

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: *«Підбір технологічного обладнання машино-тракторного
парку з розробкою автоматизованої системи для зменшення ручної
праці в майстерні»*

Виконав: студент II курсу, групи Ai-46
галузі знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»

спеціальність 208 «Агроінженерія»

(галузь знань, спеціальності)

Іван ЛИТВИНЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: Микола КІРИЄНКО

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: _____

(власне ім'я та прізвище)

<i>№ п/п</i>	<i>формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-ть. арк.</i>	<i>№ прим.</i>	<i>Примітка</i>
			<u>Документація</u>			
			Текстові документи			
1	A4	ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
			записка			
			Графічні матеріали			
2	A1	ДП.208.046.467-н.107.00.000ВЗ	Промисловий робот для			
			зварювального відділення	1		
3	A1	ДП.208.046.467-н.107.01.000 СК	Механізм підйому	1		
4	A1	ДП.208.046.467-н.107.02.000 СК	Механізм повороту	1		
5	A3	ДП.208.046.467-н.107.01.007	Кришка	1		
6	A3	ДП.208.046.467-н.107.01.001	Бокова кришка	1		
7	A3	ДП.208.046.467-н.107.02.003	Вал	1		
8	A3	ДП.208.046.467-н.107.02.013	Вал	1		
				ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
<i>Розроб.</i>	Литвинчук					
<i>Перев.</i>	Кірієнко					
<i>Н.контр.</i>	Бучко					
<i>Затв.</i>	Руденко					
					ЖАТФК Аі-46	

ЗМІСТ

Вступ	
1. Розрахунково-технологічний розділ	
1.1 Методи визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь.....	
1.2 Груповий метод визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь.....	
1.3 Розподіл ремонтно-обслуговуючих діянь за місцем виконання.....	
1.4 Визначення трудомісткості ремонтно-обслуговуючих діянь ремонтно-обслуговуючої бази	
1.5 Визначення додаткових робіт, що виконуються машинно-ремонтною майстернею	
1.6 Розподіл робіт за видами виконання	
2. Конструктивний розділ	
2.1 Технічна характеристика промислового робота.....	
2.2 Будова та принцип роботи маніпулятора.....	
2.3 Налаштування робота.....	
2.4 Розрахунок захвату маніпулятора.....	
2.5 Техніка безпеки при роботі з роботом.....	
3. Охорона праці	
3.1 Проектування вентиляції машинно-ремонтної майстерні.....	
3.2 Розрахунок природного та штучного освітлення.....	
3.3 Охорона навколишнього середовища.....	
4. Техніко-економічна оцінка проєктних рішень	
Висновки	
Список використаних джерел	
Додатки	

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Підбір технологічного обладнання машино-тракторного парку з розробкою автоматизованої системи для зменшення ручної праці в майстерні</i>	Літ.	Арк.	Аргувів
Розроб.		<i>Литвинчук</i>						
Перевір.		<i>Кіриєнко</i>						
Т. Контроль						ЖАТФК Аі-46		
Н. Контр.		<i>Бучко</i>						
Затверд.		<i>Руденко</i>						

«Підбір технологічного обладнання машино-тракторного парку з розробкою автоматизованої системи для зменшення ручної праці в майстерні»

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає розрахунково-пояснювальну записку та графічний матеріал. Розрахунково-пояснювальна записка містить ____ сторінок, включаючи 4 розділів, 25 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена підбору технологічного обладнання для машинно-тракторного парку (МТП) проєктного сільськогосподарського підприємства в умовах зони Полісся з урахуванням природно-кліматичних особливостей регіону.

Основна мета дослідження – підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва шляхом оптимізації вибору обладнання та впровадження автоматизованої системи для зменшення ручної праці в ремонтно-обслуговувальній майстерні. У роботі проаналізовано сучасні технології та обладнання, зокрема трактори, комбайни, сівалки та ґрунтообробні агрегати. Особливу увагу приділено енергоефективності, надійності та адаптивності техніки до місцевих умов. Розроблена автоматизована система для майстерні включає програмне забезпечення для моніторингу стану обладнання, планування технічного обслуговування та управління запасними частинами, що сприяє скороченню простоїв і витрат на ремонт. Впровадження системи дозволяє мінімізувати ручну працю, підвищити продуктивність і точність діагностики. Результати роботи можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами Полісся для модернізації МТП і оптимізації виробничих процесів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ ПАРК, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЗМЕНШЕННЯ РУЧНОЇ ПРАЦІ, РЕМОНТНА МАЙСТЕРНЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Сільське господарство України є однією з ключових галузей економіки, що забезпечує продовольчу безпеку та експортний потенціал країни. Зона Полісся, яка характеризується специфічними ґрунтово-кліматичними умовами, такими як високий рівень вологості, піщані та торф'яні ґрунти, потребує особливого підходу до організації сільськогосподарського виробництва. Успішне функціонування сучасних аграрних підприємств значною мірою залежить від ефективного використання машинно-тракторного парку (МТП), який є основою механізації виробничих процесів. Правильний підбір технологічного обладнання для МТП дозволяє не лише підвищити продуктивність праці, але й оптимізувати витрати ресурсів, зменшити вплив на довкілля та забезпечити стабільну роботу підприємства в умовах сезонних і кліматичних викликів.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю вдосконалення технологічної бази сільськогосподарських підприємств Полісся шляхом впровадження сучасного обладнання, яке відповідає регіональним особливостям. Крім того, значна частка ручної праці в ремонтно-обслуговувальних процесах майстерень призводить до зниження ефективності, збільшення простоїв техніки та зростання витрат. Розробка автоматизованої системи для управління технічним обслуговуванням і ремонтом обладнання є перспективним рішенням, що дозволяє мінімізувати людський фактор, скоротити час на діагностику та планування робіт, а також підвищити загальну продуктивність майстерні.

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Литвинчук			Вступ			Літ.	Арк.	Архивіш
Перевір.		Кіриєнко								
Н. Контр.		Бучко						ЖАТФК Аі-46		
Затверд.		Руденко								

Мета роботи полягає в обґрунтуванні оптимального складу технологічного обладнання МТП для проєктного сільськогосподарського підприємства зони Полісся та розробці автоматизованої системи, спрямованої на зменшення ручної праці в ремонтній майстерні. Для досягнення цієї мети необхідно виконати низку завдань: проаналізувати природно-кліматичні умови Полісся, оцінити сучасні зразки техніки за критеріями енергоефективності, надійності та адаптивності, розробити програмне забезпечення для автоматизації процесів у майстерні, а також оцінити економічну ефективність запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є процеси механізації та технічного обслуговування на сільськогосподарському підприємстві зони Полісся, а предметом – технологічне обладнання МТП і автоматизована система управління ремонтними процесами. У роботі використано методи системного аналізу, порівняльного оцінювання, математичного моделювання та програмування. Теоретичною основою дослідження стали наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених у галузі сільськогосподарської механізації, автоматизації виробничих процесів та інформаційних технологій.

Практичне значення роботи полягає в можливості застосування результатів для модернізації МТП і оптимізації роботи ремонтних майстерень на підприємствах Полісся. Впровадження автоматизованої системи сприятиме підвищенню ефективності використання техніки, зниженню витрат на її обслуговування та покращенню загальних економічних показників. Робота складається з вступу, теоретичної та практичної частин, висновків і рекомендацій, що забезпечує комплексний підхід до розв'язання поставлених завдань.

					ДП.208.046.4367-Н.107.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Методи визначення кількості ремонтно-обслуговуючих заходів

У процесі експлуатації машинно-тракторного парку (МТП) проектного сільськогосподарського підприємства зони Полісся виникає потреба в ефективному управлінні ремонтно-обслуговуючими діями для забезпечення безперебійної роботи техніки. Підбір технологічного обладнання та розробка автоматизованої системи для зменшення ручної праці в майстерні потребують детального аналізу методів визначення кількості, трудомісткості та розподілу ремонтно-обслуговуючих робіт. У цьому розділі розглядаються методи визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь, груповий метод їх оцінки, розподіл робіт за місцем виконання, трудомісткість, додаткові роботи, що виконуються машинно-ремонтною майстернею, а також розподіл робіт за видами виконання.

Визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь є ключовим етапом для планування роботи ремонтної бази підприємства. Основними методами є нормативний, статистичний та аналітичний. Нормативний метод базується на використанні стандартних показників, встановлених для певних типів техніки (тракторів, комбайнів, сівалок), враховуючи їх технічні характеристики та умови експлуатації в зоні Полісся. Наприклад, для тракторів марки МТЗ-82 норма технічного обслуговування (ТО) становить 1 раз на 125 мотогодин. Статистичний метод передбачає аналіз даних про попередні ремонти та ТО на аналогічних підприємствах, що дозволяє врахувати регіональні особливості, такі як підвищена вологість ґрунтів Полісся, яка впливає на знос техніки. Аналітичний метод включає моделювання експлуатаційних навантажень і прогнозування потреби в ремонтах на основі інтенсивності використання МТП. Комбінація цих методів забезпечує точність планування та оптимізує ресурси ремонтної бази.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ				Літ.		Аркуш	Аркушів
Розробив	Литвинчук											
Перевіри	Кіриєнко											
Консулат.												
Н.контр.	Бучко											
Затв.	Руденко								ЖАТФК гр. Аі-46			

1.2 Груповий метод визначення кількості ремонтно-обслуговуючих заходів

Груповий метод визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь Груповий метод передбачає класифікацію техніки МТП за типами (трактори, комбайни, причіпне обладнання) та узагальнення даних про необхідні ремонтно-обслуговуючі дії для кожної групи. У зоні Полісся, де переважають легкі піщані та торф'яні ґрунти, техніка зазнає специфічних навантажень, що впливає на частоту ТО. Наприклад, для зернозбиральних комбайнів типу Claas груповий метод враховує середню кількість мотогодин за сезон (близько 300 годин) і визначає потребу в ТО-1, ТО-2 та капітальному ремонті. Цей метод дозволяє уніфікувати підходи до обслуговування, зменшуючи час на індивідуальний аналіз кожної одиниці техніки. Крім того, груповий метод сприяє стандартизації запасних частин, що є важливим для автоматизованої системи управління майстернею, оскільки зменшує складність логістики.

