі дипломного проєстування входять:

1. Дати загальну характеристику господарства ПП «Колос», МТП та ремонтної майстерні. Провести аналіз конструкцій та технічних характеристик кормодробарок. Встановити характерні пошкодження деталей.

2. Проаналізувати можливі шляхи подальшого удосконалення ремонтної майстерні ПП «Колос».

3. Розрахувати річний обсяг робіт з урахуванням перспективної структури МТП господарства з його обслуговування і ремонту. Встановити обсяги робіт, які будуть виконуватись в ремонтній майстерні ПП «Колос».

4. Обґрунтувати організаційний режим ремонтної майстерні, провести підбір ремонтно-технологічного обладнання і розробити технологічне планування майстерні ПП «Колос».

5. Удосконалити ремонтно-технологічне обладнання – переносний гідравлічний знімач, провести розрахунок потрібного зусилля випресування, встановити основні конструктивні параметри гідравлічного циліндра.

6. Проаналізувати стан охорони праці ПП «Колос» і робочих місць майстерні за критеріями безпеки.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування дипломного проєкту.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення річного обсягу робіт по технічному обслуговуванню і ремонту машинно-тракторного парку

Для вирішення задач дипломного проектування слід визначити об'єм ремонтно-обслуговуючих робіт для підтримання машинно-тракторного парку ПП «Колос» Гайсинського району Вінницької області в працездатному стані. Необхідно розрахувати середньорічну кількість і трудомісткість ремонтів і технічних обслуговувань для машин даного виду та даної марки, встановити вид ремонтних робіт, що виконуються на даному ремонтному підприємстві.

Існує декілька способів визначення кількості ремонтно-обслуговуючих дій і об'єму ремонтних робіт, що відрізняються трудомісткістю і точністю проведення розрахунків. Найбільш широкого розповсюдження для поточного планування отримав метод помашинного розрахунку, а для перспективного планування метод групового розрахунку.

Помашинний метод розрахунку передбачає визначення кількості ремонтів і технічних обслуговувань по кожній конкретній машині, з урахуванням її фактичного напрацювання від останнього ремонту чи технічного обслуговування і планового річного напрацювання. Спочатку визначають кількість капітальних, поточних ремонтів, технічних обслуговувань для кожної i -тої машини окремо, а потім їх значення сумують для групи машин по кожній марці.

Груповий метод ремонту – це груповий технологічний процес ремонту деталей, який базується на відновленні групи деталей з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками. Більш доцільно використовувати груповий метод ремонту.

Якщо виконати ремонт деталей одиночним способом, то на його виконання затрачається більше часу, ніж при груповому методі ремонту.

Розглянемо груповий метод розрахунку. Груповим методом визначають річну кількість і трудомісткість ремонтно-обслуговуючих дій для різної

сільськогосподарської техніки по всій групі машин даної марки на основі нормативів.

Разом з тим, розрахунки слід поєднати з вибором ремонтно-обслуговуючої бази ПП «Колос» згідно стратегій ремонту [4, 7, 11]. Розрахунки відповідності і кількості обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт проведено у відповідності до рекомендацій літературних джерел та методичних вказівок кафедри стандартизації і ремонту машин [7, 11].

Результати розрахунків обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт по типах і марках машин приведено в таблиці 1 додатків. Розрахунками встановлено, що сумарна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт, які необхідні для підтримання техніки ПП «Колос» в працездатному стані складає 12583,8 люд.-год.

2.2. Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт (РОР) між ремонтними підприємствами різних рівнів

Об'єм ремонтно-обслуговуючих робіт ПП «Колос» Вінницької області розподіляється за місцем їх виконання з рахуванням мінімальним перевезень машин, витрат обумовлених визначенням їх із сфери виробничих робіт [4, 7]. Передбачається на спеціалізованих ремонтних підприємствах виконувати найбільш складні і трудомісткі ремонти складної сільськогосподарської техніки, агрегатів для потреб потокових ремонтів, ТО-3 енергонасичених тракторів, ТО-2 вантажних автомобілів.

В ремонтні майстерні господарства планується проводити потокові ремонти і ТО сільськогосподарської техніки, ТО і ремонти тракторів, автомобілів. На спеціалізованих ремонтних підприємствах та ремонтних підприємствах інших форм власності передбачається проводити найбільш складні, трудомісткі роботи: капітальний ремонт агрегатів, поточний ремонт і ТО складної сільськогосподарської техніки, ТО-3 потужних тракторів, ТО-2 великовантажних автомобілів, а також роботи по централізованому відновленню деталей, а інші види ремонту в ремонтній майстерні господарства.

В ремонтній майстерні передбачається проводити поточний ремонт техніки, ТО тракторів, комбайнів, металообробних верстатів і технологічного обладнання. Пересувні майстерні використовуються в основному для усунення відмов на тваринницьких фермах, в польових умовах, а також для проведення ТО-1 для тракторів і автомобілів.

Розподіл об'ємів робіт по ТО і ремонту техніки між підприємствами повинен проводитись з урахуванням місцевих умов в залежності від стану і перспектив розвитку ремонтної бази району, від техніки, а також домовленістю з зацікавленими місцевими господарствами [4, 7]. Розподіл річного об'єму робіт показаний в таблиці 3 додатку. Як видно із даних (див. таблицю додатку 3) загального обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт ремонтної майстерні ПП «Колос» Вінницької області 20567,3 люд.-год. роботи трудомісткістю 4247,58 люд.-год. планується виконувати на спеціалізованих ремонтних підприємствах; 2522,82 люд.-год. – в гаражі, 1216,11 люд.-год. на машинному дворі, 3058,44 люд.-год. – на відділках та 9274,76 люд.-год. – в ремонтній майстерні господарства.

Річна виробнича програма ремонтної майстерні ПП «Колос» Гайсинського району Вінницької області представлена окремо в таблиці 4 додатку .

2.3 Планування роботи ремонтної майстерні

2.3.1 Обґрунтування схеми технологічного процесу ремонту сільськогосподарських машин

При проведенні реконструкції ремонтної майстерні ПП «Колос» використані сучасні методи проведення ремонту, в тому числі і агрегатно-вузловий метод поточного ремонту машин і обладнання, механізації підйомно-транспортних робіт і трудомістких процесів [4, 7].

В умовах ремонтної майстерні ПП «Колос» ТП ремонту починається з очищення машини. Після миття та часткового розбирання машина поступає в ремонтно-монтажну ділянку, де організовано дві лінії ремонту: лінія важких

машин, яка йде вздовж майстерні і лінія з тупиковим розміщенням легких машин, які встановлюються на робочі пости з допомогою кран-балки. Агрегати та вузли, які надійшли на мийну дільницю, підлягають миттю в мийній машині і ванні для миття деталей і розбираються.

Після миття, вузли та деталі направляються в відповідні дільниці для проведення ремонту та випробування. Перед цим оцінюється технічний стан кожної деталі та вузла і приймаються рішення про можливість їх подальшого використання, необхідності ремонту або списання, як непридатних для подальшого використання або ремонту. Відремонтовані або нові деталі направляються на ремонтно-монтажну дільницю для виконання складально-монтажних робіт. На ремонтно-монтажній дільниці агрегати, вузли складаються, проводиться обкатка та регулювання на стендах. У процесі складання повинен проводитись контроль за правильним і надійним кріпленням агрегатів, вузлів і деталей. На машину встановлюються лише вузли, агрегати, які пройшли перед цим перевірку.

Машини повністю або частково зібрані на лінії важких машин переміщуються вздовж дільниць. Всі роботи по ремонту виконуються на встановлених та обладнаних за призначенням постах. Відремонтовані машини надходять на пост мащення. Перевіряється спільна робота агрегатів та вузлів. Обкатка проходить на майданчику біля майстерні.

2.3.2 Загальні основи ремонту фермських машин

В ремонтній майстерні підприємства ПП «Колос» Вінницької області використовують різні стратегії ремонтів: ремонти по потребі, планово-попереджувальні та за результатами діагностування. Останні мають цілий ряд переваг, так як дозволяють попередити вихід із ладу відповідальних машин чи їх вузлів і деталей. При цьому існує можливість значно продовжити строк служби машин, попередити аварії і підвищити надійність в експлуатації.

Поточний ремонт сільськогосподарської техніки полягає в усуненні несправностей і пошкоджень, виявлених в процесі експлуатації чи технічного обслуговування шляхом ремонтних робіт, пов'язаних з частковою чи повною розкомплектацією агрегатів і вузлів з можливою їх заміною. Роботи ПР виконуються по потребі, що виникає в процесі контрольно-діагностичних робіт і в ході виконання ТО. Об'єм робіт ПР визначається трудомісткістю робіт, що виконуються. Значення трудомісткості ПР потребує корегування у відповідності з рекомендаціями першої частини, положення про ТО і ремонт рухомого складу.

