

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Факультет конструювання і дизайну
Кафедра надійності техніки

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

к.т.н., доц. А.В. Новицький
(підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ 2022 р.

БАКАЛАВРСЬКА КАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Технічне переоснащення ремонтної майстерні агрофірми з
удосконаленням ділянки з ремонту двигунів»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

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

(підпис)

Булгаков В.М.
(ПІБ)

Керівники дипломного проекту бакалавра

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

(підпис)

Новицький А.В.
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Оліфіренко Є.Г.
(ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

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 бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Оліфіренко Євгеній Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Тема випускної кваліфікаційної роботи бакалавра «Технічне переоснащення ремонтної майстерні агрофірми з удосконаленням ділянки з ремонту двигунів» затверджена наказом ректора НУБіП України №2265«С» від 16.12.2024 р.

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 6 червня 2025 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускного дипломного проекту бакалавра. 3.1. Загальна характеристика виробничої діяльності ФГ "Деметра". 3.2. Технічні характеристики лісогосподарської техніки та обладнання

3.3. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 3.4. Типові норми часу на розбирання, складання і ремонт лісогосподарської техніки.

Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ. 1. Вихідні дані для проектування. 1.1 Аналіз існуючого обладнання для ремонту обладнання. 1.4

Задачі кваліфікаційної роботи. 2. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5.

Техніко-економічне обґрунтування проекту. 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 “ 20 ” жовтня 2024 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра Новицький А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання Оліфіренко Є.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
1.1 Характеристика фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області та його господарської діяльності	8
1.2 Аналіз використання машинно-тракторного парку	9
1.3 Можливі напрямки удосконалення роботи МТП фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області	12
1.4 Аналіз конструкцій газорозподільних механізмів двигуна внутрішнього згоряння	13
1.4.1 Конструктивні схеми газорозподільного механізму	15
1.4.2 Конструктивні особливості клапанів та типові дефекти	16
1.4.3 Методи контролю та відновлення клапанів	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	20
2.1 Розрахунок щорічного обсягу коштів, необхідних для технічного обслуговування і ремонту МТП	20
2.2 Розподіл завдань із технічного обслуговування та ремонту між ремонтними підрозділами	21
2.3 Організація роботи ремонтної майстерні фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області	22
2.3.1 Визначення штатної чисельності працівників майстерні	22
2.4 Визначення чисельності персоналу, переліку обладнання та укомплектування робочих місць	24
2.6 Графік завантаження майстерні	26

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>				3	75
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>			<i>ЗМІСТ</i>		
Затверд.					<i>НУБіП України, ГМаш-2101</i>		

2.7	Технологічне планування майстерні та оснащення	27
2.8	Обґрунтування необхідності створення ділянки відновлення	28
2.9	Організація виробничого процесу відновлення деталей	39
2.10	Сучасні методи відновлення клапанів двигунів внутрішнього	29
2.10.1	Відновлення стержня клапана та направляючої втулки	32
2.10.2	Переваги та економічна ефективність запропонованих методів	33
2.11	Розробка ділянки з ремонту двигунів ФГ «Деметра» Чернігівської області Ніжинського району	34
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ		35
3.1	Аналіз стендів та пристосувань для ремонту двигуна внутрішнього згоряння	35
3.1.1	Креслення ділянки з ремонту двигунів ФГ «Деметра» Чернігівської області Ніжинського району	42
3.1.2.	Опис обладнання за позиціями	43
3.1.3	Технологічний ланцюг виконання робіт	46
3.2	Обґрунтування вибору та призначення установки	47
3.3	Будова та принцип роботи установки	48
3.4	Розрахунок параметрів пневмоциліндра	49
3.5	Розрахунок параметрів пружини	51
3.6	Пристрій для шліфування торця стержня клапана	53
3.7	Конструкція та принцип роботи пристрою для шліфування торця стержня клапана	53
3.8	Розрахунок пристосування для шліфування торця клапана	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ		57
4.1	Вимоги з безпеки до території приміщень, обладнання та технологічних процесів ремонтних майстерень	57
4.2	Оцінка робочих місць з погляду безпекових вимог	58
4.3	Визначення параметрів систем вентиляції, освітлення та протипожежного обладнання	60

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	62
5.1 Обчислення вартості базових виробничих фондів	62
5.2 Розрахунок собівартості умовного ремонту	63
5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати	64
5.2.2 Визначення потреби у ремонтних матеріалах та запасних частинах	65
5.3 Розрахунок кошторису витрат	66
5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин	68
5.5 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні	68
ВИСНОВОК	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Актуальність теми обумовлена необхідністю забезпечення високої технічної готовності машинно-тракторного парку фермерського господарства «Деметра» Ніжинського району Чернігівської області у критичні періоди польових робіт при обмежених трудових та матеріальних ресурсах. Сьогодні, незважаючи на модернізацію сільськогосподарської техніки, у господарствах часто відзначаються порушення планово-попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту через недостатнє оснащення ділянок діагностики і відновлення, що призводить до простоїв техніки та зростання експлуатаційних витрат.