Розрахунок технічних обслуговувань та ремонтів тракторів проводимо за допомогою формул:

- кількість капітальних ремонтів визначаємо за формулою:

$$N_K = N_M \eta_o \eta_z \eta_e, \quad (1.1)$$

де: N_M – число тракторів даної марки;

η_o – річний коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом тракторів даної марки

[Додаток А];

η_z – зональний поправочний коефіцієнт до річного коефіцієнта охоплення капітальним ремонтом [Додаток Б];

η_e – поправочний коефіцієнт до річного коефіцієнта охоплення капітальним ремонтом тракторів, що враховує середній вік машин даної марки в парку [Додаток В].

– кількість поточних ремонтів та технічних обслуговувань визначаємо за формулами:

$$N_n = \frac{N_M \times B_p}{B_n}, \quad (1.2)$$

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{TO-3} = \frac{N_M \times B_p}{B_{TO-3}} - N_n, \quad (1.3)$$

$$N_{TO-2} = \frac{N_M \times B_p}{B_{TO-2}} - N_n - N_{TO-3}, \quad (1.4)$$

$$N_{TO-1} = \frac{N_M \times B_p}{B_{TO-1}} - N_n - N_{TO-3} - N_{TO-2}, \quad (1.5)$$

де: $N_n, N_{TO-3}, N_{TO-2}, N_{TO-1}$ – відповідно число плануємих поточних ремонтів та ТО-3, ТО-2, ТО-1;

B_p – річне напрацювання машин, що планується, мото-год;

N_M – кількість машин даної марки;

$B_n, B_{TO-3}, B_{TO-2}, B_{TO-1}$ – періодичність проведення відповідно поточного ремонту та періодичних ТО-3, ТО-2, ТО-1.

– кількість сезонних технічних обслуговувань знаходимо за формулою:

$$N_{СТО} = 2 \times N_M. \quad (1.6)$$

Проводимо розрахунок кількості капітальних і поточних ремонтів, технічних обслуговувань для заданих у завданні тракторів за допомогою формул (1.1) – (1.6).

Результати розрахунку заносимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Кількість ремонтно-обслуговуючих діянь для наявного парку машин

Марка машин	Кількість машин	Кількість ремонтів		Кількість технічних обслуговувань			
		капітальні	поточні	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СТО
К-700	4	0	2	22	3	2	8
МТЗ-80	7	0	5	53	9	4	14
ЮМЗ-6Л	5	0	3	40	6	4	10
Т-150К	9	1	5	53	8	4	18
ДТ-75М	8	1	4	42	7	3	16
Т-25А	6	0	3	30	5	2	12
Т-16М	7	0	3	32	5	3	14

Для визначення кількості технічних діянь для автомобілів використовуємо формули:

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– число капітальних ремонтів:

$$N_{\kappa.a.} = \frac{n \times B_{p.a} \times \eta}{B_{\kappa} \times k_1 \times k_2 \times k_3}, \quad (1.7)$$

де n – число автомобілів даної групи;

$B_{p.a}$ – запланований середній річний пробіг автомобіля, тис.км.;

B_{κ} – періодичність капітального ремонту тис.км;

η – коефіцієнт, що враховує різницю між до ремонтним і після ремонтним ресурсом автомобіля і щорічне їх списання, як правило $\eta = 0,9$;

k_1 – коефіцієнт коректування нормативів періодичності в залежності від умов експлуатації автомобілів;

k_2 – коефіцієнт коректування нормативів періодичності ремонту в залежності від модифікації рухомого складу і організації його роботи;

k_3 – коефіцієнт коректування нормативів в залежності від природньо-кліматичних умов;

– число періодичних обслуговувань:

$$N_{TO-2} = \frac{n \times B_{p.a}}{B_{TO-2} \times k_1 \times k_3} - N_{\kappa.a.}, \quad (1.8)$$

$$N_{TO-1} = \frac{n \times B_{p.a}}{B_{TO-1} \times k_1 \times k_3} - N_{\kappa.a.} - N_{TO-2}, \quad (1.9)$$

де B_{TO-2} , B_{TO-1} – відповідно періодичність проведення технічних обслуговувань ТО-2 та ТО-1, тис. км.

Кількість сезонних технічних обслуговувань знаходимо за формулою:

$$N_{СТО} = 2 \times N_M. \quad (1.10)$$

Проводимо розрахунок кількості капітальних ремонтів та технічних обслуговувань для заданих у завданні автомобілів за допомогою формул (1.7) – (1.10).

КамАЗ-5320:

$$N_{\kappa.a.} = \frac{8 \cdot 32500 \cdot 0,9}{300000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 0,78 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{TO-2} = \frac{8 \cdot 32500}{16000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 1 = 15,25 \approx 15 \text{ РОД};$$

					ДП.208.046.467-Н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{TO-1} = \frac{8 \cdot 32500}{4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 1 - 15 = 49 \text{ РОД};$$

$$N_{CTO} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ РОД}.$$

ЗИЛ-130:

$$N_{к.а.} = \frac{10 \cdot 40000 \cdot 0,9}{300000 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0} = 1,2 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{TO-2} = \frac{10 \cdot 40000}{16000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 1 = 24 \text{ РОД};$$

$$N_{TO-1} = \frac{10 \cdot 40000}{4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 1 - 24 = 75 \text{ РОД};$$

$$N_{CTO} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ РОД}.$$

ГАЗ-53А:

$$N_{к.а.} = \frac{11 \cdot 42500 \cdot 0,9}{250000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 1,68 \approx 2 \text{ РОД};$$

$$N_{TO-2} = \frac{11 \cdot 42500}{16000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 2 = 27,2 \approx 27 \text{ РОД};$$

$$N_{TO-1} = \frac{11 \cdot 42500}{4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0} - 2 - 27 = 87,8 \approx 88 \text{ РОД};$$

$$N_{CTO} = 2 \cdot 11 = 22 \text{ РОД}.$$

Для визначення кількості капітальних ремонтів комбайнів використовуємо формулу:

$$N_{KP} = N_M \times \eta_0 \times k_{ком}, \quad (1.11)$$

де η_0 – коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом комбайнів;

$k_{ком}$ – поправочний коефіцієнт до коефіцієнту охоплення капітальним ремонтом, що враховує зональні умови експлуатації.

Для визначення кількості поточних ремонтів скористаємося залежністю:

$$N_{PP} = (0,7 \dots 1,0) N_M. \quad (1.12)$$

Кількість сезонних технічних обслуговувань знаходимо за формулою:

$$N_{CTO} = 2 \times N_M. \quad (1.13)$$

Розраховуємо кількість капітальних і поточних ремонтів для заданих комбайнів:

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дон-1500:

$$N_{KP} = 5 \cdot 0,15 \cdot 1,25 = 0,93 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{PP} = 0,8 \cdot 5 = 4 \text{ РОД}.$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{KP} + N_{PP} \geq N_M > 1 + 4 = 5 \text{ РОД}.$$

Дон-1200:

$$N_{KP} = 4 \cdot 0,15 \cdot 1,25 = 0,75 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{PP} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \approx 3 \text{ РОД}.$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{KP} + N_{PP} \geq N_M > 1 + 3 = 4 \text{ РОД}.$$

КСК-100:

$$N_{KP} = 6 \cdot 0,15 \cdot 1,25 = 1,12 \approx 1 \text{ РОД}$$

$$N_{PP} = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \approx 5 \text{ РОД}$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{KP} + N_{PP} \geq N_M > 1 + 5 = 6 \text{ РОД}.$$

КПК-2:

$$N_{KP} = 5 \cdot 0,15 \cdot 1,25 = 0,93 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{PP} = 0,8 \cdot 5 = 4 \text{ РОД}.$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{KP} + N_{PP} \geq N_M > 1 + 4 = 5 \text{ РОД}.$$

КБ-6:

$$N_{KP} = 7 \cdot 0,15 \cdot 1,25 = 1,31 \approx 1 \text{ РОД};$$

$$N_{PP} = 0,9 \cdot 7 = 6,3 \approx 6 \text{ РОД}.$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{KP} + N_{PP} \geq N_M > 1 + 6 = 7 \text{ РОД}.$$

Розрахунок виконаний вірно.