Поточний ремонт сільськогосподарської техніки доцільно проводити агрегатно-вузловими методами, при цьому агрегати, що потребують ремонту, замінюють новими або попередньо відремонтованими, що принципово відрізняє даний метод від раніше використовуваних, вчасності, від методу і індивідуального ремонту, при якому проходить очікування закінчення ремонту знятих агрегатів.

Агрегатно - вузловий метод значно скорочує простої техніки в ремонті і підвищує коефіцієнт технічної готовності обслуговуючих господарств. Агрегатно-вузловий метод ПР повинен включати заміну окремих несправних вузлів, механізмів, приладів в тому випадку, якщо їх ремонт потребує більшого простою, чим їх заміна.

Для успішного втілення агрегатно - вузлового методу ремонту необхідно створення на РМ не понижуючого оборотного фонду запасних частин: нових чи відремонтованих агрегатів, вузлів, механізмів і приладів. Планово-попереджувальні роботи (ППР) охоплюють комплекс заходів, направлених на забезпечення безперебійної роботи обладнання. В систему ППР входять: технічні обслуговування, профілактичні огляди, текучий, середній та капітальний ремонт.

Міжремонтне обслуговування включає щоденні огляди із виконанням вимог технічної експлуатації, своєчасне усунення несправностей та регулювання механізмів. Його виконують під час перерв в роботі без порушення режиму виробництва.

Профілактичні огляди обладнання здійснюють через певні визначені проміжки часу. До нього входить: перевірка технічного стану вузлів, які швидко спрацьовуються і деталей при мінімальному об'ємі розбирально-складальних

робіт; заміна спрацьованих деталей; обслуговування систем мащення, охолодження, підігріву; перевірка стану приводу, кріпильних деталей, зубчастих, ланцюгових, підшипників, ущільнень, захисних і запобіжних пристроїв. Огляди проходять по встановленому графіку без порушення процесу виробництва.

Поточний ремонт проводять в процесі функціонування обладнання без тривалих зупинок виробництва. Він включає в себе часткове розбирання машин, заміну зношених деталей і вузлів, наладку і регулювання машин після ремонту. Його проводять виробничі робітники, а також оператори машин.

Середній і капітальний ремонт обладнання в РМ загального призначення не проводять. Відповідальність за організацію і проведення заходів з ППР в майстерні несе головний інженер і головний механік.

2.3.3 Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт в майстерні по видах

Проведеними розрахунками встановлено, що в умовах ремонтною майстерні ПП «Колос» планується виконання обсягу робіт загальною трудомісткістю 9274,76 люд.-год. Для визначення трудомісткості виду робіт можна скористатися формулою [7]:

$$T_i = 0,01 T_p X_i, \quad (2.1)$$

де T_p – річна трудомісткість робіт в ремонтній майстерні, люд.-год.;

X_i – відсоток даного виду робіт від річної трудомісткості.

Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт майстерні по видах приведено в таблиці 5 додатку. Як видно, розподіл трудомісткості по видах робіт – одне з важливих завдань технологічної частини проекту. Від точності розподілу залежить розробка складу РМ, а також точність подальших розрахунків по визначенню кількості робітників, обладнання і площ. Найбільш трудомісткими робіт в ремонтній майстерні ПП «Колос» є розбиральні і складальні (1233,54 люд.-год.), слюсарні (1075,1 люд.-год.), токарні (1168,6 люд.-год.).

2.4 Обґрунтування розробки дільниці ремонтно-монтажної дільниці

На основі розподілу ремонтних робіт по видах встановлено, що трудомісткість розбиральних і складальних робіт нараховує 2959,97 люд.-год., стало доцільним для ремонтної майстерні розробити ремонтно-монтажну дільницю. Ці роботи є найбільш відповідальними при ремонті машин. Від якості їх проведення залежить працездатність сільськогосподарської техніки. В умовах ремонтної майстерні агропідприємства розбирання машин проводять на стаціонарних постах. Зняті з машин агрегати і вузли розбирають і складають на нерухомих стендах і вкладають у спеціальну тару. Значну частину деталей не розукомплектовують.

При розбиранні широко використовують підйомно-транспортне обладнання (кран-балки), оснащені електричними таліями: ТЕО-25К, ТЕ1-151.

Трудомісткість робіт по розбиранню різьбових з'єднань становить 10-12% загальної трудомісткості робіт. Для розбирання використовують ручний (торцеві і накидні ключі) і механізований інструмент (механічні, пневматичні, гідравлічні гайковерти). Для розбирання з'єднань з натягом можна використати гідравлічні гвинтові знімачі і преси.

Заклепочні з'єднання розбирають за допомогою механізованого інструменту та висвердлюванням металу. Шпонкові з'єднання також розбирають за допомогою гідравлічних гвинтових знімачів та для знімання клинових шпонок – інерційні знімачі. Практично, для більшості агрегатів і вузлів промисловість випускає основне обладнання. Наявність його в ремонтних майстернях залежить від їх призначення і рівня спеціалізації.

Важливе місце серед різноманітних стендів і пристосувань, займають пристосування для розбирання спряжень деталей з натягом – знімачі різних конструкцій і приводів. При виконанні розбирально-складальних робіт, ремонті складальних одиниць і машин в цілому слід дотримуватись технічних вимог на

ремонт до основних типових складальних одиниць і з'єднань. Трудомісткість складальних робіт складає 20-24% від сумарної.

Для визначення кількості обладнання приймаємо за вихідні дані технологічний процес і трудомісткість виконуваних окремих видів робіт і операцій. Проведено розрахунок кількості основного обладнання, на якому виконують основні найбільш складні і трудомісткі технологічні операції. Дані про наявність обладнання приведені в таблиці додатку.

Кількість основного ремонтно-технологічного обладнання ділянки з ремонту двигунів (стендів для проведення збиральних і складальних робіт) визначаємо за формулою [7]:

$$S_{роз-скл} = \frac{T_{роз-скл} \cdot K_n}{\Phi_{до} \cdot N_{зо}}, \quad (2.2)$$

де $T_{роз-скл}$ - річна трудомісткість розбирально-складальних робіт;

K_n - коефіцієнт нерівномірності завантаження майстерні, $K_n = 1,0-1,3$;

$N_{зо}$ - коефіцієнт використання обладнання $N_c = 0,86-0,9$;

$\Phi_{до}$ - дійсний фонд часу обладнання, $\Phi_{до} = 1840$ год.

$$S_{роз-скл} = \frac{1233,54 \cdot 1,3}{1840 \cdot 0,75} = 1,2$$

За результатами розрахунків приймаємо 2 стенди для ремонтно-монтажних робіт ділянки з ремонту двигунів.

Розрахункове число верстатів визначаємо по інших видах, інше обладнання підбираємо по типовим проектам.

Під формуванням робочих місць розуміють прийняту чисельність виконавців на одному робочому місці. Планове число робочих місць по кожному виду робіт визначаємо за формулою:

$$M = \frac{T_c}{\Phi_{до} \cdot K_{кр} \cdot \Pi_p} \quad (2.3)$$

де T_c - сумарна середньорічна трудомісткість технологічного виду робіт, люд.-год.;

$\Phi_{д.щ.}$ - дійсний річний фонд робочого часу робітника даної спеціальності, год.;

$K_{р.н.}$ - коефіцієнт завантаження робочого місця по організаційних причинах,

$$K_{кр.} = 0,8;$$

Π_p - середня щільність роботи (середня чисельність виконавців, що приходяться на одне робоче місце), чол.

По кожному технологічному виду робіт число M заокруглюють до більшого цілого числа. Дані розрахунку заносимо в таблицю додатку. На ремонтно-монтажній дільниці планується організувати – 2 робочих місця.

Щодо інших дільниць: на дільниці технічного обслуговування організовується – 1 робоче місце, на дільниці сільськогосподарської техніки – 1 робоче місце, на ковальській та зварювальній дільниці – 1 робоче місце, на дільниці регулювання паливної апаратури – 1 робоче місце. Всього по майстерні організовується 7 робочих місць.

Зведені дані по визначенню кількості виробничих робітників по дільницях приведені в таблиці 6 додатку.

2.5. Розрахунок робочої сили ремонтної майстерні

Персонал майстерні ПП «Колос» включає: основних виробничих робітників, допоміжних робітників, інженерно-технічних робітників, службовців і молодший обслуговуючий персонал.

До основних виробничих робітників відносяться робітники ділянок, основного виробництва, безпосередньо виконуючих технологічні операції, зв'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням сільськогосподарської техніки. Розрізняють списковий і явочний, а також тимчасовий і постійний склади основних виробничих робітників.

Списковий – це повний склад робітників, що включає в себе як фактично працюючих робітників, так і робітників, які знаходяться в відпустках, а також відсутніх по інших поважних причинах.