Об'єктом дослідження є ремонтно-обслуговуюча база фермерського господарства «Деметра» Ніжинського району Чернігівської області, що спеціалізується на вирощуванні зернових, технічних та овочевих культур на площі 353 га. Предметом дослідження виступають організаційно-технологічні процеси функціонування майстерні технічного обслуговування та ремонтів, зокрема планування обсягу та періодичності ТО і ремонтних операцій.

Мета роботи – розробити комплекс заходів з вдосконалення ремонтно-обслуговуючої бази фермерського господарства «Деметра» Ніжинського району Чернігівської області з метою підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку та зниження простоїв техніки.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

1. Дати загальну характеристику фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області, його ресурсів і спеціалізації.
2. Проаналізувати наявну структуру машинно-тракторного парку і ремонтно-обслуговуючої бази, виявити слабкі місця та причини порушень регламенту технічного обслуговування.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Олфіренко Е.Г.</i>			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>				6	75
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>			<i>ВСТУП</i> <i>НУБіП України, ГМаш-2101</i>		
Затверд.							

3. Визначити річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт та розробити річний графік завантаження майстерні з урахуванням перспективного складу МТП.

4. Обґрунтувати організаційний режим роботи майстерні, підбір обладнання та технічне планування робочих ділянок.

5. Розробити проект реконструкції ремонтної майстерні з урахуванням сучасних технологічних вимог та нормативних регламентів.

Очікується, що реалізація запропонованих заходів дозволить суттєво підвищити якість ремонтно-обслуговуючих послуг, зменшити простої техніки в період основних польових робіт і, як наслідок, сприяти зростанню продуктивності господарств.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Характеристика фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області та його господарської діяльності

Фермерське господарство «Деметра» Чернігівської області зареєстроване 21 червня 2004 р. у Головному управлінні ДПС у Чернігівській області (Ніжинська ДПП), що підтверджується даними Єдиного реєстру платників податків. Підприємство функціонує як мікропідприємство з такими основними видами діяльності (КВЕД):

- Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів
- Вирощування інших однорічних і дворічних культур
- Змішане сільське господарство
- Допоміжна діяльність у рослинництві
- Вантажний автомобільний транспорт

Господарство розташоване в Ніжинському районі Чернігівської області й обробляє земельний банк площею 353 га, розподілених на 356 кадастрових ділянок у кількох населених пунктах (с. Кукшин, с. Ніжинське). Основним напрямком виробничої діяльності є вирощування зернових і технічних культур (озима пшениця – 40 га, соняшник – 19 га) та овочевих (картопля – 70 га).

За даними на 2024 р., машинно-тракторний парк «Деметри» включає 5 колісних тракторів, 2 одиниці плугової та боронувальної техніки, 2 сівалки, а також розкидач гною, машини для поливу та картоплезбиральний комбайн.

Забезпечення й оновлення парку здійснюється з урахуванням агротехнічних строків виконання робіт та економічних можливостей господарства.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>			ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>					8	75
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>			<i>НУБІП України, ГМаш-2101</i>			
Затверд.								

У таблиці 1.1 наведено узагальнені ключові показники господарства, що ілюструють його ресурсний потенціал та спеціалізацію перед початком проектування ремонтно-обслуговуючої бази.

Таблиця 1.1

Ключові показники фермерського господарства «Деметра»

Показник	Значення
Земельний банк	353 га (356 кадастрових ділянок у Ніжинському районі)
Розподіл за культурами	Озима пшениця – 40 га; Соняшник – 19 га; Картопля – 70 га
Трактори	11 колісних тракторів (2024 р.)
Плуги та борони	5 одиниці
Сівалки	5 одиниці
Інше обладнання	Культиватори, борони дискові, сівалки та саджалки, обприскувачі, картоплезбиральні комбайни, розкидачі гною, машини для поливу.

1.2. Аналіз використання машинно-тракторного парку

Машинно-тракторний парк фермерського господарства «Деметра» Ніжинського району Чернігівської області є досить різноманітним за марками, моделями та призначенням техніки. У його складі присутні трактори різної потужності, ґрунтообробні агрегати, сівалки, культиватори, комбайни, причіпні та навісні знаряддя. Проте, незважаючи на таку багатоманітність, загальний обсяг наявного обладнання та його структурна організація не завжди відповідають агротехнічним строкам виконання сільськогосподарських робіт, що визначає необхідність ретельнішого аналізу його використання. Даний розділ має важливе значення для подальшого підвищення ефективності господарювання та оптимізації ресурсів, адже саме від своєчасності та якості виконання технічних операцій залежить врожайність і рентабельність виробництва.