Для сільськогосподарської техніки кількість поточних ремонтів визначається за формулою:

$$N_{PP} = N_M \times q, \quad (1.14)$$

де q – коефіцієнт списання сільськогосподарської техніки.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість поточних ремонтів для сільськогосподарських машин за формулою (1.14):

Плуг ПЛН-5-35:

$$N_{\text{пр}} = 7 \cdot 0,87 = 6,09 \approx 6 \text{ РОД.}$$

Сівалка СЗ-3,6:

$$N_{\text{пр}} = 4 \cdot 0,87 = 3,48 \approx 3 \text{ РОД.}$$

Сівалка бурякова ССТ-12Б :

$$N_{\text{пр}} = 6 \cdot 0,87 = 5,22 \approx 5 \text{ РОД.}$$

Культиватор КПС-4:

$$N_{\text{пр}} = 5 \cdot 0,87 = 4,35 \approx 4 \text{ РОД.}$$

Опрыскивач ОП-2000:

$$N_{\text{пр}} = 5 \cdot 0,87 = 4,35 \approx 4 \text{ РОД.}$$

Культиватор УСМК-5,4:

$$N_{\text{пр}} = 6 \cdot 0,87 = 5,22 \approx 5 \text{ РОД.}$$

Розкидач органічних добрив РОУ-6:

$$N_{\text{пр}} = 4 \cdot 0,87 = 3,48 \approx 3 \text{ РОД.}$$

Розкидач мінеральних добрив МВУ-5:

$$N_{\text{пр}} = 3 \cdot 0,87 = 2,61 \approx 2 \text{ РОД.}$$

1.3 Розподіл ремонтно-обслуговуючих діянь за місцем виконання

Розподіл ремонтно-обслуговуючих діянь за місцем виконання Ремонтно-обслуговуючі дії розподіляються за місцем виконання: на полі, в центральній ремонтній майстерні або в спеціалізованих сервісних центрах. Умови Полісся, зокрема віддаленість полів і обмежена транспортна інфраструктура, роблять доцільним виконання дрібних ремонтів і ТО-1 безпосередньо на місці експлуатації техніки. Для цього використовуються мобільні ремонтні бригади, оснащені діагностичним обладнанням. Складніші роботи, такі як капітальний ремонт двигунів або гідравлічних систем, проводяться в центральній майстерні, яка обладнана верстатами, підйомниками та автоматизованою системою моніторингу. Деякі специфічні роботи, наприклад, ремонт електронних блоків управління сучасних комбайнів, можуть передаватися до спеціалізованих центрів.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий розподіл оптимізує час і витрати, а автоматизована система допомагає координувати логістику та планувати переміщення техніки.

1.4 Визначення трудомісткості ремонтно-обслуговуючих діянь ремонтно-обслуговуючої бази

Визначення трудомісткості ремонтно-обслуговуючих діянь ремонтно-обслуговуючої бази Трудомісткість ремонтно-обслуговуючих діянь розраховується на основі нормативних даних і залежить від типу техніки, виду робіт і умов експлуатації. У зоні Полісся трудомісткість зростає через вплив вологих ґрунтів на знос ходової частини та гідравліки. Наприклад, ТО-2 для трактора ЮМЗ-6 потребує приблизно 8 людино-годин, тоді як капітальний ремонт може займати до 40 людино-годин. Для точного розрахунку використовуються формули, де трудомісткість (Т) визначається як добуток кількості діянь (N) на нормативну трудомісткість однієї операції (t): $T = N \times t$. Автоматизована система майстерні дозволяє вести облік трудомісткості в реальному часі, що сприяє раціональному розподілу персоналу та зменшенню ручної праці. Наприклад, програмне забезпечення може автоматично генерувати графіки ТО, враховуючи фактичний стан техніки.

Для розрахунку трудомісткості застосовуємо наступну методику:

Витрати праці на поточний ремонт тракторів та автомобілів обчислюємо за формулою:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{N_{\text{М}} \times B_{\text{Р}} \times H_{\text{ПИТ.ТР}}}{1000}, \quad (1.15)$$

де $H_{\text{ПИТ.ТР}}$ – питома нормативна трудомісткість поточного ремонту на 1000 мото-год, люд-год.

Затрати праці на поточний ремонт комбайнів та сільськогосподарських машин за формулою:

$$T_{\text{ПР.К}} = N_{\text{ПР}} \times t_{\text{ПР.К}}, \quad (1.16)$$

де $t_{\text{ПР.К}}$ – трудомісткість одного поточного ремонту комбайну, люд-год [Додаток К];

Затрати праці на технічне обслуговування за формулою:

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{TOi} = N_{TOi} \times t_{TOi}, \quad (1.17)$$

де N_{TOi} – число ТО і-го виду;

t_{TOi} – трудомісткість одного ТО і-го виду, люд-год.

Під час визначення трудомісткості сезонних технічних обслуговувань автомобілів необхідно враховувати, що вона становить 20% від трудомісткості ТО-2.

Визначаємо трудомісткість поточних ремонтів для тракторів К-700:

$$T_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 915 \cdot 185}{1000} = 677,1 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначимо трудомісткість технічних обслуговувань:

$$T_{\text{ТО-1}} = 15 \cdot 3,28 = 49,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 2 \cdot 12,32 = 24,64 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-3}} = 1 \cdot 26,80 = 26,80 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{СТО}} = 8 \cdot 18,3 = 146,4 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$\sum T = 203,13 + 49,2 + 24,64 + 26,80 + 146,4 = 450,17 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначимо трудомісткість поточних ремонтів для тракторів МТЗ-80:

$$T_{\text{пр}} = \frac{7 \cdot 1270 \cdot 100,1}{1000} = 889,89 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначимо трудомісткість технічних обслуговувань:

$$T_{\text{ТО-1}} = 37 \cdot 2,01 = 74,37 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 8 \cdot 5,2 = 41,6 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-3}} = 3 \cdot 15,62 = 46,86 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{СТО}} = 14 \cdot 3,5 = 49 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначимо загальні затрати праці на проведення поточного ремонту та технічних обслуговувань для цієї групи машин:

$$\sum T = 266,97 + 74,37 + 41,6 + 46,86 + 49 = 478,8 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{5 \cdot 1315 \cdot 86,3}{1000} = 567,4 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість технічних обслуговувань:

$$T_{\text{ТО-1}} = 28 \cdot 1,49 = 41,72 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 5 \cdot 4,71 = 23,55 \text{ люд} - \text{год};$$

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{TO-3} = 3 \cdot 12,8 = 38,4 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{CTO} = 10 \cdot 14,9 = 149 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$\Sigma T = 170,22 + 41,72 + 23,55 + 38,4 + 149 = 422,89 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість поточних ремонтів для тракторів Т-150К:

$$T_{\text{пр}} = \frac{9 \cdot 970 \cdot 220}{1000} = 1920,6 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість технічних обслуговувань:

$$T_{TO-1} = 37 \cdot 2,60 = 96,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{TO-2} = 7 \cdot 8,10 = 56,7 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{TO-3} = 3 \cdot 26,69 = 80,07 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{CTO} = 18 \cdot 5,3 = 95,4 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$\Sigma T = 576,18 + 96,2 + 56,7 + 80,07 + 95,4 = 904,55 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість поточних ремонтів для автомобілів КамАЗ-5320:

$$T_{\text{пр}} = \frac{8 \cdot 32500 \cdot 6,7}{1000} = 1742 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість технічних обслуговувань:

$$T_{TO-1} = 49 \cdot 1,91 = 93,59 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{TO-2} = 15 \cdot 8,73 = 130,95 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{CTO} = 0,2 \cdot 130,95 = 26,19 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$\Sigma T = 1567,8 + 93,59 + 130,95 + 26,19 = 1818,53 \text{ люд} - \text{год}.$$

Проводимо розрахунок трудомісткості поточних ремонтів і технічного обслуговування комбайнів, а також поточних ремонтів сільськогосподарської техніки за допомогою формули (1.16):

Дон-1500:

$$T_{\text{пр}} = 3 \cdot 180 = 540 \text{ люд} - \text{год}.$$

КСК-100:

$$T_{\text{пр}} = 4 \cdot 64 = 256 \text{ люд} - \text{год}.$$

КПК-2:

$$T_{\text{пр}} = 3 \cdot 69 = 207 \text{ люд} - \text{год}.$$

КБ-6:

					ДП.208.046.467-Н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{пр}} = 4 \cdot 69 = 276 \text{люд} - \text{год.}$$

Плуг ПЛН-5-35:

$$T_{\text{пр}} = 6 \cdot 21 = 126 \text{люд} - \text{год.}$$

Сівалка СЗ-3,6:

$$T_{\text{пр}} = 3 \cdot 63 = 189 \text{люд} - \text{год.}$$

Сівалка ССТ-12Б:

$$T_{\text{пр}} = 5 \cdot 53 = 265 \text{люд} - \text{год.}$$

Культиватор КПС-4:

$$T_{\text{пр}} = 4 \cdot 38 = 152 \text{люд} - \text{год.}$$

Опрыскивач ОП-2000:

$$T_{\text{пр}} = 4 \cdot 40 = 160 \text{люд} - \text{год.}$$

Культиватор УСМК-5,4:

$$T_{\text{пр}} = 5 \cdot 38 = 190 \text{люд} - \text{год.}$$

Розкидач органічних добрив РОУ-6:

$$T_{\text{пр}} = 3 \cdot 55 = 165 \text{люд} - \text{год.}$$

Розкидач мінеральних добрив МВУ-5:

$$T_{\text{пр}} = 2 \cdot 53 = 106 \text{люд} - \text{год.}$$

1.5 Визначення додаткових робіт, що виконуються машинно-ремонтною майстернею

Визначення додаткових робіт, що виконуються машинно-ремонтною майстернею. Окрім стандартних ремонтно-обслуговуючих робіт, машинно-ремонтна майстерня виконує додаткові завдання, такі як модернізація техніки, виготовлення нестандартних деталей і підготовка обладнання до сезонних робіт. У зоні Полісся, де часто потрібна адаптація техніки до роботи на торф'яних ґрунтах, майстерня може встановлювати ширші колеса або посилені ресори на трактори. Також майстерня займається відновленням старих агрегатів, що є економічно вигідним для малих підприємств. Автоматизована система управління майстернею оптимізує ці процеси шляхом планування закупівель матеріалів і координації роботи верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК). Наприклад, система може автоматично замовляти необхідні деталі, коли запаси досягають критичного рівня, що зменшує простой.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Об'єм додаткових робіт

Вид додаткових робіт	Сума трудомісткості основних робіт $\Sigma T = 12361,14 \text{ люд-год}$
Ремонт обладнання, 8...10%	1236,114 люд-год
Відновлення та виготовлення простих деталей, 5...7%	865,2798 люд-год
Ремонт і виготовлення технологічного оснащення та інструменту, 3...5%	618,057 люд-год
Роботи з механізації тваринницьких ферм, 5...8%	988,8912 люд-год
Інші (невраховані) роботи, 10%	1236,114 люд-год

Таким чином, загальний обсяг робіт, що виконується на ремонтному підприємстві, включає суму основних та додаткових робіт і становить 17305,596 людино-годин.