Чисельність основних робітників по дільницях розраховуємо за формулами [4]:

$$P_{яв} = \frac{T_{дл}}{\Phi_{нр} \cdot K}, \quad (2.4)$$

$$P_{сп} = \frac{T_{дл}}{\Phi_{др} \cdot K}, \quad (2.5)$$

де, $P_{яв}$. і $P_{сп}$. – відповідно явочна і списочна кількість робітників;

$T_{дл}$. – трудомісткість робіт на дільниці, люд.-год.;

$\Phi_{нр}$. – номінальний річний фонд робочого часу робітника, год. $\Phi_{нр} = 2070$ год.;

$\Phi_{др}$. – дійсний річний фонд робочого часу робітника, год. $\Phi_{др} = 1840$ год.;

K – плановий коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $K = 1,1$.

Результати розрахунків приведені в таблиці 6 додатку. В даній таблиці виконано згрупування робочих місць і дільниць ремонтної майстерні і подано кінцевий розрахунок робочої сили по дільницях. Загальна кількість робітників в майстерні становить 8 чоловік. Чисельність допоміжних робітників становить 10-15% від числа основних виробничих робітників:

$$P_{доп.} = P_{сп.} \cdot 0,10, \quad (2.6)$$

$$P_{доп.} = 5 \cdot 0,1 = 0,5 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{доп.} = 1$ чол.

Чисельність інженерно-технічних робітників, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу приймаємо відповідно 8-10%, 2-3%, 2-4% від загальної чисельності основних і підсобних робітників.

$$P_{ітр} = 0,1 \cdot (P_{сп} + P_{в}), \quad (2.7)$$

$$P_{\text{сл}} = 0,03 \cdot (P_{\text{сп}} + P_{\text{в}}), \quad (2.8)$$

$$P_{\text{моп}} = 0,04 (P_{\text{сп}} + P_{\text{в}}), \quad (2.9)$$

Приймаємо:

$$P_{\text{ітр}} = 0,1 (5 + 1) = 0,6; P_{\text{сл}} = 0,03 (5 + 1) = 0,18; P_{\text{моп}} = 0,04 (5 + 1) = 0,24;$$

Приймаємо наступну кількість працівників РМ: $P_{\text{ітр}} = 1$ чол.; $P_{\text{сл}} = 1$ чол.; $P_{\text{моп}} = 1$ чол.

Повний штат ремонтної майстерні повинен становити:

$$P = P_{\text{сп}} + P_{\text{в}} + P_{\text{ітр}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{моп}}, \quad (2.10)$$

$$P = 5 + 1 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ чол.}$$

В ремонтній майстерні ПП «Колос» буде працювати 4 ремонтних робітники, 1 інженерно-технічний працівник (інженер), 1 службовець - нормувальник. Постійними робітниками перш за все комплектуються наступні робочі місця і дільниці: ремонтно-монтажна, ремонту двигунів, ковальська, зварювальна, слюсарно-механічна, ремонту паливної апаратури, спеціалізовані робочі місця.

2.6. Обґрунтування і побудова графіка завантаження ремонтної майстерні

Планування ремонтних робіт в ремонтній майстерні ПП «Колос» здійснюється на підставі графіка завантаження майстерні, який дозволяє: узгодити строки ремонту машин із строками їх зайнятості на польових роботах; визначати кількість робочих на дільницях на запланований період; забезпечити рівномірне завантаження окремих ділянок і майстерні в цілому на протязі року або в окремі періоди.

Як показує практика, розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт по трудомісткості на протязі року для більшості зон країни доцільно рекомендувати в наступному співвідношенні: осінньо-зимовий період /IV-I квартали/ - 55...65%, в весняно-літній період /II-III квартали/ - 35...45%, всього об'єму робіт. Даний розподіл дозволяє з найбільшою ефективністю використовувати на ремонтних

роботах, механізаторів, вільних від польових робіт в осінньо-зимовий період і забезпечити високу готовність сільськогосподарської техніки до початку польових робіт.

Для попереднього планування строків і тривалості ремонту і технічного обслуговування окремих типів машин рекомендується наступний розподіл робіт по порі року: поточний ремонт тракторів проводити: у IV і I і кварталах 80%, а у II і III в кварталах 20%; технічне обслуговування ТО-1, ТО-2, ТО-3, сезонне обслуговування тракторів проводить: у IV і I кварталах – 30%, а в II і III кварталах – 70%; плановий ремонт комбайнів всіх видів проводити в IV і I-ому кварталах; поточний ремонт сільськогосподарських машин проводить: в IV і I-ому кварталах – 60%, в II-ому і III-ому кварталах – 40%.

При цьому передбачується, щоб ремонт певних типів тракторів був закінчений не менше ніж за 20 днів до початку відповідних польових робіт.

З урахуванням сезонного використання техніки (не пізніше 20 днів до початку використання) планом передбачається ремонт і ТО автомобілів, виконувати рівномірно на протязі всього року. У тракторів ремонт зосереджується у першому та четвертому кварталах (80%), а технічне обслуговування головним чином у другому та третьому кварталах (70%).

Графіком передбачається надання відпусток робітникам на протязі всього року. Графік завантаження ремонтної майстерні складається після розробки річного плану-графіку ремонтно-обслуговуючих робіт. Основна межа побудови графіка – рівномірний розподіл об'єму виконуваних робіт на протязі року, при якому по кожному виду робіт була б зайнята однакова кількість робітників.

Визначаємо середньорічну чисельність робітників за формулою:

$$P_{cn} = \frac{T_c}{\Phi_n} \quad (2.11)$$

де T_c - сумарна річна трудомісткість робіт в майстерні, люд.-год.;

Φ_n – річний номінальний фонд робочого часу, $\Phi_n = 2070$ год.;

Розрахунками встановлено, що $P_{cp} = 5,76$ чол.

В першу чергу на графіку відкладаються види робіт, які виконуються рівномірно на протязі всього року. Середня кількість робітників на графіку подана в вигляді пунктирної лінії, отриману чисельність робітників, необхідну для виконання кожного виду робіт, відкладаємо на графіку наростаючим підсумком. Графік завантаження майстерні дозволяє наглядно оцінити скільки і якої кваліфікації робітників знадобиться по ділянках майстерні.

2.7. Технологічне планування діляниць ремонтної майстерні з розміщенням технологічного обладнання

Після розрахунку виробничих і допоміжних площ, розробляємо компоновочний план підприємства. Компоновочний план – це план розміщення діляниць і робочих місць, складських і допоміжних приміщень в виробничому корпусі [9, 11, 13].

На ньому вказуються: габаритні розміри будівель, сітка колон прольотів, перегородки, ворота, висота прольотів від підлоги до низу несучих конструкцій приміщень. При розробці компоновочного плану керуємось наступними основними положеннями. Периметр будівлі виробничого корпусу при заданій площі повинен бути найменшим. Відношення довжини будівлі до його ширини приймається в межах 1,5...2,5.

З метою уніфікації елементів будівлі прийнята єдина модульна система. Всі розміри елементів будівлі і її конструкцій /ширина прогонів, відстань між поперечними вісями, висота і ширина воріт і т.д./ приймаються кратним установленому модулю. Стандартами установлені наступні розміри сітки: колони, м х м: 12 х 6; 18 х 12; 24 х 12. Робочі місця і діляниці повинні бут розміщені так, щоб була забезпечена мінімальна довжина транспортування базових деталей, агрегатів або рам машин в процесі ремонту, без зустрічних вантажопотоків.

Вибухове і пожежонебезпечні діляниці, а також діляниці, які зв'язані виділенням надмірного тепла або шкідливих речовин /зварювальне наплавочна, полімерна, мідницька, ремонту акумуляторних батарей/ повинні розміщуватись, як правило, в ізольованих приміщеннях, краще біля зовнішніх стінок будівель, що полегшує встановлення систем вентиляції і перегородок.

Після розробки компоновочного плану корпусу приступаємо до планувань: виробничих підрозділів майстерні.

Плануванням майстерні /дільниці/ називають план розміщення виробничого, під'ємно-транспортного та іншого обладнання, оснащення проходів, проїздів, інженерних комунікацій.

Технологічне обладнання на планах зображуємо спрощеними контурами нумеруємо наскрізною порядковою нумерацією знизу вверху і зліва праворуч. Розстановку обладнання виконуємо з урахуванням санітарно-технічних і будівельних норм відстаней між обладнанням і елементами будівель: відстань від стіни до задньої сторони верстату, або від стіни до бокової сторони верстату при його встановленні перпендикулярно до стіни повинно бути не менше 0,5...0,8 м; відстань від стіни до верстату при розміщенні робітника між верстатом і стіною – 1,2...1,5 м; відстань між верстатами, розміщеними один до одного передніми сторонами – 0,5...1,0 м, боковими сторонами – 0,5...1,3 м; відстань між тильною і передньою сторонами сусідніх верстатів, розміщених в ряд – 1 м; відстань між тильними сторонами сусідніх верстатів розміщених в ряд – 2 м.

2.8. Розрахунок виробничих площ і загальне компонування майстерні

У відповідності з технологічним процесом обслуговування та ремонту с/г машин по табелям обладнання та довідникам обираємо обладнання та інвентар майстерні та заповнюємо відомість обладнання (таблиця 2.1) [9, 10].