Таблиця 1.2

Склад машинно-тракторного парку ФГ «Деметра» Чернігівської області

Група техніки	Марка/модель	Кількість одиниць
Трактори	Т-150, Т-25А, ХТЗ-80/82, ДТ-75, ЮМЗ-6Л	11
Плуги	ПЛН-3-35, ПЛН-1	5
Борони дискові	БДН-1,3, БДТ-3	3
Культиватори	КПГ-2,2, КЛ-2,6, КРН-2,8, КЛД-1,8, КУН-4	9
Сівалки та саджалки	СЛ-2А, СЛН-1, МЛА-1, МЛУ-1	5
Обприскувачі	ОН-400, ОП-1600, ОВТ-1В, ОВХ-14, ОЗГ-120	10
Картоплезбиральні комбайни	ППК-4,2	1
Розкидачі гною	РОЗ-3	1
Машини для поливу	ОПВ-1200	1
Допоміжні агрегати	прес-підбирач ППВ-1.6, жатка ЖВН-2, тощо	різне

Усього парк становить 12 одиниць базової техніки та кілька допоміжних агрегатів. Надходження трактора Т-150К, сівалки СЗ-3,6У та установки ОПВ-1200 у 2024 р. дещо посилило ресурс парку (таблиця 1.2), але загальна чисельність залишилась недостатньою для обробітку 353 га у стислі строки.

Таблиця 1.3

Оновлення парку за 2024 рік

Група техніки	Марка	Надійшло, шт.	Вибуло, шт.
Трактори	Т-150 К,	1	0
	John Deere 6В,	1	
	Case Magnum 310	1	
Сівалки	СЗ-3,6У	1	0
Машини для поливу	ОПВ-1200	1	0

Темпи оновлення (3 одиниці за рік) не забезпечують зростання потужності парку пропорційно до росту площ під посіви і потреб у міжсезонні ремонтні роботи. Для оцінки інтенсивності використання техніки скористаємося базовими техніко-економічними показниками. Згідно з даними прикладу, фактичні

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	

значення близькі до нормативних, але деякі коефіцієнти залишаються заниженими.

Таблиця 1.4

Показники використання машинно-тракторного парку

Показник	Одиниця	Фактично	Нормативно
Річне завантаження трактора	нормо-зміни	224	215
Сумарний обсяг механізованих робіт	ум.ет.га	72 448	72 448
Кількість ум.ет. тракторів	ум.ет.га	21,5	21,5
Середньодобовий наробіток на 1 ум.ет. трактор	ум.ет.га	8,6	7
Щільність виконання механізованих робіт	ум.ет.га/га	17,7	17,7
Коефіцієнт змінності	–	1,18	1,18
Коефіцієнт використання парку	–	0,92	0,92
Коефіцієнт технічної готовності	–	0,89	0,89

Фактичні показники річного навантаження та щільності виконання механізованих робіт повністю відповідають або перевищують нормативи, що свідчить про ефективне використання наявної техніки в пікові періоди, але загальна кількість одиниць залишається критично низькою .

Оцінка сезонного розподілу показує, що навантаження тракторів у період посівної (квітень–травень) та збирання врожаю (вересень-жовтень) досягає 1,5–1,7 нормо-змін на добу на одиницю техніки, тоді як у міжсезонні місяці наробіток не перевищує 0,4 нормо-змін, що створює нерівномірність у завантаженні та підвищує ризики простоїв через непомірне навантаження у пікові періоди.

Основними причинами зниження технічної готовності є:

- Недостатня кількість ремонтних бригад та обладнання діагностики (відсутні спеціальні ванни для очищення вузлів) .
- Нерівномірний графік проведення ТО, що призводить до накопичення позапланових ремонтів у пікові строки.
- Обмежені запаси запасних частин на складі майстерні.

Висновки до розділу

1. Хоча фактичні навантаження відповідають нормативам, загальна чисельність та різноманітність парку недостатні для безперебійного виконання агротехнічних операцій.
2. Нерівномірність сезонного навантаження спричинює перегрів техніки в пікові строки та недовантаження в міжсезоння.
3. Для підвищення готовності МТП необхідно збільшити чисельність тракторів (щонайменше на 2–3 одиниці), розширити номенклатуру ґрунтообробних та посівних агрегатів та впровадити чіткий графік планово-попереджувального технічного обслуговування.

1.3. Можливі напрямки удосконалення роботи МТП фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області

Аналіз показав, що поточний машинно-тракторний парк «Деметри» Чернігівської області здатний забезпечити виконання агротехнічних операцій, але з високим рівнем навантаження в пікові періоди та недовантаженням поза ними. Для підвищення його ефективності пропонується комплекс заходів трьома напрямками:

По-перше, розширення та оновлення парку. Придбання двох–трьох тракторів середньої потужності (80–150 к. с.) дозволить вирівняти навантаження між весняним та осіннім періодами. Оновлення сівалок до точних модульних моделей та модернізація картоплезбирального комбайна підвищать якість виконання операцій.