1.6 Розподіл робіт за видами виконання.

Розподіл робіт за видами виконання Роботи в майстерні розподіляються за видами виконання: планові, позапланові та аварійні. Планові роботи включають ТО-1, ТО-2 і сезонне обслуговування, які виконуються за графіком, створеним автоматизованою системою. Позапланові роботи виникають через непередбачувані поломки, наприклад, пошкодження гідравліки під час роботи на вологих ґрунтах. Аварійні роботи потребують негайного реагування, наприклад, ремонт комбайна під час жнив. Автоматизована система дозволяє пріоритизувати завдання, розподіляти ресурси та відстежувати виконання робіт у реальному часі. Наприклад, при аварійній ситуації система автоматично надсилає сповіщення ремонтній бригаді та резервує необхідні запчастини. Це зменшує час реакції та підвищує ефективність майстерні.

Таким чином, розрахунково-технологічний розділ демонструє комплексний підхід до управління ремонтно-обслуговуючими діями МТП у зоні Полісся. Впровадження автоматизованої системи значно зменшує ручну працю, оптимізує ресурси та підвищує продуктивність майстерні, що є важливим для сталого розвитку сільськогосподарського підприємства.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

РОЗРОБКА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ДЛЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ МРМ

2.1. Технічна характеристика промислового робота

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва зона Полісся України вимагає впровадження вискоєфективних технологій для оптимізації роботи машинно-тракторного парку (МТП) та зменшення ручної праці в ремонтно-обслуговувальних процесах. Одним із ключових елементів автоматизації майстерень є використання промислових роботів, зокрема маніпуляторів, які забезпечують високу точність, продуктивність і безпеку. У цьому розділі розглядаються технічні характеристики промислового робота, будова та принцип роботи маніпулятора, процес його налаштування, розрахунок захвату маніпулятора, а також техніка безпеки під час експлуатації.

Промисловий робот, обраний для автоматизації ремонтної майстерні проєктного сільськогосподарського підприємства, належить до класу універсальних маніпуляторів із середньою рухливістю (4–6 ступенів рухливості). Для умов Полісся, де переважають середні за розміром господарства з обмеженими фінансовими ресурсами, оптимальним вибором є робот типу FANUC M-10iA/12. Ця модель характеризується компактністю, високою точністю та адаптивністю до різних завдань у майстерні, таких як переміщення деталей, збирання вузлів і діагностика обладнання.

Основні технічні характеристики FANUC M-10iA/12: максимальне навантаження – 12 кг, радіус дії – 1420 мм, кількість осей – 6, повторюваність позиціонування – $\pm 0,02$ мм. Робот оснащений електричним приводом, що забезпечує енергоефективність і низький рівень шуму, що є важливим для роботи в закритих приміщеннях. Максимальна швидкість лінійного переміщення становить 2 м/с, а кутового – до 360 град/с, що дозволяє швидко виконувати

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Литвинчук				КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко							
Консулат.								
Н.контр.	Бучко					<i>ЖАТФК гр. Ai-46</i>		
Затв.	Руденко							

операції з переміщення та орієнтації об'єктів. Робочий об'єм зони дії становить приблизно 8 м³, що достатньо для обслуговування робочого простору майстерні розміром 9×12 м, рекомендованого для зони Полісся. Система управління базується на контролері R-30iB, який підтримує програмування через ПК та інтеграцію з датчиками для моніторингу стану обладнання. Енергоспоживання робота становить 2,5 кВт/год, що відповідає вимогам енергоефективності для сільськогосподарських підприємств.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика розробленого робота

Показник	Одиниці виміру	Значення
Номінальна вантажопідйомність	кг	5
Число запрограмованих ступенів рухомості: транспортуючих орієнтуючих		4 2
Похибка позиціювання, мм	мм	±1
Діапазони переміщення: піднімання-опускання механізму «Рука»	мм	400
поворот механізму «Рука»	рад	4,17
висування механізму «Рука»	мм	700
Поворот платформи	рад	5,74
Обертання захватного пристрою	рад	3,14
Згинання захватного пристрою	рад	3,14
Середня швидкість лінійних переміщень руки: висування	м/с	0,5
піднімання-опускання		0,2
Середня швидкість кутових переміщень: повороту механізму «Рука»		100
поворотна платформа	°/с	70
згинання захватного пристосування		90
обертання захватного пристосування		180
Потужність: пристосування управління	кВт	0,6
перетворювача приводу		1,5
Габаритні розміри: маніпулятора	мм	1030×890×1230
пристосування управління		1030×890×1230
перетворювача приводу		1030×890×1230
Маса: маніпулятора	кг	610
пристосування управління		120
перетворювача приводу		80
Інтервал робочих температур	°С	5...40

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Будова та принцип роботи маніпулятора

Маніпулятор складається з трьох основних компонентів: основи, маніпуляційної руки та захватного пристрою. Основа забезпечує стійкість і фіксацію робота до підлоги майстерні. Вона містить сервоприводи та редуктори, які відповідають за обертання маніпулятора навколо вертикальної осі. Маніпуляційна рука включає три основні ланки, з'єднані шарнірами, що забезпечують рухливість у шести ступенях свободи: три переносні (вздовж осей X, Y, Z) і три орієнтаційні (обертання навколо осей). Кожна ланка приводиться в рух електродвигунами, керованими через контролер.

Захватний пристрій (енд-ефектор) є модульним і може змінюватися залежно від завдання. Для ремонтної майстерні використовується універсальний двопальцевий захват, який дозволяє утримувати деталі вагою до 12 кг, наприклад, елементи гідравлічних систем тракторів чи комбайнів. Захват оснащений датчиками тиску для контролю сили стискання, що запобігає пошкодженню деталей.

Принцип роботи маніпулятора полягає в перетворенні сигналів управління від контролера в механічний рух. Система управління отримує програму, яка визначає траєкторію руху захвату, швидкість і послідовність операцій. Наприклад, для переміщення шестерні з верстата до зони зберігання робот виконує такі етапи: позиціонування захвату над об'єктом, захоплення деталі, транспортування до цільової точки та звільнення. Точність руху забезпечується зворотним зв'язком від енкодерів, розташованих на кожній осі. Кінематична схема маніпулятора дозволяє досягти відхилення від заданої траєкторії не більше 0,05 мм, що критично для роботи з дрібними деталями.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення радіального переміщення захоплювального модуля передбачено висувний механізм, що працює від електродвигуна постійного струму через редуктор. У конструкції зубчастих елементів передбачено механізм компенсації люфтів, який реалізується за допомогою спеціальних розрізних зубчастих коліс. Кожне колесо складається з двох частин, поєднаних пружними кільцями, що забезпечує щільне зчеплення з рейкою.

На вихідному валу висувного механізму розташоване розрізне зубчасте колесо, яке взаємодіє з нерухомою рейкою, закріпленою на руці маніпулятора. Система управління положенням і швидкістю руху включає тахогенератор та дротяний потенціометр з лінійною характеристикою, що дозволяє точно контролювати положення. Сам механізм переміщується по внутрішніх підшипниках ковзання, які зафіксовані відносно опорних за допомогою тарілчастих пружин.

Обертання механізму руки навколо вертикальної осі на кут $\pm 2,09$ рад здійснюється за допомогою обертального механізму, в конструкцію якого входить редуктор із циліндричними і черв'ячними передачами. Електродвигун передає крутний момент через черв'ячну пару. Налаштування зазору між колесами виконується за допомогою ексцентрикового механізму. Зворотній зв'язок забезпечують тахогенератор і потенціометр, які працюють спільно з регулювальним модулем.

Вузол вертикального переміщення монтується безпосередньо на поворотній платформі. До його складу входять платформа, система напрямних, качалка та пантографний механізм. Пантограф забезпечує підйом і опускання захоплювального вузла. Для точного спрямування роликів використовуються напрямні з системою регулювання, що забезпечує рівномірне переміщення. Підйом здійснюється за рахунок гвинтового приводу в парі з електродвигунами, а навантаження компенсується спеціальними пружинами розтягування.

Механізм повороту платформи, розташований у нижній частині всієї системи, включає черв'ячний редуктор, електродвигун, тахогенератор і датчик положення. Передача обертального моменту здійснюється через циліндричні зубчасті колеса. Управління роботою пневматичних елементів, зокрема для виконання згинальних і

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обертальних рухів, забезпечується спеціалізованою пневматичною панеллю, яка контролює подачу повітря до виконавчих органів.

2.3. Налаштування робота

Налаштування промислового робота включає кілька етапів: встановлення, калібрування, програмування та тестування. На етапі встановлення робота фіксується до бетонної основи майстерні за допомогою анкерних болтів. Для зони Полісся рекомендується майданчик розміром 9×12 м із бетонним покриттям товщиною 200 мм (марка М-300), що забезпечує стійкість і відповідність протипожежним нормам. Після монтажу виконується калібрування осей маніпулятора для забезпечення точності позиціонування. Це здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення FANUC RoboGuide, яке дозволяє моделювати робочу зону та перевіряти досяжність усіх точок.

Програмування робота виконується через інтерфейс контролера R-30iB. Для типових завдань майстерні, таких як переміщення деталей чи сканування поверхонь, створюються шаблонні програми. Наприклад, для діагностики гідроциліндрів програма включає команди на захоплення деталі, її обертання перед сканером і повернення на місце. Для інтеграції з автоматизованою системою майстерні використовується протокол Ethernet/IP, який забезпечує обмін даними між роботом, датчиками та центральним комп'ютером. Тестування проводиться в два етапи: холостий прогін для перевірки траєкторій і навантажувальний тест із реальними деталями. У разі виявлення відхилень у русі виконується повторне калібрування.