Площа майстерні визначається, якщо відома площа кожної виробничої дільниці. Визначаємо площу виробничих дільниць:

- а) по кількості виробничих працівників для кувальсько – зварної дільниці:

$$F_{к.з.} = f_m \cdot z, \quad (3.12)$$

де $z = 1$ – кількість виробничих працівників відповідної дільниці;

$f_m = 15...25\text{м}^2$ – питома площа на одного виробничого працівника.

$$F_{к.з.} = 25 \cdot 1 = 25\text{м}^2$$

Таблиця 2.1.

Відомість обладнання підприємства

Дільниця (відділення) та його устаткування	Марка, модель, шифр	Кількість	Габаритні розміри, мм	Потужність електро – двигуна, кВт
1	2	3	4	5
І Дільниця ТО і діагностування тракторів				
1.Бак маслороздавальний	133-1-ГАРО	1	420x645	—
2.Бак для гальмівної рідини	326-ГАРО	1	294x270	—
3.Електромеханічний солідолонагнітач	НИИАТ-390	1	680x680	0,6
4.Верстак	ОРГ1468-01-060А	1	1200x800	—
5.Компресор пересувний	038Б	1	1280x400	4,6
6.Шафа для приладів і інструментів	ОРГ1468-07-040	1	860x360	—
7.Ванна мийна пересувна	ОМ-1316	1	1400x640	—
ІІ Слюсарно-механічна дільниця				
8.Верстат токарно-гвинторізний	16К20	1	2600x1190	11
9.Верстат фрезерний широко універсальний	6Р82Ш	1	1250x680	7,5
10.Вертикально-свердлильний верстат	2Б125	1	950x650	3,2
11.Заточувальний верстат	ТА255	1	470x330	0,4
12.Тумбочка	ОРГ-1468-18-830	2	600x400	—
13.Стелаж для деталей та інструментів	2242	1	3060x600	—

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
ІІІ Ковальсько-зварювальна дільниця				
14.Горн ковальський	2275	1	1130x1030	—
15.Ковадло двохроге	—	1	Ø 600	—
16.Ванна для гартування	ОМ-837	1	400x900	—
17.Зварювальний трансформатор	ВД-306У3	1	950x818	20
18.Стіл для зварювальний робіт	ОКС-1549	1	1035x735	—
19.Стелаж полицевий	2242	2	3060x600	—
20.Візок для кисневих і ацетиленових балонів	ОРГ-1468-03-240	1	2000x400	—
21.Верстат обдирочно-шліфувальний	332А	1	1280x520	—
У Дільниця з ремонту фермського обладнання				
22.Слюсарний верстак	—	1	1200x800	—
23.Стенд для правки шнеків	2242	1	3060x600	—

32.Стенд для розбирання і складання редукторів	8731	1	1360x700	—
33.Стенд для розбирання-складання вакуумних насосів	8733	1	1200x600	—
34. Стенд для заточування ножів	ОПР-3562	1	875x675	0,6
35. Настільний сверлильний верстат	2Д-112М		58x480	0,28
36.Настільний заточувальний верстат	ИЭ-09-201	1	320x225	0,69
37.Тумбочка для інструменту	ОРГ-1468-03	1	1400x500	
УІ Дільниця ремонтно-монтажна				
24.Верстак слюсарний	ОРГ-1468-01-060А	1	1200x800	—
25.Стіл монтажний	ОРГ-1468-02-061А	1	1200x800	—
26.Електровулканізатор	ГАРО-5134	1	525x280	0,55
27.Стелаж для деталей	ОРГ-1468-05-230а	1	1400x500	—
28.Пересувний гідравлічний знімач цеховий		1	588x200	—
29.Кран-балка з електротельфером	—	1	5200x480	5
30.Ящик для піску	—	2	500x500	—
31.Прес гідравлічний	П6324/8	1	1780x630	7,5

б) по питомій площині на одне машино – місце:

$$F = P \cdot f_y \cdot K_{об}, \quad (3.13)$$

де P – кількість постів на відповідній ділянці;

f_y – габаритна площа займаєма однією машиною, m^2 .

$K_{об} = 4...5$ – коефіцієнт щільності розстановки обладнання, що враховує наявність розривів між постами та проїздів у помешканнях для встановлювання машин на пост та з'їзд з посту.

Визначаємо площу ділянки ТО та діагностики:

$$f_y = 12,67 m^2 - \text{середнє значення } f_{T150K};$$

$$\text{Тоді: } F_{ТО,ТД} = 1 \cdot 12,76 \cdot 5 = 63,8 m^2.$$

Визначаємо площу дільниці по ремонту фермського обладнання:

$$f_y = 10,8 m^2, F_p = 2 \cdot 10,8 \cdot 5 = 108 m^2$$

в) по площах зайнятих обладнанням:

$$F = F_{об} \cdot K_{об},$$

де $F_{об} = 7,177\text{м}^2$ – площа зайнята обладнанням;

$K_{об} = 5$ – коефіцієнт щільності розташування обладнання.

Визначаємо площу слюсарно – механічної ділянки:

$$F_{см} = 7,177 \cdot 5 = 35,885\text{м}^2$$

Знаючи виробничі площі виробничих ділянок визначаємо загальну площу виробничих ділянок (ΣF_n) та площу адміністративних (F_a) та складських приміщень (F_c):

$$\Sigma F_m = F_{кз} + F_{см} + F_p + F_{то,тод} = 25 + 35,885 + 108 + 63,8 = 232,685\text{м}^2.$$

Відомо, що площа адміністративних та складських приміщень котрі відповідно складають 6% та 3%. Тому: $F_a = 0,06 \Sigma F_m = 0,06 \cdot 232,5 = 13,5\text{м}^2$

$$F_c = 0,03 \Sigma F_m = 0,03 \cdot 232,5 = 6,9\text{м}^2$$

Для забезпечення нормальної роботи обладнання та всіх підрозділів інженерної служби підприємства слід мати в РМ додатково ряд дільниць.

Таблиця 2.2.

Відомість дільниць ремонтної майстерні

Назва дільниць	Площа, м ²	
	Розрахункова	Прийнята
Ковальсько – зварна	25	36
Інструментально – роздавальна кладова	6,9	18
Слюсарно – механічна	35,885	36
Ремонту фермського обладнання	63,8	72
Ремонту машин	108	90
Ремонту двигунів	13,5	36
Всього	222	270

Після вибору необхідного обладнання і вибираються площі майстерні даємо планування майстерні господарства (додаток лист 4).

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування конструкції знімача

В числі основних факторів підвищення технічного рівня ремонту машин велику роль відіграє впровадження високоефективних технологічних процесів комплексної механізації і наступне проведення автоматизації виробництва. Особливо важне здійснення цих заходів в тих виробничих процесах, в яких в теперішній час ще витрачається ручна праця. До числа таких виробничих процесів відноситься розбирання виробів.

Ремонт машин не може бути виконаний без часткового або повного його розбирання. Так як після розбирання та повного його виправлення дефектів слідує збирання машини, і це повторяється на протязі всього строку служби машин декілька раз, то трудомісткість ремонтних робіт дуже велика [12, 13]. При капітальному ремонті трактора, наприклад, трудомісткість нерідко перевищує затрати праці на його виготовлення. При цьому до 70% трудомісткості складають роботи по збиранню і розбиранню.

Правильне виконання насамперед цих типових операцій якнайбільша їх механізація дають можливість підвищити якість і продуктивність праці, зберегти і в подальшому використовувати максимальну кількість деталей, що в кінці кінців сприяє зниженню вартості ремонту та технічного обслуговування.

Особливу увагу слід звертати на розбирання нерухомих і на самперед пресових з'єднань деталей.

Розбирати такі з'єднання необхідно з допомогою пресів, гідравлічних або вібраційних ударних пристроїв. Під час випресування деталі не повинні перекошуватись одна відносно одної. Якщо є можливість, краще випресовувати деталь у тому напрямі, в якому її запресовували під час складання вузла або агрегату.

В наш час, при ремонті сільськогосподарської техніки важливим аспектом є впровадження у виробництво засобів, що значно полегшили б умови праці, та скоротили б час на виконання розбиральних робіт. Це дало б змогу досягти набагато вищої продуктивності праці та підвищити культуру

виробництва. Одним з таких заходів на нашу думку є впровадження в виробництво переносного гідравлічного знімача, який би дав змогу набагато швидше та з меншими зусиллями добитись розбирання з'єднань з гарантованим натягом. Так як на в сучасних умовах розбирання цих з'єднань (знімання підшипників, втулок, шківів, пальців, штифтів) виконується шляхом прикладання осьового зусилля і використання теплових деформацій (нагрівання охоплюючої деталі). Для прикладання осьового зусилля застосовують преси, знімачі, спеціальні пристосування.

Для розбирання тракторів та їх агрегатів використовують гвинтові знімачі ручної дії, гідравлічні і пневматичні знімачі [12, 15].

Гвинтові знімачі можуть бути універсальними, тобто їх використовують для знімання деталей як з зовнішнім, так і внутрішнім захватом, і спеціальними, які призначені тільки для знімання конкретних деталей.