По-друге, вдосконалення організації технічного обслуговування. Впровадження простого ERP-модуля для обліку наробітку та автоматичного планування ТО/ТР забезпечить своєчасну підготовку запчастин і уникнення «пікових» навантажень у майстерні. Паралельно доцільно розробити змінний графік роботи ремонтних бригад з урахуванням сезонності.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

По-третє, посилення матеріально-технічної бази майстерні та розвиток персоналу. Сучасне діагностичне обладнання – стенд для перевірки паливної апаратури, ванна для очищення вузлів і стенд балансування коліс – підвищить якість ремонту й скоротить простої. Регулярні навчання та впровадження КРІ для механіків стимулюватимуть підвищення швидкості та ефективності обслуговування.

Нарешті, доцільно розглянути можливість встановлення на ключові одиниці техніки GPS-трекерів та датчиків параметрів роботи. Збір і аналіз телеметрії дозволить планувати ТО проактивно, оптимізувати маршрути польових робіт і прогнозувати потребу в ресурсах.

Таблиця 1.5

Узагальнені напрями вдосконалення роботи МТП

Напрямок	Конкретні заходи	Очікуваний ефект
Оновлення парку	+2–3 трактори середньої потужності, модернізація сівалок та комбайна	Рівномірне навантаження в пікові періоди, вища якість робіт
Організація ТО/ТР	ERP-модуль для планування, змінний графік ремонтних бригад	Своєчасне обслуговування, зниження простоїв
Оснащення майстерні	Стенди діагностики, ванна очищення, балансувальний стенд	Підвищена технічна готовність, менше несправностей
Розвиток персоналу	Навчальні тренінги, система КРІ для механіків	Оперативне відновлення техніки, підвищена мотивація
Телеметрія та моніторинг	GPS-трекери, датчики параметрів, аналітика	Проактивне ТО, оптимізовані маршрути та ресурси

1.4 Аналіз конструкцій газорозподільних механізмів двигуна внутрішнього згоряння

Газорозподільний механізм (ГРМ) є основою будь-якого чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння, забезпечуючи своєчасну роботу впускних і випускних клапанів у відповідності з фазами циклу. Саме від точності відкриття

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

й закриття клапанів залежать характеристики наповнення циліндра паливно-повітряною сумішшю, швидкість відводу відпрацьованих газів, а також загальна потужність, економічність і екологічність двигуна.

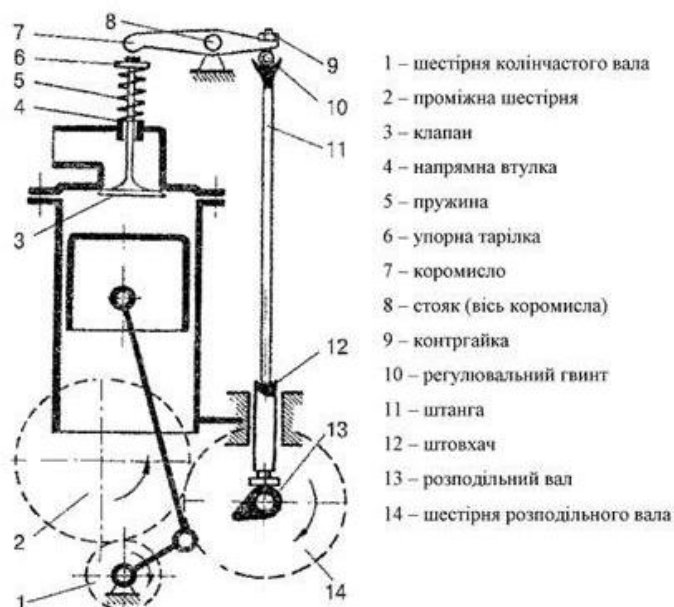


Рис. 1.1. Схема газорозподільного механізму

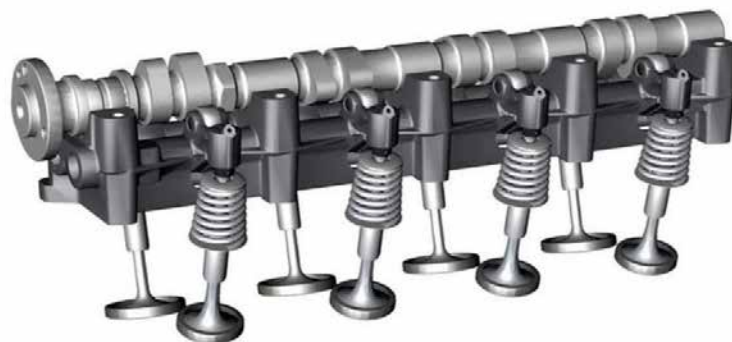


Рис. 1.2. Конструкція газорозподільного механізму DOHC двигуна внутрішнього згоряння.