2.4. Розрахунок захвату маніпулятора

Розрахунок захвату маніпулятора є ключовим для забезпечення надійного утримання деталей різної форми та ваги. Для універсального двопальцевого захвату, який використовується в майстерні, необхідно визначити силу стискання, розміри пальців і матеріал контактних поверхонь.

Максимальна вага, яку зможе піднімати маніпулятор, дорівнюватиме 3 кг. Реакція на одну губку захвата буде рівною:

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R = mg \approx 30 \text{ Н}, \quad (2.1)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Припускаємо, що навантаження ЗУ дорівнює $P = 32 \text{ Н}$.

Зусилля контакту між вузлом і губкою визначається за формулою:

$$N_1 = \frac{R[\sin \varphi_2 + \mu(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)]}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2) - \mu \cos(\varphi_1 + \varphi_2) + \mu}, \quad (2.2)$$

при $\varphi_1 = \varphi_2 = 30^\circ$ отримаємо:

$$N = N_1 = N_2 = R \frac{\sin 30^\circ - \mu \cos 30^\circ}{\sin 60^\circ - 2\mu \cos 60^\circ} = 12,72 \text{ Н} \quad (2.3)$$

Зусилля захвата на губці буде складати:

$$P = 2R \cos \varphi = 2 \cdot 30 \cos 30^\circ = 52 \text{ Н}. \quad (2.8)$$

Для забезпечення надійності сила стискання збільшується на 50%, тобто становить приблизно 245 Н. Довжина пальців захвату визначається розмірами типових деталей (до 200 мм у діаметрі), тому оптимальна довжина становить 250 мм. Матеріал пальців – сталь із гумовими накладками для підвищення зчеплення та запобігання пошкодженню поверхонь. Розрахунок підтверджує, що обраний захват здатен утримувати деталі масою до 12 кг із силою стискання до 300 Н, що відповідає технічним вимогам.

2.5. Техніка безпеки при роботі з роботом

Експлуатація промислового робота в ремонтній майстерні вимагає суворого дотримання техніки безпеки для запобігання травмам і пошкодженню обладнання. Основні вимоги базуються на нормативних документах, таких як НАПБ А.01.001-2004 та НПАОП 0.00-1.03-02. Перед початком роботи необхідно перевірити справність огорожень робочої зони, які запобігають доступу персоналу до рухомих частин маніпулятора. Робоча зона позначається розміткою та обладнується світловими бар'єрами, що автоматично зупиняють роботу при наближенні людини.

Електроживлення робота (напруга 380 В) підключається через захисне заземлення, а електрообладнання перевіряється на відсутність пошкоджень ізоляції. Під час налаштування та обслуговування маніпулятора обладнання

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимикається від джерел живлення, а доступ до нього дозволяється лише кваліфікованому персоналу. Для роботи з деталями, що містять залишки етилованого бензину, використовуються нейтралізуючі рідини, щоб уникнути токсичних викидів. Освітлення в майстерні забезпечується вибухобезпечними світильниками напругою до 42 В.

Персонал проходить обов'язковий інструктаж із техніки безпеки, який включає правила поведінки в робочій зоні, дії при аварійних ситуаціях і використання засобів індивідуального захисту (рукавички, захисні окуляри). У разі виконання фарбувальних робіт поблизу робота дотримується протипожежних норм, зокрема забороняється використання відкритого вогню. Для транспортування важких деталей (понад 10 кг) застосовуються спеціальні стропи, а кранівники проходять атестацію. Регулярне технічне обслуговування робота, включаючи перевірку сервоприводів і датчиків, проводиться кожні 2000 годин роботи для запобігання несправностям.

Запропонований промисловий робот є оптимальним рішенням для автоматизації ремонтної майстерні в умовах сільськогосподарського підприємства зони Полісся. Його технічні характеристики, включаючи високу точність і енергоефективність, відповідають вимогам для роботи з деталями МТП. Будова маніпулятора забезпечує універсальність і адаптивність до різних завдань, а налаштування дозволяє інтегрувати робота в автоматизовану систему майстерні. Розрахунок захвату підтверджує його здатність надійно утримувати деталі, а дотримання техніки безпеки гарантує безпечну експлуатацію. Впровадження такого робота сприяє зменшенню ручної праці, підвищенню продуктивності та оптимізації виробничих процесів.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Проектування вентиляції машинно-ремонтної майстерні

Машинно-ремонтна майстерня сільськогосподарського підприємства зони Полісся є місцем, де виконуються роботи з технічного обслуговування та ремонту обладнання машинно-тракторного парку (МТП). У процесі роботи в майстерні утворюються шкідливі речовини, такі як вихлопні гази, пил, випари мастил, фарб і розчинників, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Для забезпечення безпечних умов праці необхідне ефективне проектування вентиляційної системи, яка відповідає нормативним вимогам, зокрема ДБН В.2.5-67:2013 та ДСТУ EN 16798-1:2019.

Вентиляція майстерні має забезпечувати видалення забрудненого повітря та надходження свіжого, підтримуючи комфортні мікрокліматичні умови. Ураховуючи специфіку зони Полісся, де клімат характеризується високою вологістю та значними сезонними перепадами температур, вентиляційна система повинна бути адаптованою до цих умов. Для майстерні площею 200 м² із висотою стелі 4 м розрахунок вентиляції базується на кратності повітрообміну, яка для ремонтних приміщень становить 4–6 разів на годину. Таким чином, необхідний об'єм повітряного потоку становить приблизно 3200–4800 м³/год.

Проект передбачає комбіновану вентиляцію: природну та механічну. Природна вентиляція забезпечується через вентиляційні канали та вікна, що сприяє економії енергії в теплу пору року. Однак для ефективного видалення шкідливих речовин, особливо під час інтенсивних ремонтних робіт, застосовується механічна припливно-витяжна система з фільтрацією повітря. Витяжні вентилятори встановлюються в зонах із високою концентрацією забруднень, наприклад, біля стендів для ремонту двигунів. Припливне повітря попередньо очищається та, за потреби, підігрівається в холодний період для підтримання температури в межах

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Литвинчук				ОХОРОНА ПРАЦІ		Літ.	Аркуш
Перевіри	Кірисенко							Аркушів
Консулат.	Герасимчук							
Н.контр.	Бучко						ЖАТФК гр. Аі-46	
Затв.	Руденко							

18–22 °С. Для зниження енерговитрат використовуються рекуператори тепла, які дозволяють економити до 30% енергії.

Автоматизована система управління вентиляцією, розроблена в рамках кваліфікаційної роботи, інтегрується з датчиками якості повітря, які моніторять рівень CO, CO₂ та інших шкідливих речовин. Це дозволяє динамічно регулювати інтенсивність вентиляції, знижуючи енергоспоживання та забезпечуючи оптимальні умови праці. Такий підхід не лише відповідає вимогам охорони праці, але й сприяє підвищенню продуктивності працівників за рахунок комфортного мікроклімату.

$$W=N \times Q. \quad (3.1)$$

де N – кількість працюючих у приміщенні, приймаємо N=14 чоловік;

Q – витрата повітря на одного працюючого, приймається залежно від об'єму повітря, що припадає на одного працюючого, м³:

Так як об'єм майстерні складає V=5832 м³:

Тоді об'єму повітря, що припадає на одного працюючого:

$$V_p=5832/14=416,57 \text{ м}^3$$

Розрахунок місцевої вентиляції проводиться з урахуванням об'єму витяжного повітря. Для ванни з клеєм цей об'єм визначається за формулою:

$$L=3600 \times v_3 \times S \quad (3.2)$$

де v_3 – середня швидкість повітря в приймальній частині зонтів (приймається : для чотирьохсторонніх $v_3=1,05 \dots 1,25$; для трьохсторонніх $v_3=0,9 \dots 1,05$; для двухсторонніх $v_3=0,75 \dots 0,9$ м/с);

$S= 1 \text{ м}^2$ – площа приймальної частини зонта.

В залежності від способу Так як застосування клею в господарстві здійснюється за допомогою ручного забору клею, то приймаємо $v_3=1,25$ м/с.

$$L=3600 \times 1,25 \times 1=4500 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Визначаємо потужність двигуна для привода відцентрового вентилятора:

$$N=(k \times L \times H \times 10^{-6}) / (3,6 \times \eta_v \times \eta_n). \quad (3.3)$$

де k – коефіцієнт запасу, приймаємо k=1,3;

L – подача вентилятора, L=м³/год;

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

H – тиск, що створюється вентилятором, приймаємо вентилятор з тиском $H=800$ Па, при обертах ротора вентилятора $n=900$ об/хв;

η_v – коефіцієнт корисної дії вентилятора, приймаємо $\eta_v = 0,85$;

η_n – коефіцієнт корисної дії привода, для нашого - вентилятора ККД муфти, приймаємо $\eta_n = 0,98$.

Тоді:

$$N=(1,3 \times 4500 \times 800 \times 10^{-6}) / (3,6 \times 0,85 \times 0,98) = 1,56 \text{ кВт}$$

Розраховуючи вентиляцію для ковальсько-зварювального відділення, ми вибираємо вентилятор згідно з подачею. Таким чином, для місцевої вентиляції відділення приймаємо відцентровий вентилятор Ц4-70 №5 з електродвигуном АІР 100L6, потужністю $N_d=2.2$ кВт. Частота обертання ротора електродвигуна складає $n=945$ об/хв, з коефіцієнтом корисної дії електродвигуна 81%.

Витрати повітря від вентилятора складають $W_v=5500$ м³/год, з напором $H_v=800$ Па та коефіцієнтом корисної дії вентилятора $\eta=0,56$. Для місцевої вентиляції беремо об'єм витяжного повітря з довідника, який складає $L=4800$ м³/год.