Гідравлічні знімачі мають значне зусилля розпресування і в кілька разів підвищують продуктивність праці при виконанні технологічних операцій, пов'язаних з розбиральними роботами.

При виборі гідравлічного знімача слід враховувати особливості майбутніх розбиральних робіт (рис. 2.1): доступність робочого простору; необхідне зусилля знімання деталі; діаметр деталі, яка демонтується і необхідну глибину захоплення; застосування зовнішнього, внутрішнього або комбінованого захоплення; тип гідроприводу, внесений або вбудований; необхідну стійкість знімача в роботі, яка визначається кількістю захватів і конструкцією (з поворотними захватами, самоцентрувальні); визначити, який тип знімача оптимально підходить для роботи з конкретною деталлю; вибір діапазону глибин і розширення захоплення, ці параметри повинні перевищувати область досяжності і діаметр демонтується деталі.

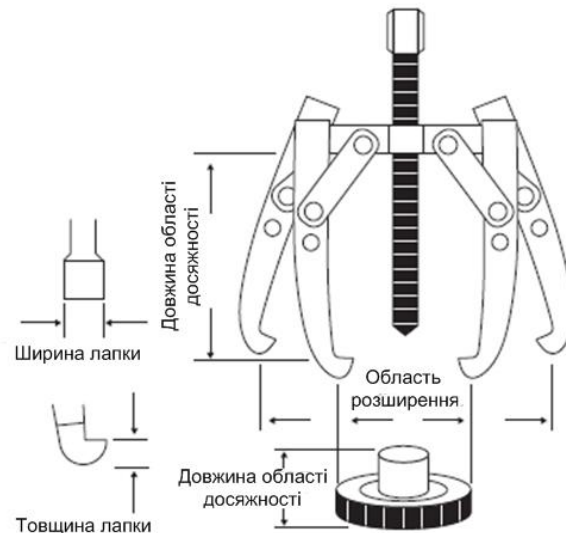


Рис. 3.1. Структурна схема обґрунтування конструкції знімача.

В даному дипломному проєкті пропонується конструкція гідравлічного переносного знімача, який призначається для розбирання з'єднань з натягом.

3.2. Технічна характеристика знімача

Ручне розбирання механізмів і вузлів сільськогосподарської техніки дуже трудомістка робота. Гідравлічний знімач можна застосовувати в умовах розбирально-складальної та ремонтно-монтажної ділянки, ділянки по ремонту сільськогосподарських машин і комбайнів [9, 10, 16]. Технічна характеристика конструкторської розробки представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Технічна характеристика гідравлічного знімача

Назва показника	Значення показника
Габаритні розміри пристосування, мм	
Довжина	588
Ширина	200
Висота	300
Тип	гідравлічний
Маса, кг	3,5
Кількість обслуговуючого персоналу чоловік.	1

3.3. Будова та принцип роботи переносного гідравлічного знімача

При ремонті с.-г. техніки можуть бути застосовані переносні гідравлічні знімачі. Їх використовують для зняття деталей, розташованих у важкодоступних місцях, коли не потрібен демонтаж валів. Знімач (рис. 3.2.) складається з корпуса (7), в якому знаходиться центральний плунжер (2), масляного резервуару (4), ручного плунжерного насоса (5) з рукояткою (3), двох знімних траверс (9), лап (1) і висувного упорного гвинта (8). Для повернення плунжерів знімача у вихідне положення передбачено пропускний клапан (6). Положення лап фіксується болтами (10), а хід бічних плунжерів можна регулювати зміною положення упорних осей в отворах скоб (11).

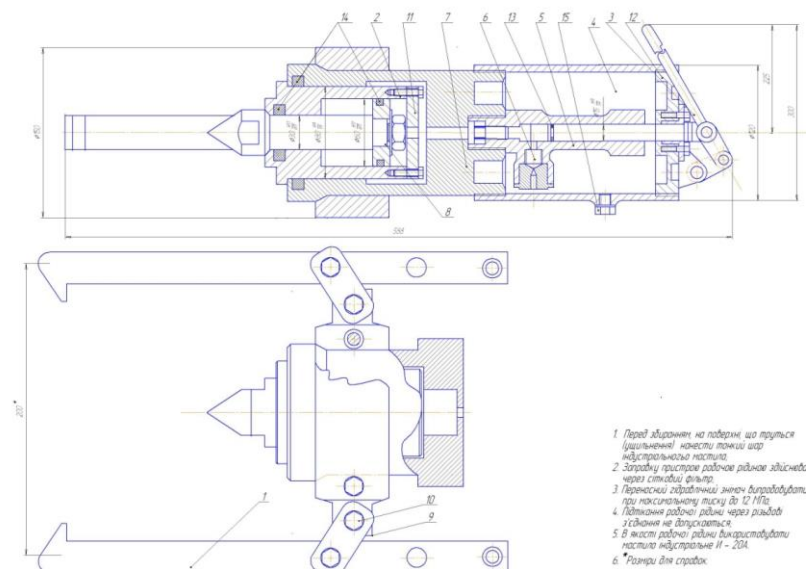


Рис. 3.2. Гідравлічний знімач

При роботі плунжер забезпечує зняття деталі. Застосування знімача дозволяє значно підвищити продуктивність праці і цілком виключити можливість ушкодження деталей вузла, що розбирається.

3.4. Визначення потрібного зусилля випресування

Для визначення максимального зусилля випресування кілець підшипників застосовуємо формулу:

$$P_{\Pi} = \frac{d}{d+30} \cdot \frac{f_1 \cdot E \cdot \pi \cdot B \cdot \delta}{2 \cdot K_{\Pi}}, \quad (3.1)$$

де: P_{Π} – зусилля випресовки кілець підшипників, Н;

d – номінальний діаметр отвору підшипника, діаметр зовнішнього кільця підшипника, мм, $d = 100$ мм;

f_1 – коефіцієнт тертя в спряженні, $f_1 = 0,10 \dots 0,25$;

E – модуль пружності матеріалу підшипника, $E = 22 \cdot 10^4$ МПа;

B – ширина кільця підшипника, мм.

Для підшипника 33309К можемо прийняти $B = 22$ мм;

δ – розрахунковий натяг, мм, $\delta = 0,03$ мм;

K_{Π} – коефіцієнт, який характеризує серію підшипника. Для підшипників середньої серії $K_{\Pi} = 4,27$.

$$P_{\Pi} = \frac{100}{100+30} \cdot \frac{0,15 \cdot 22 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot 22 \cdot 0,03}{2 \cdot 4,27} = 6160 \text{ Н} = 6,16 \text{ тс};$$

Зусилля для випресовки шківів, шестерень, втулок визначаємо по формулі:

$$P_B = f_2 \cdot \pi \cdot D_{CP} \cdot l \cdot \sigma_C, \quad (3.2)$$

де: P_B – зусилля випресовки шківів, шестірень, втулок, Н;

f_2 – коефіцієнт тертя в спряженні, $f_2 = 0,15 \dots 0,25$;

D_{CP} – середній діаметр поверхонь, які контактують, мм.

Приймаємо $D_{CP} = 100$ мм;

l – довжина запресованої частини деталі, мм.

Приймаємо $l = 50$ мм;

σ_C – напруженість стиснення поверхонь, які контактують, МПа.

$$\sigma_C = \frac{10^{-2} \cdot \delta}{d \cdot \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)},$$

де: E_1 і E_2 – модулі пружності матеріалу охоплюючої деталі і деталей що охоплюються;

δ – розрахунковий натяг, мм, $\delta = 0,15$ мм;

C_1 і C_2 – коефіцієнти, які залежать від відношення діаметрів спряжених деталей.

Відношення C_1/E_1 і C_2/E_2 приймаємо $2 \cdot 10^{-4}$ і $2,3 \cdot 10^{-4}$ відповідно.

$$\sigma_c = \frac{10^{-2} \cdot 0,15}{100 \cdot (2 \cdot 10^{-4} + 2,3 \cdot 10^{-4})} = \frac{0,015}{0,043} = 0,348 \text{ МПа};$$

$$\text{Тоді: } P_B = 0,15 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 50 \cdot 0,348 = 819 \text{ Н} = 0,8 \text{ тс};$$

Враховуючи, що зусилля випресовки кілець підшипників вище, ніж зусилля випресовки шківів, шестірень і втулок, для розрахунку основних параметрів гідроциліндра переносного знімача приймаємо зусилля 6,16 тс.

З урахуванням коефіцієнта запасу $K_3 = 1,4$ який враховує перенавантаження при виконанні робіт по складанню і розбиранню пресових з'єднань більших діаметрів. Розраховуємо зусилля перенавантаження яке складає:

$$P_p = 6,16 \cdot 1,4 = 8,6 \text{ тс};$$

Переносний гідравлічний знімач розраховуємо на осьове зусилля 9 тс.

3.5. Визначення конструктивних розмірів гідроциліндра

Переносний гідравлічний знімач приводиться в дію за допомогою ручного плунжерного насоса (5) з рукояткою (3) яка встановлена на знімачі і забезпечує тиск $8,2 \text{ МПа} = 820 \text{ Н/см}^2$.