Газорозподільний механізм, представлений на рисунку 1.2., є моделлю DOHC (двох верхніх розподільних валів): зверху видно профільовані кулачки розподільного вала, які натискають на коромисла, що передають зусилля через пружини на стержні клапанів із тарілками внизу. Ліворуч знаходиться фланець приводу кулачкового вала, а під кожним коромислом стискаються гвинтові пружини, що забезпечують повернення клапанів у закрите положення. На самому зображенні також присутні умовні позначення і невеликий текст, який пояснює навігацію по основним вузлам механізму.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.4.1. Конструктивні схеми газорозподільного механізму

Першою реалізацією ГРМ стала система з бічними клапанами, де клапанні механізми розташовувалися у стінці циліндрового блоку поруч із камерою згоряння. Цей підхід виявився простим і дешевим у виготовленні, проте обмежена геометрія каналів зменшувала наповнюваність циліндра і гальмувала розвиток потужності. Надалі з'явилася схема OHV (Overhead Valve), в якій клапани змістилися в голівку блоку, а розподільний вал залишився в блоці. Рух передавався через штовхачі, штанги й коромисла, що зменшувало втрати енергії, однак додавало інерції керуючим органам і ускладнювало налаштування зазорів.

Найбільше поширення здобули двигуни з розподільним валом у голівці блоку (ОНС – Overhead Camshaft). У простішій версії (SOHC) один вал приводить у дію як впускні, так і випускні клапани, тоді як у DOHC (Double Overhead Camshaft) кожна група клапанів має свій вал. Завдяки цьому досягається оптимальне фазування роботи клапанів, можлива установка чотирьох клапанів на циліндр та точніше регулювання газових потоків. DOHC-конфігурації відрізняються відносно низькою масою рухомих деталей, високою частотою обертання та можливістю впровадження змінної геометрії впуску, що дозволяє одночасно забезпечувати високий крутний момент на низах і максимальну потужність на верхах діапазону обертів.

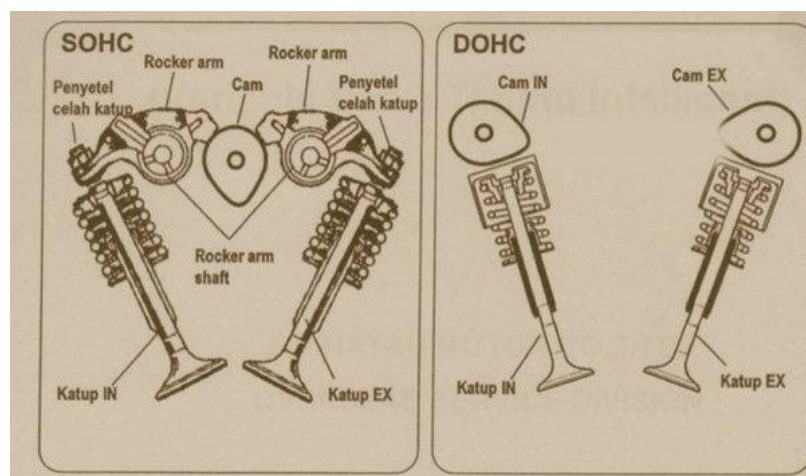


Рис. 1.3. Порівняння конструкцій газорозподільного механізму:

SOHC та DOHC

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Порівняння конструктивних схем газорозподільний механізм

Схема	Розташування клапанів і валів	Переваги	Недоліки
Flathead	Клапани у блоці циліндрів, розподільний вал у нижній частині блоку	Дуже проста конструкція, низька вартість виготовлення	Обмежена геометрія каналів, погане заповнення циліндра
OHV	Клапани в голівці блоку, вал усе ще в блоці, рух через штанги	Підвищений тиск газів у циліндрі, краща продуктивність	Велика інерція штанг і коромисел, потреба в частому регулюванні зазорів
SOHC	Один розподільний вал у голівці керує впуском і випуском	Менше рухомих частин, вища надійність і простота обслуговування	Обмежені можливості фазування та кількості клапанів
DOHC	Два вали в голівці: окремо для впуску й випуску	Оптимальне фазування, можливість 4 клапанів на циліндр, висока потужність та економічність	Вища складність і вартість виготовлення та обслуговування

1.4.2. Конструктивні особливості клапанів та типові дефекти

Клапани двигунів зазвичай виготовляють із жаростійких та зносостійких легованих сталей, іноді з напленням із хромових або керамічних композицій для підвищення стійкості торця та сідла. Конструктивно тарілка клапана має форму, котра забезпечує щільне прилягання, а стержень проходить через напрямну втулку, фіксуючись пружиною, яка повертає його в закриті положення.