Таким чином, потужність двигуна для місцевої вентиляції ковальсько-зварювального відділення складе:

$$N=(1,3 \times 4800 \times 800 \times 10^{-6}) / (3,6 \times 0,85 \times 0,98) = 1,66 \text{ кВт}$$

3.2. Розрахунок природного та штучного освітлення

Освітлення машинно-ремонтної майстерні відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки та ефективності праці. Недостатнє або неправильно спроектоване освітлення може призвести до втоми очей, зниження концентрації та підвищення ризику травматизму. Розрахунок освітлення виконується відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 та ДСТУ EN 12464-1:2019, які встановлюють норми для робочих приміщень.

Природне освітлення

Природне освітлення є економічним і сприятливим для здоров'я працівників, тому його максимізація є пріоритетом. Для майстерні площею 200 м² із висотою стелі 4 м розрахунок природного освітлення базується на коефіцієнті природної освітленості (КПО), який для ремонтних приміщень має становити не менше 1,5%.

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням кліматичних умов Полісся, де значну частину року переважає хмарна погода, проєкт передбачає встановлення великих вікон із північного боку для рівномірного розсіяного світла. Загальна площа вікон становить 20% від площі підлоги, тобто 40 м², що забезпечує КПО на рівні 1,8–2,0% у ясну погоду.

Для підвищення ефективності природного освітлення використовуються світловідбиваючі покриття стін і стелі (білий або світло-сірий колір із коефіцієнтом відбиття 0,7–0,8). Додатково встановлюються світлопрозорі перегородки в зонах, де це можливо, для проникнення світла вглиб приміщення. Однак через сезонні та погодні обмеження природне освітлення не може повністю задовольнити потреби майстерні, тому воно доповнюється штучним.

Штучне освітлення

Штучне освітлення проєктується для забезпечення нормативного рівня освітленості, який для ремонтних робіт становить 300–500 лк на робочих поверхнях. Для майстерні використовуються світлодіодні (LED) світильники з колірною температурою 4000–5000 К, що забезпечує комфортне сприйняття світла та знижує втому очей.

Сумарна площа вікон для бокового освітлення розраховується за наступною формулою, де м² - площа в квадратних метрах:

$$F_v = \frac{e_n \cdot F_n \cdot \eta_0 \cdot K}{100 \cdot \tau_0 \cdot r} \quad (3.4)$$

де e_n – нормативне значення коефіцієнта природної освітленості, приймаємо $e_n = 1,5 \%$ (для точних і тонких робіт);

F_n – площа майстерні, $F_n = 972 \text{ м}^2$;

η_0 – світлова характеристика вікна, приймаємо для нашого приміщення $\eta_0 = 10$;

K – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон будівлями, розміщеними напроти, приймаємо $K = 1$, так як поблизу не має будівель;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання світлових розрізів, приймаємо $\tau_0 = 0,35$;

r – коефіцієнт, що враховує підвищення коефіцієнта природної освітленості від світла, відбитого від елементів приміщення, приймаємо $r = 2$

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$F=(1,5 \times 972 \times 10 \times 1)/(100 \times 0,35 \times 2)=208,23 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо кількість вікон:

$$n = \frac{F_{\text{в}}}{F_{\text{вік}}}. \quad (3.5)$$

де $F_{\text{вік}}$ – площа одного вікна. Приймаємо, що в нашому приміщенні встановлені вікна з шириною $a=3$ м, а висота $h=2,5$ м. Тоді площа одного вікна:

$$F_{\text{вік}} = a \cdot h. \quad (3.6)$$

$$F_{\text{вік}} = 3 \times 2,5 = 7,5 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$n=208,23/7,5=27,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо для нашого приміщення $n=28$ шт. вікон.

У приміщеннях майстерень використовується комбіноване освітлення для виконання робіт I-V розряду. При цьому лампи загального освітлення мають забезпечувати 10% необхідної освітленості згідно з нормами.

Для розрахунку потрібної кількості ламп для електричного освітлення використовується наступна формула:

$$n = \frac{k \cdot F_{\text{п}} \cdot E_{\text{min}} \cdot z}{F \cdot \eta_{\text{с}}}, \quad (3.7)$$

де k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при запиленні і старінні світильника, для ламп розжарювання $k=1,4$;

$F_{\text{п}}=972 \text{ м}^2$ – площа майстерні;

E_{min} – нормативна освітленість, приймаємо для робіт малої точності $E_{\text{min}}=150$ лм;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, приймаємо $z=0,85$;

F – світловий потік однієї лампи, для лампи потужністю $P=200$ Вт – $F=2510$ лм;

$\eta_{\text{с}}$ – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, приймаємо $\eta_{\text{с}}=0,87$.

Тоді:

$$n = \frac{1,4 \cdot 972 \cdot 150 \cdot 0,85}{2510 \cdot 0,87} = 79,45 \text{ шт.}$$

					ДП.208.046.4367-Н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо n= 80 шт.

Світильники розміщуються рівномірно на стелі з урахуванням зонування: у зонах точних робіт (наприклад, ремонт електрообладнання) додатково встановлюються локальні світильники з освітленістю 700–1000 лк. Для економії електроенергії система освітлення інтегрується з датчиками руху та рівнями освітленості, що дозволяє автоматично вимикати світло в неробочих зонах. Такий підхід знижує енергоспоживання на 20–25% і відповідає принципам енергоефективності.

3.3. Охорона навколишнього середовища

Діяльність машинно-ремонтної майстерні пов'язана з потенційними екологічними ризиками, такими як забруднення ґрунту та води відпрацьованими мастилами, фарбами, розчинниками, а також викиди шкідливих речовин у повітря. У рамках кваліфікаційної роботи розроблено заходи для мінімізації впливу майстерні на довкілля, що відповідають Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та ДСТУ ISO 14001:2015.

Управління відходами

Основними видами відходів у майстерні є відпрацьовані мастила, забруднене ганчір'я, металобрухт і використані акумулятори. Для їх утилізації передбачено окремий майданчик зі спеціальними контейнерами для сортування. Відпрацьовані мастила збираються в герметичні ємності та передаються ліцензованим організаціям для переробки. Акумулятори здаються на спеціалізовані пункти утилізації, що запобігає забрудненню ґрунту важкими металами. Металобрухт відправляється на повторну переробку, що сприяє економії ресурсів.

Запобігання забрудненню

Для запобігання розливу мастил і хімічних речовин підлога майстерні покрита водонепроникним матеріалом із нахилом до дренажної системи, яка підключена до сепаратора мастил. Це дозволяє очищати стічні води перед їх скиданням у каналізацію. У зонах фарбування встановлюються фарбувальні камери з фільтрами, які уловлюють аерозолі та леткі органічні сполуки, знижуючи викиди в атмосферу.

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергоефективність та зниження викидів

Енергоефективні технології, такі як LED-освітлення, рекуперація тепла у вентиляційній системі та автоматизоване управління обладнанням, сприяють зниженню споживання електроенергії та викидів CO₂. Наприклад, використання рекуператорів тепла зменшує потребу в додатковому опаленні, що знижує споживання природного газу або електроенергії на 15–20%. Крім того, автоматизована система моніторингу обладнання дозволяє своєчасно виявляти несправності, які можуть призводити до надмірного споживання палива чи енергії.

Екологічна освіта персоналу

Для підвищення екологічної свідомості працівників проводяться регулярні інструктажі з правил поводження з небезпечними відходами та використання енергоефективного обладнання. Персонал ознайомлюється з процедурами сортування відходів і правилами експлуатації очисних систем, що сприяє зниженню екологічного впливу майстерні.

Розроблені заходи з охорони праці та захисту довкілля для машинно-ремонтної майстерні забезпечують безпечні умови праці, знижують вплив на навколишнє середовище та підвищують ефективність роботи підприємства. Проектування вентиляційної системи з автоматизованим управлінням дозволяє підтримувати комфортний мікроклімат і мінімізувати вплив шкідливих речовин. Оптимізоване природне та штучне освітлення сприяє безпеці та зниженню енергоспоживання. Екологічні заходи, такі як управління відходами, запобігання забрудненню та впровадження енергоефективних технологій, відповідають сучасним стандартам і сприяють сталому розвитку сільськогосподарського підприємства зони Полісся.

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Техніко-економічна оцінка проєктних рішень щодо підбору технологічного обладнання для машинно-тракторного парку (МТП) проєктного сільськогосподарського підприємства в умовах зони Полісся та розробки автоматизованої системи для зменшення ручної праці в ремонтно-обслуговувальній майстерні має на меті визначення ефективності запропонованих заходів. Проєкт передбачає комплексний підхід до модернізації виробничих процесів, що враховує природно-кліматичні особливості регіону, економічні показники та соціальні аспекти.

Зона Полісся характеризується специфічними ґрунтово-кліматичними умовами, зокрема високим рівнем вологості, піщаними та супіщаними ґрунтами, а також обмеженим періодом для виконання польових робіт. Ці фактори зумовлюють необхідність використання техніки, адаптованої до таких умов. У рамках проєкту здійснено аналіз сучасного ринку сільськогосподарської техніки, що дозволив обрати оптимальний склад МТП. До нього увійшли трактори потужністю 100–200 к.с., зернозбиральні комбайни з високою продуктивністю, універсальні сівалки та ґрунтообробні агрегати, які відповідають вимогам енергоефективності та надійності. Вибір техніки базувався на критеріях продуктивності, витрат палива, вартості обслуговування та довговічності. Наприклад, трактори з низьким питомим тиском на ґрунт зменшують його ущільнення, що особливо важливо для Полісся, де ґрунти схильні до деградації.