Приймаємо діаметр штока $d_{\text{шт}} = 37 \text{ мм}$.

Площа поперечного перерізу штока буде становити:

$$S_{\sigma} = \pi \cdot R^2, \quad (3.3)$$

Після підстановки вихідних даних отримаємо:

$$S_{\sigma} = 3,14 \cdot 1,85^2 = 10,74 \text{ см}^2$$

Площу гідроциліндра визначаємо як площу кільця, на яке діє тиск оливи при випресуванні деталей, або ж з іншого боку - іншого боку:

$$S_K = \frac{P_p}{Q}, \quad (3.4)$$

де: P_p – розрахункове зусилля;

Q – тиск, який розвиває насос.

$$\frac{P_p}{Q} = \pi \cdot R_u^2;$$

$$R_o = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot Q}}; \quad (3.5)$$

Приймаємо діаметр $D_u = 200$ мм, з товщиною стінок $\delta = 4$ мм:

$$R_u = \sqrt{\frac{90000}{3,14 \cdot 820}} = 3,96 \text{ см}$$

$$D = 7,92 \text{ см.}$$

Виходячи з аналізу конструкції гідроциліндра, приймаємо діаметр циліндра $D = 88$ мм.

3.6. Перевірка роботи гідроциліндра

Виконуємо перевірку гідроциліндра по коефіцієнту запасу міцності по межі текучості, якщо нема текучості матеріалу гідроциліндра, то межа текучості

$$\delta_m = 300 \frac{\text{мм}}{\text{М}^2}.$$

Розрахунок ведемо по четвертій теорії міцності.

Головні напруження поперечного та повздовжнього перерізу відповідно дорівнюють:

$$\delta_1 = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \delta};$$

(3.6)

$$\delta_2 = \frac{P \cdot D}{4 \cdot \delta};$$

де: P – розрахунковий тиск ($P = 8,2 \frac{\text{мм}}{\text{м}^2}$);

D – діаметр гідроциліндра ($D = 80\text{мм}$);

δ – товщина стінки гідроциліндра;

$$\delta_1 = \frac{8,2 \cdot 200 \cdot 0,1}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 205 \frac{\text{мм}}{\text{м}^2};$$

$$\delta_2 = \frac{8,2 \cdot 200 \cdot 0,1}{4 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 102 \frac{\text{мм}}{\text{м}^2};$$

Еквівалентні напруження в стінках посудини у відповідності з четвертою теорією міцності складають:

$$\delta_{\text{екв.IV}} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 - \delta_1 \cdot \delta_2}, \quad (3.7)$$

Після підстановки отриманих із аналітичних залежностей (2.6) значень головних напружень поперечного та повздовжнього перерізу у формулу (3.7) отримаємо:

$$\delta_{\text{екв.IV}} = \sqrt{(205)^2 + (102)^2 - 205 \cdot 102} = 177 \frac{\text{мм}}{\text{м}^2};$$

Коефіцієнт запасу міцності можна розрахувати за наступною формулою:

$$n_T = \frac{\delta_T}{\delta_{\text{екв.IV}}}. \quad (2.8)$$

Після підстановки у формулу (2.8) значення еквівалентного напруження і межі текучості, отримаємо значення коефіцієнту запасу міцності

гідравлічного циліндра: $n_T = \frac{300}{177} = 1,69$.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві

Організація і проведення комплексу заходів з охорони праці в ремонтній майстерні ПП «Колос» Вінницької області передбачає створення безпечних умов праці, які б забезпечували високу продуктивність виробництва, виконання ремонтно-профілактичних робіт без травм, аварій та професійних захворювань. Вказаного результату можна досягнути лише при чіткому дотриманні всіх норм і правил з охорони праці і пожежної безпеки, розробленні та впровадженні заходів по запобіганню виробничого травматизму і захворювань, подальшому удосконаленню організації праці і виробничої естетики.

В сучасних умовах, при широкому втіленні нових технологічних засобів механізації і автоматизації виробничих процесів, передових технологій виробництва с.-г. продукції, а також нових форм організації та оплати праці, особливо важливе значення займає проблема охорони праці [11, 16]. Організація безпечних умов праці і дотримання працівниками правил техніки безпеки є невід'ємними елементами організації виробництва, вимог трудового законодавства і входять в обов'язки керівника підприємства.

Загальне керівництво і відповідальність за стан охорони праці в РМ агрофірми покладається на завідувача майстерні. Безпосереднім керівництвом, розробкою та проведенням заходів з охорони праці і техніки безпеки займається інженер з охорони праці. Головні спеціалісти несуть відповідальність за стан охорони праці по галузях. Відповідальність і керівництво на виробничих ділянках покладається на керівників відділами, майстрів.

На рівні всіх ланок складаються річні та перспективні плани заходів з покращення умов праці. Інженер з охорони праці складає зведений план по господарству. В ремонтній майстерні підприємства розроблені заходи з дотримання і створення умов праці робітників, які б відповідали вимогам безпеки і охорони праці. Всі ділянки пов'язані з шкідливим виробництвом, обладнані вентиляцією, штучне освітлення підтримується в належному стані.

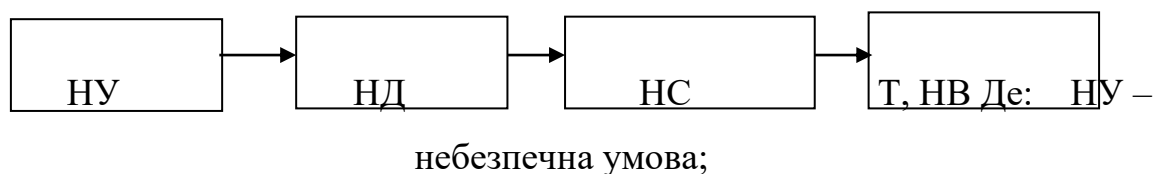
Про це свідчить раціональне планування будівель і приміщень господарства, організація робочих місць. Під'їзди, проїзди, проходи відповідають технологічним вимогам.

Що стосується протипожежної безпеки, то в господарстві діє загін протипожежної дружини, який несе цілодобове чергування на об'єктах господарства. Пожежна техніка знаходиться в постійній готовності. Але разом з цим, треба відмітити, що пожежні щити не завжди повністю укомплектовані, під час жнив не всі транспортні засоби забезпечені вогнегасниками. Не дивлячись на чітке планування заходів, в господарстві є деякі незначні порушення у їх виконанні: не завжди виконується план реалізації асигнувань на охорону праці; на деяких ділянках робітники не забезпечені спецодягом і засобами індивідуального захисту; на токарному і фрезерному верстатах відсутні блокувальні пристрої (слюсарно-механічна ділянка); кімната з охорони праці не достатньо укомплектована наочними засобами.

4.2 Аналіз виробничих небезпек, їх джерел, причин виникнення

На сьогодні ремонтна майстерня ПП «Колос» Вінницької області забезпечена стаціонарними і пересувними агрегатами технічного обслуговування і ремонту МТП, тому від обслуговуючого персоналу вимагається чітке знання обладнання, пристосувань, суворе дотримання правил техніки безпеки на дорученій йому ділянці.

При дослідженні робочих місць за критеріям безпеки можна зробити загальну схему можливих ситуацій з моменту виникнення небезпечних умов до появи травми чи захворювання [12]:



НД – небезпечна дія; НС – небезпечна ситуація;

Т, НВ – травма, нещасний випадок.

Із вище приведеної схеми ми бачимо, що небезпечна умова і небезпечна дія можуть викликати, незалежно одна від однієї, небезпечну ситуацію, що може призвести до нещасного випадку чи травми. Виникнення тих чи інших нещасних випадків залежить від характеру ТП, конструкцій, пристосувань, інструментів. Результати аналізу представлено в таблиці Д1 додатку.

4.3. Заходи для покращення умов праці та усунення шкідливих виробничих факторів

З метою покращення техніки безпеки та охорони в РМ ПП «Колос» передбачається система заходів, яка охоплює в основному три проблеми: санітарно-гігієнічну, технічну охорону праці і правову. В ремонтних майстернях відповідальність за стан охорони праці несе завідуючий майстернею, який повинен слідкувати за справним верстатним обладнанням, втілювати сучасні засоби безпеки, забезпечувати нормальні санітарно-гігієнічні умови праці.

Території ремонтних підприємств, виробничі і побутові приміщення, споруди повинні відповідати вимогам СН 245-75. На території підприємства в цьому році були збудовані навіси для зберігання комбайнів, тракторів, сільськогосподарської техніки і машин. В наступному планується побудувати новий автомобільний гараж з опалювальними боксами, усунути недоліки з техніки безпеки у столярній майстерні (а саме, збільшити площу і встановити стелажі для зберігання сировини), замінити частину протипожежних резервуарів.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Показниками економічної оцінки виробничої діяльності ремонтної майстерні ПП «Колос» Вінницької області виступають наступні: вартість основних фондів; величина додаткових капіталовкладень; річна виробнича програма; собівартість одного умовного ремонту; річний економічний ефект; термін окупності додаткових капіталовкладень; зростання продуктивності праці; економія від зниження собівартості ремонту.