У процесі експлуатації клапани зазнають одночасної дії високих температур, тисків і абразивних часток продуктів згоряння. Найпоширенішим дефектом є прогоряння торця клапана: через недостатній теплообмін або ослаблення ущільнення гальванічним зносом край тарілки перегрівається і буквально випаюється.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рис. 1.2. Зображення прогорілого клапана

Паралельно з цим, постійний вплив гарячих газів призводить до швидкого зносу сідла клапана, де ущільнювальна поверхня руйнується під дією абразивних частинок та корозійних процесів.

Не менш небезпечною є деформація стержня: нерівномірне підведення мастила або заклинювання у напрямній викликає його вигин (рисунок 1.2),



Рис. 1.3. Зображення із вигнутим стержнем клапана

через що клапан починає битися об сідло, що ще більше прискорює знос і може призвести до поломки пружини. З часом у місцях концентрації напруг, зокрема в зоні фіксації пружини, виникають втомні мікротріщини, що з часом переростають у серйозні тріщини і призводять до критичних відмов у роботі ГРМ.



Рис.1.4. Втомних тріщини на шийці клапана ДВЗ

Типові дефекти клапанів

Дефект	Опис	Причини виникнення	Наслідки	Метод виявлення
Прогорання тарілки	Місцеве випалювання металу з утворенням отворів	Перегрів газами, нечітке прилягання клапана до сідла	Падіння компресії, задири на сідлі	Візуальний огляд, УЗК
Знос сідла клапана	Руйнування ущільнювальної поверхні через абразивні частки	Продукти згоряння, недостатня фільтрація палива/масла	Підтікання газів, нестабільна робота двигуна	Магнітопорошковий контроль
Деформація стержня	Вигин або заклинювання клапана в направляючій	Нерівномірне змащення, перегрів або механічні удари	Нерівномірне прилягання, підвищений знос	Ультразвуковий контроль (УЗК)
Втомні тріщини	Мікротріщини в зоні кріплення пружини або на шийці клапана	Циклічні навантаження, високочастотна робота двигуна	Критична відмова клапана, можливий прорив у камеру згоряння	Магнітопорошковий контроль

1.4.3. Методи контролю та відновлення клапанів

Для своєчасного виявлення дефектів застосовують комплекс неруйнівних методів. На початковому етапі технічного обслуговування виконують візуальний огляд із застосуванням барвника-проникника, що дозволяє виявити поверхневі тріщини. Далі залучають магнітопорошкове тестування для оцінки стану в переліку ферромагнітних сплавів та ультразвуковий контроль, який виявляє внутрішні порожнини й тріщини без розбирання механізму.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Коли дефект підтверджено, вибір відновлювальної технології залежить від характеру пошкодження. Невеликі прогари та подряпини видаляють шліфуванням торця клапана і проточкою сідла, відновлюючи потрібний радіус контакту. При глибоких ушкодженнях роблять наплавлення або зварювання спеціальними жаростійкими електродами з наступною механічною обробкою – це дозволяє повернути геометрію клапана до заводських розмірів. Для захисту від корозії та зносу іноді застосовують іонно-плазмове нітрування, яке створює поверхневий шар із підвищеною твердістю і значно подовжує ресурс елементів ГРМ.

Таким чином, глибоке розуміння конструкції газорозподільного механізму, природи дефектів клапанів і доступних методів їх усунення є критично важливим для розробки ефективних процедур технічного обслуговування та ремонту в рамках дипломного проекту.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Розрахунок щорічного обсягу коштів, необхідних для технічного обслуговування і ремонту МТП

Річний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт можна визначити аналітичним, графічним або ймовірнісним методами. У рамках бакалаврської кваліфікаційної роботи обсяг розраховується відповідно до методики кафедри надійності машин. Загалом по господарству потреба в роботах становить 20956,60 люд.-год.

На технічне обслуговування та ремонт тракторів передбачено 3567,77 люд.-год., автомобілів – 5593,55 люд.-год. Сільськогосподарська техніка загалом займає 5008,90 люд.-год. ремонтно-обслуговуючих робіт.

Окрім того, обслуговування обладнання зернозбиральних комбайнів – 1772,64 люд.-год., метало-ріжучі станки – 927,01 люд.-год., ремонтно-технологічне обладнання – 2418,02 люд.-год., обладнання нафто-складу – 471,30 люд.-год. Для виконання цих обсягів протягом року необхідно мати щонайменше вісім кваліфікованих ремонтників та відповідне складне й дороге обладнання.