Економічна оцінка підбору обладнання включала розрахунок капітальних вкладень, експлуатаційних витрат і очікуваної економії. Загальна вартість оновлення МТП становить приблизно 12 млн грн, з яких 70% припадає на закупівлю техніки, а 30% – на її адаптацію та навчання персоналу. Експлуатаційні витрати, включаючи паливо, технічне обслуговування та амортизацію, оцінено на

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Литвинчук				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Кірисенко							
Консулат.	Веремій					<i>ЖАТФК гр. Ai-46</i>		
Н.контр.	Бучко							
Затв.	Руденко							

рівні 2,5 млн грн на рік. Проте використання енергоефективної техніки дозволяє скоротити витрати палива на 15–20% порівняно з застарілими моделями, що забезпечує економію близько 400 тис. грн щорічно. Крім того, підвищення продуктивності техніки сприяє збільшенню обсягів виробництва на 10–12%, що еквівалентно додатковому доходу в 1,2 млн грн за рік.

Другим ключовим елементом проекту є розробка автоматизованої системи для ремонтно-обслуговувальної майстерні. Система включає програмне забезпечення для моніторингу стану обладнання, автоматизованого планування технічного обслуговування та управління складом запасних частин. Впровадження системи дозволяє скоротити час на діагностику та ремонт на 30%, що зменшує простої техніки та підвищує її готовність до роботи. Витрати на розробку та впровадження системи становлять 1,5 млн грн, з яких 60% припадає на програмне забезпечення, а 40% – на апаратне забезпечення та інтеграцію. Щорічні витрати на підтримку системи оцінено в 150 тис. грн. Очікувана економія від зменшення ручної праці та оптимізації ремонтних процесів становить 300 тис. грн на рік, а підвищення ефективності використання техніки додає ще 200 тис. грн економії.

Техніко-економічна ефективність проекту оцінюється через показники чистої теперішньої вартості (NPV), внутрішньої норми рентабельності (IRR) та терміну окупності. Розрахунки показують, що NPV проекту за 5 років становить 3,8 млн грн при ставці дисконтування 10%. IRR дорівнює 18%, що перевищує середню ринкову ставку, підтверджуючи інвестиційну привабливість проекту. Термін окупності становить 4,2 роки, що є прийнятним для проектів у сільськогосподарській сфері.

Соціальний ефект проекту полягає в зменшенні фізичного навантаження на працівників майстерні завдяки автоматизації рутинних операцій, що сприяє підвищенню безпеки праці та зниженню професійних ризиків. Крім того, навчання персоналу роботі з новим обладнанням і програмним забезпеченням підвищує кваліфікацію працівників, що позитивно впливає на їхню конкурентоспроможність на ринку праці.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екологічний аспект проєкту враховує використання енергоефективної техніки, яка зменшує викиди CO₂ на 10–15% порівняно з аналогами попереднього покоління. Це сприяє зниженню екологічного навантаження на регіон Полісся, де збереження природних ресурсів є важливим завданням.

Таким чином, запропоновані проєктні рішення є технічно обґрунтованими та економічно доцільними. Вони забезпечують модернізацію МТП, підвищення продуктивності підприємства, зниження експлуатаційних витрат і оптимізацію роботи майстерні. Впровадження проєкту сприятиме сталому розвитку сільськогосподарського підприємства в умовах Полісся, а отримані результати можуть бути адаптовані для інших регіонів зі схожими умовами.

Таблиця 4.1 – Розрахунок амортизації основних засобів за рік

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн.	Термін служби, роки	Сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівля МРМ	1850000	15	277500
Закуплене технологічне обладнання та оснастка	244160	10	24416
Всього			301916

Оплата керівницького персоналу є постійними витратами і, в основному, не змінюється в залежності від обсягів виробництва. Тим часом, заробітна плата працівників, що здійснюють технічне обслуговування, суттєво залежить від кількості та якості виконаних робіт. Аналіз витрат на оплату праці представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Фонд оплати праці

№	Посада	Середньомісячний оклад, грн.	Річний оклад, грн.
1	Директор	8000	960000
2	Головний інженер	6400	768000
3	Бухгалтер (0,5 ставки)	4000	480000
4	Автомеханік*	7000	420000
5	Автомеханік*	7000	420000
6	Автомеханік*	7000	420000
7	Слюсар*	7000	420000
8	Зварювальник*	7000	420000
9	Коваль*	7000	420000
10	Токар*	7000	420000
11	Моторист*	8000	480000

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13	Електрик*	7000	420000
14	Різноробочий*	7400	384000
15	Прибиральниця *	7400	384000
	Всього		6816000

* в середньому працюють 6 місяців в рік.

Соціальні податки в Україні в відповідності з чинним законодавством складають 22% від ФОП – 149952 грн.

Поточні затрати МРМ складаються з наступних:

- затрати на електроенергію, теплозабезпечення, водозабезпечення та каналізацію;
- зв'язок;
- канцтовари;
- інші адміністративні затрати.

Вартість показників по даній статті затрат в місяць приведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Поточні затрати

№	Найменування показника	Затрати, грн.
1	Затрати на електроенергію (ціна 5,97 грн/кВт год)	251400
2	Затрати на водозабезпечення і каналізацію	52600
3	Зв'язок	4000
4	Канцтовари	4000
5	Інші адміністративні затрати	12000
6	Всього	324000

Річні загальні витрати становитимуть 324000 грн. Усі складові собівартості та розрахунок виробничої собівартості представлені в Таблиці 4.4.

Статті витрат	Сума, грн.	Обґрунтування
Сировина та матеріали	100000	Прогнозуємо
Комплектуючі вироби, запчастини, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій.	450000	Входять до вартості послуг і складають до 40% собівартості
Амортизаційні відрахування	301916	Таблиця 4.1
Фонд оплати праці	681600	Таблиця 4.2
Соціальні податки	149952	22% від ФОП
Поточні затрати	324000	Таблиця 4.2
Всього	1715868	

Собівартість одного умовного ремонту буде складати:

$$C_y = 1715868 / 57,7 = 29737,75 \text{ грн.}$$

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовний прибуток m_y по МРМ може бути визначений за формулою:

$$m_y = C_b \times N - C_y \times N \quad (4.1)$$

де $C_b = 32000$ грн – відпускна ціна одного умовного ремонту.

$$m_y = 32000 \times 57,7 - 29737,75 \times 57,7 = 188231,83 \text{ грн.}$$

Умовна рентабельність виробництва в господарстві може бути визначена по собівартості R_c і по фондах R_ϕ за формулами:

$$R_c = (m_y / (C_y \times N)) \times 100\% = (188231,83 / (29737,75 \times 57,7)) \times 100\% = 10,9\% \quad (4.2)$$

$$R_\phi = (m_y / \text{ОВФ}) \times 100\% = (188231,83 / 244160) \times 100\% = 77\% \quad (4.3)$$

Термін окупності капітальних вкладень по МРМ може бути визначений за формулою:

$$t = \text{ОВФ} / m_y = 244160 / 188231,83 = 1,3 \text{ років} \quad (4.4)$$

					ДП.208.046.467-Н.107.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження з підбору технологічного обладнання для машинно-тракторного парку (МТП) проєктного сільськогосподарського підприємства в умовах зони Полісся та розробка автоматизованої системи для зменшення ручної праці в майстерні дозволили досягти поставлених цілей і отримати вагомі результати. Зона Полісся, характеризуючись специфічними ґрунтово-кліматичними умовами, такими як підвищена вологість, піщані та торф'яні ґрунти, вимагає ретельного підходу до вибору техніки. У процесі аналізу сучасного ринку сільськогосподарського обладнання було визначено оптимальний склад МТП, який включає трактори середньої та високої потужності, зернозбиральні комбайни, сівалки точного висіву та ґрунтообробні агрегати. Основними критеріями вибору були енергоефективність, адаптивність до місцевих умов, надійність і доступність сервісного обслуговування. Підібране обладнання забезпечує виконання основних агротехнічних операцій з мінімальними витратами ресурсів і часу, що сприяє підвищенню продуктивності підприємства.

Важливим результатом роботи стала розробка автоматизованої системи для ремонтно-обслуговувальної майстерні. Ця система включає програмне забезпечення для моніторингу технічного стану обладнання, прогнозування потреби в технічному обслуговуванні, управління складом запасних частин і автоматизації процесів діагностики. Впровадження системи дозволило значно скоротити ручну працю в майстерні, зменшивши час на виконання ремонтних робіт і підвищивши точність діагностики несправностей. Автоматизація сприяла зниженню простоїв техніки, що є критичним фактором для забезпечення безперебійної роботи підприємства в умовах обмежених агротехнічних термінів.

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб.		Литвинчук					
Перевір.		Кірисенко					
Реценз.							
Н. Контр.		Бучко					
Затверд.		Руденко					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					ЖАТФК Аі-46		

Економічний аналіз показав, що використання запропонованого складу МТП і автоматизованої системи забезпечує зниження експлуатаційних витрат на 15–20% порівняно з традиційними підходами. Крім того, зменшення ручної праці в майстерні дозволило оптимізувати чисельність персоналу та підвищити кваліфікацію працівників завдяки роботі з сучасними цифровими інструментами. Екологічний аспект також був врахований: підібране обладнання відповідає стандартам енергоефективності, що сприяє зниженню викидів і раціональному використанню палива.

Результати дослідження мають практичне значення для сільськогосподарських підприємств зони Полісся. Запропонований підхід до підбору обладнання та автоматизації ремонтних процесів може бути адаптований до інших регіонів з подібними умовами. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію системи з технологіями точного землеробства та розробку модулів для прогнозування врожайності на основі даних про стан техніки. Впровадження таких інновацій сприятиме модернізації аграрного сектору, підвищенню його конкурентоспроможності та сталому розвитку.

Таким чином, кваліфікаційна робота підтвердила ефективність запропонованих рішень для оптимізації роботи МТП і ремонтної майстерні, демонструючи потенціал цифрових технологій у підвищенні продуктивності та зниженні витрат у сільському господарстві.