5.1 Визначення вартості основних виробничих фондів

Вартість основних фондів РМ і ПП «Колос» розраховуємо за наступною формулою:

$$C_0 = C_{\text{буд.}} + C_{\text{обл.}} + C_{\text{при.}}, \quad (5.1)$$

де $C_{\text{буд.}}$ – вартість приміщення майстерні, грн.;

$C_{\text{обл.}}$ – вартість встановленого обладнання, грн.;

$C_{\text{при.}}$ – вартість приладів, інструменту, пристроїв (штучна вартість яких перевищує 100 грн.) без обмеження строку служби.

Вартість виробничої будівлі визначаємо за формулою:

$$C_{\text{буд.}} = C^1_{\text{буд.}} \cdot S, \quad (5.2)$$

де $C^1_{\text{буд.}}$ – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до 1м^2 .

виробничої площі ремонтного підприємства, грн./м²;

S – виробнича площа майстерні, м².

$$C^1_{\text{буд.}} = 2000 \text{ грн./м}^2; S = 216 \text{ м}^2$$

$$\text{Тоді, } C_{\text{буд.}} = 2000 \cdot 216 = 432000 \text{ грн.}$$

Вартість встановленого обладнання для ремонтної майстерні становить 40% вартості виробничої будівлі:

$$C_{\text{обл.}} = 0,4 \cdot 432000 = 172800 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, інструменту, пристосувань складає 7,5% від вартості обладнання:

$$C_{\text{при.}} = 0,075 \cdot 172800 = 12960 \text{ грн.}$$

Тоді вартість основних фондів буде рівна:

$$C_o = 432000 + 172800 + 12960 = 617760 \text{ грн.}$$

Основні фонди до реконструкції ремонтної майстерні ПП «Колос» складала 372556 грн. (в цінах 2025 року). Тоді додаткові капіталовкладення будуть становити:

$$\Delta K = C_o - C_o^1, \quad (5.3)$$

де C_o^1 - основні фонди до реконструкції, грн.

$$\Delta K = 617760 - 372556 = 245204 \text{ грн.}$$

Тобто додаткові капіталовкладення технічного переоснащення майстерні ПП «Колос» Вінницької області нараховують 245204 грн.

5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту

В собівартість одного умовного ремонту ПП «Колос» входять затрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали.

5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати

При виконанні ТО і ремонту роботи виконуються по різних розрядах: ТО по 4 розряду, ПР машин 15% по гарячій сітці, з них 10% по 4 розряду і 5% по 5 розряду. Визначимо середній розряд:

$$P_{cp} = \frac{4 \cdot 10 + 5 \cdot 5}{15} = 4,3$$

Затрати праці для усередненого розряду рівня:

$$O_{TVC} = 8,5 \text{ грн./год.}$$

Затрати праці на виконання капітального ремонту:

$$Z_{кр} = T_{кр} \cdot O_{TVC}, \quad (5.4)$$

де $T_{кр}$ – затрати праці на КР, люд-год.

Результати розрахунків оплати зведено в таблицю 5.1

Додаткова оплата і нарахування складають 120% від основної оплати.

$$З_{кр} = 11927,2 \cdot 8,5 = 101381,2 \text{ грн.}$$

$$З_{д.кр} = З_{кр} \cdot 1,2 = 101381,2 \cdot 1,2 = 46746 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$$З_{сум} = З_{кр} + З_{д.кр} = 38955 + 46746 = 85701,0 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Таблиця 5.1

Розрахунок фонду оплати праці

Форма оплати	Ремонт і ТО техніки
Годинні ставки, грн./год.	8,5
Затрати праці, люд.-год.	11927,2
Основна оплата, грн.	101381,2
Додаткова оплата, грн.	121657,4
Всього, грн.	223038,6

Тобто, сумарна заробітна плата становить 223038,6 грн.

5.2.2 Визначення необхідності в ремонтних матеріалах і запасних частинах

Потребу в основних матеріалах і запасних частинах визначаємо в грошовому виразі. При розрахунку виходимо із нормативного відношення між сумами прямих витрат, виражених в процентах. Знаючи, що для ПР машин на оплату праці приходить 223038,6 грн., а це 24% від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Ця величина становить 9293,3 грн.

Тоді по нормативних визначаємо, що затрати на запасні частини складають 51%, а матеріали 15%, інші витрати – 10%.

За результатами розрахунків встановлено, що витрати становлять: запасні частини – 473958,3 грн.; матеріали – 139399,5 грн., інші витрати –

92933 грн. Сума витрат на запасні частини та ремонтні матеріали ПП «Колос» становлять 613357,8 грн.

5.3 Визначення кошторису витрат

Виробничі витрати включають оплату праці обслуговуючого персоналу РМ, відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівель і обладнання, а також вартість силової і освітлювальної електроенергії, витрати на додаткові матеріали, воду, пар, стиснуте повітря, спецодяг і спецвзуття. Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2.

Розрахунки відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова собівартість основних фондів, грн.	Відрахування			
		Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівлі	432000,0	3,8	16679,5	4,2	18532,8,
Обладнання	172800,0	8,0	13824,0	4,0	6912,0
Всього:	617760,0		30503,5		25444,8

Фонд заробітної плати ІТР приведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Розрахунки фонду заробітної плати інженерно-технічних робітників

Посада	К-сть чол.	Місячна заробітна плата, грн.	Основна заробітна плата, грн.	Допоміжна плата, грн.	Резерв підприємства	Всього
Завідувач майстернею	1	4000	48000	38400	-	86400
Технік-нормувальник	1	3000	36000	28800	-	64800
Тех. працівник	1	2300	27600	22080	-	49680
Всього:	3	9300	111600	89280	-	200880

Вартість силової та освітлювальної електроенергії, затрати на додаткові матеріали, воду, пар, стиснуте повітря, спецодяг і спецвзуття входять в інші затрати і становлять 5% від вартості основних фондів.

$$Z_{ін} = 0,05 \cdot C_0, \quad (5.6)$$

де $Z_{ін}$ – інші затрати, грн.

$$Z_{ін} = 0,05 \cdot 617760 = 30888,0 \text{ грн.}$$

Загально виробничі витрати ремонтної майстерні ПП «Колос» будуть становити:

$$Z_3 = 613357,8 + 30503,5 + 25444,8 + 200880,0 + 30888,0 = 901074,1 \text{ грн.}$$

Виходячи з розрахунків, загально виробничі витрати становлять 901074,1 грн.

5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин

При визначенні собівартості ремонту машин в ремонтній майстерні і ПП «Колос» розрахунок проводимо за формулою:

$$C = \frac{Z_3}{P_{ум.рем.}}, \quad (5.7)$$

де $C_{ум.рем.}$ – собівартість умовного ремонту, грн./ум.рем.

$P_{ум.рем.}$ – програма ремонту майстерні, умовних ремонтів.

$$P_{ум.рем.} = \frac{T_{црм}}{T_{1ум.рем}} = \frac{9274,8}{300} = 30,9 \text{ ум.рем.},$$

$$C_{ум.рем.} = \frac{901074,1}{30,9} = 29160,9 \text{ грн./ ум.рем.}$$

В нині діючій майстерні собівартість одного умовного ремонту становить $C_{ур.}^I = 39749,5 \text{ грн./ум. рем.}$

5.5 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні

Ефективність використання праці в ремонтній майстерні ПП «Колос» встановлюється з розрахунку продуктивності праці, яка визначається по формулі:

$$P_m = \frac{P_{yp}}{P_{cp}}, \quad (5.8)$$

де P_{cp} – середньорічна чисельність виробничих робітників

$$P_t = \frac{30,9}{5} = 6,18 \text{ ум.рем. / люд.}$$

Показник використання виробничих фондів – фондovіддача:

$$\Phi_o = \frac{P_{yp}}{C_o}. \quad (5.9)$$

$$\text{Тоді, } \Phi_o = \frac{30,9 \cdot 1000}{617760} = 0,05 \text{ ум.рем. / тис.грн.}$$

Показник використання виробничої площі:

$$K_{S_n} = \frac{P_{yp} \cdot 100}{S_n}, \quad (5.10)$$

де S_n - площа ремонтної майстерні після реконструкції, м².

$$K_{sn} = \frac{30,9 \cdot 100}{216} = 14,1 \text{ ум.рем. / 100 м}^2$$

Економія від зниження собівартості:

$$E_m = (C_{yp}^I - C_{yp}) \cdot P_{yp}, \quad (5.11)$$

де C_{yp}^I – собівартість ремонту в існуючій майстерні, грн./ум.рем.