Експлуатаційну готовність тракторів, автомобілів і іншої сільгосптехніки слід забезпечувати безперервно впродовж усього року, а для окремих сезонних машин – у періоди їх активного використання.

Враховуючи специфіку аграрного виробництва, ремонтно-обслуговуючу базу господарства слід формувати з урахуванням своєчасного забезпечення працездатності машинно-тракторного парку при мінімальних матеріальних та трудових витратах. Таке завдання досягається шляхом раціонального планування технічного обслуговування та ремонтів, оптимального розподілу трудових ресурсів і кооперації між ремонтними підприємствами.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ		
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>					
						20	75
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>			<i>НУБіП України, ГМаш-2101</i>		
Затверд.							

2.2. Розподіл завдань із технічного обслуговування та ремонту між ремонтними підрозділами

Розподіл річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт за місцем їх виконання здійснюється відповідно до чинних рекомендацій. Згідно з даними таблиці б2, із загального фонду в 20956,60 люд.-год. передбачено:

- спеціалізовані ремонтні підприємства – 7123,6 люд.-год.;
- майстерня – 12279,0 люд.-год.;
- бригадні ремонтні майстерні – 1117,7 люд.-год.;
- пересувні ремонтні майстерні – 41,3 люд.-год.

На підприємствах спеціалізації виконують найбільш складні та трудомісткі завдання (капітальний ремонт тракторів, автомобілів і великогабаритної сільськогосподарської техніки, а також капремонт агрегатів для потреб технічного обслуговування енергозалежних машин).

У майстерні здійснюють поточний ремонт усього парку техніки, планове технічне обслуговування чотирьох тракторів (окрім енергозалежних), обслуговування трьох інших одиниць та сезонне технічне обслуговування перед зберіганням.

Пересувні майстерні призначені для оперативного усунення поломок безпосередньо в полі, що допомагає зменшити простой обладнання й підтримувати безперервну експлуатацію машинно-тракторного парку при мінімальних витратах ресурсів.

Загальна трудомісткість робіт у майстерні становить 9833,45 люд.-год., з яких додатково закладаються:

- відновлення та виготовлення деталей – 819,45 люд.-год.;
- ремонт і виготовлення обладнання та інструментів – 448,40 люд.-год.;
- інші невраховані роботи – 409,73 люд.-год.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Організація роботи ремонтної майстерні фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області

Проведемо визначення трудомісткості ремонтно-обслуговувальних робіт за видами операцій ремонтної майстерні фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області.

Розподіл трудових затрат для ремонтно-обслуговувальних робіт за типовими ремонтними операціями виконується за відомою методикою. Отримані результати розрахунків подані в таблиці б3.

Діяльність ремонтної майстерні в господарстві організовується за допомогою календарного графіка її завантаження, який складається на весь рік. Складання цього графіка виконується за методикою, розробленою на кафедрі ремонту машин, що передбачає рівномірний розподіл навантаження на майстерню протягом року та гарантує завершення ремонтних робіт по кожному типу техніки не пізніше ніж за два тижні до початку їх середніх строків експлуатації з урахуванням можливих зсувів польових робіт через кліматичні умови.

Через невизначеність у трудовитратах окремих операцій їх доцільно об'єднувати за схожістю технологічних процесів.

2.3.1. Визначення штатної чисельності працівників майстерні

Для кожної ділянки ремонтної майстерні кількість основних виробничих працівників розраховують за формулами:

$$P_{\text{яд}} = \frac{T_{\text{д}}}{F_{\text{н.р.}} \times K} \quad (2.1)$$

$$P_{\text{дсп}} = \frac{T_{\text{д}}}{F_{\text{д.р.}} \times K} \quad (2.2)$$

де:

- $P_{\text{яд}}$ – явочна чисельність основних виробничих працівників;
- $P_{\text{дсп}}$ – спискова (штатна) чисельність основних виробничих працівників;

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- T_d – трудомісткість робіт на ділянці або робочому місці (люд./год.);
- $F_{н.р.}$ та $F_{д.р.}$ – відповідно номінальний і дійсний річний (або місячний) фонд робочого часу одного працівника (год.);
- K – погоджений коефіцієнт врахування перевиконання норм при виробництві (зазвичай $1,05 \leq K \leq 1,151$).

Підсумкові дані розрахунку наведено в таблиці б1. За результатами цих обчислень загальна штатна чисельність основних виробничих працівників у ремонтній майстерні склала 7 осіб.

Допоміжний персонал визначають у розмірі 10 – 15 % від числа основних працівників:

$$P_{\text{доп}} = 7,0 \times 0,10 = 0,7 \rightarrow P_{\text{доп}} = 1 \text{ особа.}$$

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приймають у таких пропорціях від сукупної кількості основних і допоміжних працівників: ІТП – 8 – 10 %; службовці – 2 – 3 %; МОП – 2 – 4 %.