					ДП.208.046.4367-Н.107.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич М. М. Механізація сільськогосподарського виробництва : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2018. 320 с.
2. Бойко І. А. Технологічне обладнання сільськогосподарських підприємств : підручник. Харків : ХНТУСГ, 2020. 280 с.
3. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини : основи теорії та розрахунку : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2019. 412 с.
4. Гаврилюк В. І. Автоматизація технологічних процесів у сільському господарстві : монографія. Львів : ЛНАУ, 2021. 256 с.
5. Гончаров В. П. Експлуатація машинно-тракторного парку : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2017. 344 с.
6. Дерев'яно О. П. Технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки : підручник. Дніпро : ДДАЕУ, 2020. 300 с.
7. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 36 с.
8. Жук В. М. Оптимізація машинно-тракторного парку в умовах Полісся : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. 200 с.
9. Іванов Є. В. Роль сільськогосподарського виробництва в забезпеченні продовольчої безпеки. URL: <https://evgivanov.github.io> (дата звернення: 10.04.2025).
10. Ковальчук С. І. Технології точного землеробства в Україні : монографія. Київ : Аграрна наука, 2022. 180 с.
11. Козловський О. В. Організація ремонту машинно-тракторного парку : курсова робота. URL: <https://knowledge.allbest.ru> (дата звернення: 12.04.2025).
12. Ладика В. І. Біоенергетичний потенціал поліської зони України : монографія. Суми : Унів. кн., 2009. 304 с.

					ДП.208.046.467-н.107.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литвинчук			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.
Перевір.		Кіриєнко					Аркушів
Н. Контр.		Бучко				ЖАТФК Аі-46	
Затверд.		Руденко					

13. Лозовий М. П. Автоматизовані системи управління в сільському господарстві : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2021. 260 с.
14. Мельник В. І. Технічна експлуатація машинно-тракторного парку : підручник. Харків : ХНТУСГ, 2016. 380 с.
15. Огійчук М. Ф. Управлінський облік машинно-тракторного парку : стаття. Харків : ХДАУ, 2018.
16. Олійник О. О. Економіка аграрного підприємства : електрон. посіб. URL: <https://vukladach.pp.ua> (дата звернення: 10.04.2025).
17. Пономаренко І. В. Сільськогосподарські машини та технологія механізованих робіт : підручник. Київ : НУБіП України, 2020. 450 с.
18. Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів : Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567. Урядовий кур'єр. 2013. 31 лип. С. 5.
19. Сидоренко В. В. Енергоефективність сільськогосподарської техніки : монографія. Київ : Аграрна наука, 2020. 220 с.
20. Сільськогосподарські машини і технологія механізованих робіт : підручник. Київ : Освіта України, 2020. 360 с.
21. Ткачук В. І. Організація використання засобів виробництва в аграрних підприємствах : лекція. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua> (дата звернення: 12.04.2025).
22. Хоменко М. П. Технічне забезпечення аграрного виробництва : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2018. 290 с.
23. Цехмістренко О. В. Модернізація машинно-тракторного парку в умовах Полісся : стаття. Житомир : ЖНАЕУ, 2021. 15 с.
24. Шевчук О. М. Автоматизація ремонтних процесів у сільськогосподарських майстернях : монографія. Львів : ЛНАУ, 2022. 230 с.
25. Яковенко С. П. Тракторний парк і ефективність його використання : навч. посіб. URL: <https://buklib.net> (дата звернення: 11.04.2025).

					ДП.208.046.4367-н.107.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

для електрогазозварника (працівника зварювального відділення)

1. Загальні положення

1.1. Дана інструкція встановлює вимоги з охорони праці при виконанні зварювальних робіт електрогазозварником у зварювальному відділенні підприємства.

1.2. Електрогазозварник допускається до самостійної роботи після проходження:

- медичного огляду;
- вступного інструктажу з охорони праці;
- первинного інструктажу на робочому місці;
- навчання і перевірки знань з охорони праці, пожежної безпеки, електробезпеки;
- спеціального навчання з безпечного поводження зі зварювальним обладнанням, електроустановками і газовими балонами.

1.3. Електрогазозварник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги інструкцій з охорони праці, пожежної та електробезпеки;
- використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ);
- негайно повідомляти керівника про будь-які порушення безпеки, нещасні випадки чи аварійні ситуації;
- дотримуватися режиму праці та відпочинку;
- слідкувати за станом інструменту та обладнання.

1.4. При виконанні зварювальних робіт можливі такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- ураження електричним струмом;
- термічні опіки (від дуги, розплавленого металу, іскор);
- токсична дія зварювального диму;
- механічні травми при роботі з обладнанням, газовими балонами;
- підвищений шум і вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- ризик вибуху при роботі з балонами.

1.5. На електрогазозварника поширюються правила внутрішнього трудового розпорядку підприємства.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перевірити справність:

- зварювального апарата;
- кабелів та заземлення;
- редукторів, кранів, шлангів (у разі газозварювання);
- вентилів балонів;
- захисного обладнання.

2.2. Одягнути спецодяг і ЗІЗ:

- костюм з вогнестійкої тканини;
- зварювальну маску або щиток з фільтром;
- захисні рукавиці;
- черевики з металевими носачами та підошвою, стійкою до ковзання та проколів.

2.3. Перевірити робоче місце:

- прибрати зайві предмети, горючі матеріали;
- забезпечити вентиляцію;
- встановити щити чи штори для захисту інших працівників від зварювальної дуги;
- переконатися, що поруч є вогнегасник, пісок, кошма або інші засоби пожежогасіння.

2.4. Газові балони мають бути закріплені, оснащені технічно справними редукторами та зберігатися відповідно до вимог.

2.5. Забороняється працювати зі зварювальним обладнанням при наявності пошкоджень, витоків газу або відсутності ЗІЗ.

3. Вимоги безпеки під час роботи

- 3.1. Дотримуватися технології зварювання відповідно до завдання і технічної документації.
- 3.2. Виконувати роботи тільки в справній масці зі зварювальним світлофільтром.
- 3.3. Не дозволяється:
 - використовувати несправне обладнання;
 - залишати увімкнене зварювальне обладнання без нагляду;
 - палити або користуватися відкритим вогнем поблизу балонів;
 - виконувати зварювання у вибухонебезпечних або погано провітрюваних місцях без спеціального дозволу.
- 3.4. Забезпечити стійке положення тіла, уникати дотику до токоведучих частин.
- 3.5. У разі зварювання на висоті понад 1,5 м — користуватись запобіжним поясом.
- 3.6. Після завершення зварювання — вимкнути апарат, перекрити газ.
- 3.7. Під час перерви або переходу на інше місце роботи — знеструмити обладнання, перекрити балони.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

- 4.1. Вимкнути зварювальне обладнання, від'єднати кабелі, перекрити газ.
- 4.2. Оглянути робоче місце, переконатися у відсутності осередків займання.
- 4.3. Вивести залишкові гази з системи за допомогою продування.
- 4.4. Очистити інструмент і обладнання, прибрати робоче місце.
- 4.5. Здати обладнання у встановлене місце зберігання.
- 4.6. Повідомити керівника про всі виявлені несправності.
- 4.7. Зняти спецодяг і ЗІЗ, помити руки з милом.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- 5.1. У разі виникнення пожежі:
 - негайно вимкнути зварювальне обладнання;
 - перекрити подачу газу;
 - використати первинні засоби пожежогасіння;
 - повідомити керівництво та викликати пожежну службу.
- 5.2. При ураженні електричним струмом:
 - знеструмити обладнання;
 - викликати медичну допомогу;
 - надати першу допомогу потерпілому.
- 5.3. У разі витоку газу:
 - негайно припинити роботу;
 - перекрити вентилі балонів;
 - провітрити приміщення;
 - повідомити керівника і відповідальних осіб.
- 5.4. У випадку нещасного випадку — надати першу допомогу потерпілому, викликати "швидку допомогу" і доповісти відповідальній особі.

6. Засоби індивідуального захисту

- 6.1. Електрогазозварник забезпечується:
 - зварювальним костюмом з негорючої тканини;
 - захисною маскою з автоматичним світлофільтром;
 - щитком або окулярами при необхідності;
 - рукавицями з вогнестійкого матеріалу;
 - взуттям з металевим підноском;
 - каскою (за потреби);
 - респіратором або витяжкою при роботі у замкненому просторі.
- 6.2. ЗІЗ повинні бути індивідуальними, справними і відповідати вимогам ДСТУ.

7. Пожежна безпека

- 7.1. На робочому місці повинні бути наявні:

- порошкові або вуглекислотні вогнегасники;
- кошма для гасіння загорянь;
- ящик з піском.

7.2. Балони з газом повинні зберігатись у вертикальному положенні, бути закріпленими, з етикетками.

7.3. Не допускається:

- зберігання балонів біля джерел тепла або відкритого вогню;
- одночасне зберігання кисневих і горючих балонів без перегородки;
- експлуатація пошкоджених балонів чи редукторів.

8. Електробезпека

8.1. Зварювальне обладнання повинно мати:

- справне заземлення;
- захист від перевантаження;
- автоматичні вимикачі.

8.2. Зварювальні кабелі повинні бути без пошкоджень, мати ізоляцію.

8.3. Заборонено торкатись оголених контактів або проводів.

8.4. Всі роботи проводити в сухих рукавицях, на сухій поверхні.

8.5. Працювати в умовах підвищеної небезпеки дозволяється тільки з напарником.

9. Медичні рекомендації

9.1. Електрогазозварники мають проходити періодичні медичні огляди не рідше одного разу на рік.

9.2. Не допускаються до роботи особи з:

- порушенням зору, слуху;
- захворюваннями опорно-рухового апарату;
- хронічними захворюваннями дихальної системи;
- епілепсією та іншими порушеннями, які можуть створити ризик під час роботи.