C_{yp} – собівартість ремонту в майстерні після реконструкції
грн./ум.рем.

$$E_m = (39749,5 - 29160,8) \cdot 30,9 = 327190,8 \text{ грн.}$$

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо по формулі:

$$O_z = \frac{\Delta K}{E_m}, \quad (5.12)$$

де ΔK – розмір додаткових капіталовкладень, грн.

$$O_z = \frac{245204}{327190,8} = 0,75 \text{ роки.}$$

Приведені затрати на існуючій ремонтній базі складають:

$$ПЗ_p = \frac{C_{yp}^1 + 0,15 \cdot C_o^1}{\Pi_{yp}^1}, \quad (5.13)$$

$$ПЗ_p = \frac{39749,5 + 0,15 \cdot 372556}{18,1} = 5283,6 \text{ грн.}$$

Приведені затрати на переоснащеній ремонтній базі

$$ПЗ_p = \frac{C_{yp} + 0,15 \cdot C_o}{\Pi_{yp}}, \quad (5.14)$$

$$ПЗ_p = \frac{29160,8 + 0,15 \cdot 617760}{30,9} = 3942,6 \text{ грн.}$$

Тоді річний економічний ефект дорівнює:

$$E_{p.e.} = (ПЗ_{існ} - ПЗ_p) \cdot \Pi_{yp} \quad (5.15)$$

$$E_{p.e.} = (5283,6 - 3942,6) \cdot 30,9 = 41436,9 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники існуючої і переоснащеної ремонтної майстерні ПП «Колос» Вінницької області зводимо до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Техніко-економічні показники ремонтної майстерні ПП «Колос»

ПОКАЗНИКИ	Варіант	
	існуючий	проектований
Річна виробнича програма, ум.рем.	18,1	30,9
Основні виробничі фонди, грн.	372556,0	617760,0
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	245204
Випуск продукції на 1 м ² виробничої площі, ум.рем.	12,4	14,1
Фондовіддача, ум.рем./тис.грн.	0,041	0,05
Продуктивність праці, ум.рем./чол.	6,02	6,18
Собівартість умовного ремонту, грн.	39749,5	29160,9
Економія від зниження собівартості, грн.	-	327190,8
Річний економічний ефект, грн.	-	41436,9
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років	-	0,74

ВИСНОВКИ

В процесі дипломного проектування, виходячи з загальної характеристики ПП«Колос» Вінницької області та його виробничої діяльності, проведено аналіз забезпеченості МТП та ремонтно-технологічним обладнанням, запропоновано основні шляхи забезпечення працездатності машин.

Існуючий МТП, а також характеристика виробничої діяльності стали вихідними даними для розрахунку обсягів робіт на ремонт і ТО техніки. Встановлено що загальна трудомісткість робіт на підтримання МТП в робото здатному стані становлять 12583,84 люд.-год. Роботи трудомісткістю 1130,17 люд.-год. планується виконувати на спеціалізованих ремонтних підприємствах; 478,74 люд.-год. – в гаражі, 1265,64 люд.-год. на машинному дворі та 9274,76 люд.-год. – в ремонтній майстерні господарства. Встановлено, що річна виробнича програма ремонтної майстерні становить 30,9 умовних ремонтів. Середньорічна кількість працюючих в майстерні становить 4,5 робітники. Виходячи із трудомісткостей робіт підібрано ремонтно-технологічне обладнання, розроблено план ремонтно-монтажної дільниці.

В третьому розділі представлено конструкторську розробку – гідравлічний знімач. Проведено обґрунтування параметрів знімача, встановлені основні конструктивні параметри. В графічній частині дипломного проекту представлено креслення оригінальних деталей.

В четвертому розділі проведено аналіз стану охорони праці і техніки безпеки в ПП «Колос» при виконанні ремонтних робіт в майстерні.

Доцільність розробок обґрунтовано в економічній частині проекту. Технічне переоснащення ремонтної майстерні ПП «Колос» дозволить збільшити виробничу програму з 18,1 до 30,9 умовних ремонтів, собівартість зменшити з 39749,5 грн. до 29160,9 грн. Річний економічний ефект ремонтної майстерні складає 41436,9 гривень при строках окупності додаткових капіталовкладень 0,74 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін, В., Ковальов, С., Гриньків, А., & Варваров, В. (2024). Алгоритм оптимізації надійності функціонування та ефективності використання виробничого обладнання методами штучного інтелекту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, (10(41).1), 60–67. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.60-67](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.60-67)
2. Гайдамак О.Л., Савуляк В.І.. Вузли та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. Лабораторний практикум. Вінниця: ВНТУ, 2006. 92с.
3. Головащенко О. В. (2024). Систематизація схем структури забезпечення технічної готовності транспортних засобів шляхом удосконалення матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності. *Вісник Приазовського ДТУ. Серія: Технічні науки*. DOI: 10.31498/2225-6733.49.2.2024.321399.
4. ДСТУ EN 14387:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові та фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування (EN 14387:2004 + A1:2008, IDT
5. ДСТУ EN 166:2017 (EN 166:2001, IDT). Засоби індивідуального захисту очей. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 35 с.
6. Іваненко С. П., Мельник Р. О. (2020). Технології ремонту посадкових місць корпусних деталей сільськогосподарської техніки. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. (8). 85–91.
7. Коваленко М. С., Лисенко В. П. (2022). Вплив наночастинок на адгезію полімерних композицій. *Сучасні матеріали в машинобудуванні*. (2). 33–39.
8. Кравченко Ю. В., Григоренко О. М. (2023). Відновлення отворів у чавунних корпусних деталях із використанням полімерних матеріалів. *Вісник Харківського НТУСГ*. (4). 102–108.

9. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Банний О. О., Бистрий О. М., Сиволапов В. А. (2023). Надійність машин та обладнання. Частина 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання. К.: НУБіПУ. 209 с.
10. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 За ред.О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.
11. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2. За ред.О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.
12. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. 292 с.
13. Ружи́ло З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Попик П. С. (2023). Надійність машин та обладнання. Ремонтування машин та відновлення деталей. Том 2. Навчальний посібник: НУБіП України. Київ. 313 с.
14. Сайчук О. В., Потоскаєв О.М. (2025). Технологічні аспекти ремонту зношених отворів у корпусних деталях аграрних машин із використанням нанокompозитних матеріалів. Збірник наукових праць УкрДУЗТ, вип. 214 С. 24–30 <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.351813>
15. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361с.
16. Хітров І. О., Гавриш В. С. Ремонт машин: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2012. 184 с.
17. Черновол М.І., Шепеленко І.В. Системний підхід до формування показників якості відновлених деталей. Збірник наукових праць. Науковий вісник. Технічні науки. Вип.7 (38). Кропивницький, 2023. С. 30–36.

18. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. P. 115–124.
19. Банний О. О., Попик П. С. (2014). Методика досліджень надійності виконання технологічного процесу висіву пневмомеханічним висівним апаратом з дублюючим дозатором. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК*. К. Вип. 196. Ч. 3. С. 74 – 82.
20. Аулін В. В. та ін. Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39)_II. С. 175–189.
21. Аулін В. В., Панков А. О. (2016). Напрями розвитку висіваючих систем. Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. Випуск № 3 (102) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. Глеваха, 2016. С. 54–58.
22. Борак К. В., Куликівський В. Л., Руднік Д. І. (2023). Вплив попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. *Наукові праці ВНТУ*. 2023. № 2. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/686>.
23. Сисолін П. В. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. – Кн. 1: Машини для рільництва. / [Сисолін П. В., Сало В. М., Кропівний В.М.]; за ред. Черновола М. І. – К. : Урожай, 2001. – 384 с.
24. Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.
25. Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві. *Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал*. №10(61), 2014. С 16-19.

26. Pylypaka S., Volina T., Nesvidomin A., Zakharova I., Rebrii A. Particle Movement in a Centrifugal Device with Vertical Blades, In: Ivanov V., Pavlenko I., Liaposhchenko O., Machado J., Edl M. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, pp. 156-165. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77823-1_16.
27. Bulgakov V., Pilipaka S., Adamchuk V., Olt J. (2014). Theory of motion of a material point along a plane curve with a constant pressure and velocity. *Agronomy Research*, Volume 12, Issue 3, pp. 937–948.
28. Aliiev, E., Aliieva, O., Bezverkhniy, P., & Luts, P. (2026). Simulation of an improved seed delivery system for a pneumatic grain seeder. *Machinery & Energetics*, 17(1), 9-19. doi: 10.31548/machinery/1.2026.09.
29. Boiko, A., Popyk, P., Gerasymchuk, I., Bannyi, O., & Gerasymchuk, N. (2018). Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(1(95)), 46-53. doi: 10.15587/1729-4061.2018.142023.
30. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. С. 293–303.
31. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*. 2021. № 12 (2), pp. 39–47. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.039>.
32. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування (сільськогосподарська техніка). ДСТУ 4397:2005. – Київ, Держспожив стандарт України, 2005.
33. Бардик, Е., Болотний, Н. (2018). Розробка математичної моделі розподілу витрат на технічне обслуговування та ремонт електрообладнання. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 6 (8 (96)), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.147622>