Загальна кількість виробничих та допоміжних працівників після округлення становить $4 + 1 = 5$ осіб (тут 4 – основні, 1 – допоміжний). Тоді:

$$P_{\text{ІТП}} = 0,10 \times 5 = 0,5 \rightarrow 1 \text{ особа,}$$

$$P_{\text{службовці}} = 0,03 \times 5 = 0,15 \rightarrow 0,2 \text{ (після округлення 1 особа),}$$

$$P_{\text{МОП}} = 0,04 \times 5 = 0,20 \rightarrow 1 \text{ особа.}$$

Отже, усього штат усіх категорій працівників майстерні (виробничі, допоміжні, ІТП, службовці та МОП) становить

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{яд}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{ІТП}} + P_{\text{службовці}} + P_{\text{МОП}} = 4 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ осіб.}$$

(Примітка: за необхідності значення деяких категорій можуть бути скориговані залежно від округлення.)

Розподіл штатної чисельності основних і допоміжних робітників за кваліфікаційними розрядами (у % від загальної кількості виробничого персоналу): I розряд – 4 %; II розряд – 9 %; III розряд – 36 %; IV розряд – 41 %; V розряд – 7 %, VI розряд – 3 %.

01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ					Арк. 23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, після врахування допоміжного персоналу, ІТП, службовців та МОП загальна чисельність працівників ремонтної майстерні складає 8 осіб із відповідним розподілом за розрядами.

2.4. Визначення чисельності персоналу, переліку обладнання та укомплектування робочих місць

У складі ремонтної майстерні передбачаються такі категорії працівників: виробничі працівники (основні та допоміжні), інженерно-технічні працівники (ІТП), службовці, учні та молодший обслуговуючий персонал (МОП). Кількість виробничих працівників, необхідних для реалізації заданої програми ремонтно-обслуговувальних робіт, обчислюється за наступною формулою:

$$P_{\text{яв.}} = \frac{T_1}{\Phi_d} \quad (2.1)$$

де:

- T_1 – трудомісткість певного виду робіт, люд.-год.;
- Φ_d – дійсний річний фонд часу працюючого, годин.

За результатами виконаних розрахунків для ремонтної майстерні господарства необхідно мати: 2 працівники на дільниці з відновлення деталей та 2 працівники на слюсарно-механічній дільниці. Штатний розклад працівників ремонтної майстерні наведено в таблиці б4.

Визначення обладнання, необхідного для виконання робіт, здійснюється відповідно до загальноприйнятої методики.

Для сільськогосподарських підприємств у першу чергу визначають кількість металорізальних станків, а інше устаткування підбирають залежно від технологічної потреби та перевіряють з урахуванням змінної продуктивності.

Для розрахунку необхідної кількості металорізальних верстатів застосовується така формула:

$$S = \frac{T_s}{\Phi_d \times nr} \quad (2.2)$$

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де:

- T_s – загальна трудомісткість верстатних робіт (станко-години);
- Φ_d – фактичний річний фонд роботи кожного верстата (години);
- n – число змін;
- r – коефіцієнт використання обладнання ($r = 0,52$).

Інше обладнання майстерні обирають на основі типової технології ремонтних процесів сільськогосподарської техніки та відповідних каталогів ремонтно-технологічного устаткування.

2.5. Визначення виробничих площ та загальне планування виробничого корпусу.

При розрахунку необхідної площі для виробничих зон слід враховувати такі вимоги:

1. Відстань від стіни до верстата (чи від його бічної поверхні у разі встановлення перпендикулярно стіні) має бути не менше ніж 0,5 м.
2. Мінімальна відстань від колони до верстата – 0,4 м.
3. Якщо працівник розташовується між верстатом і стіною, відстань між ними повинна становити щонайменше 1,5 м.
4. Для верстатів, розміщених один навпроти одного передніми сторонами, відстань має бути не менше 1,5 м.
5. Якщо верстати стоять один до одного тильними боками, відстань між ними має становити 0,3–0,6 м.
6. При розташуванні верстатів у ряд мінімальна відстань між ними також складає 0,3–0,6 м.
7. У складальних цехах головний проїзд повинен бути не менше 3 м завширшки, а проходи між верстатами та іншим обладнанням – близько 1,5 м.

Під час визначення площ для ділянок зовнішнього очищення та миття, розбирально-мийної, відновлення, складання, фарбування і діагностування

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховують загальну площу, зайняту обладнанням і машинами, а також застосовують перехідний коефіцієнт.

$$F = (F_{об.} + F_m)G \quad (2.3)$$

де:

- $F_{об.}$ – площа, зайнята обладнанням (визначається за паспортними даними встановленого устаткування), м²;
- F_m – площа, яку займають машини, м²;
- G – перехідний коефіцієнт.

Площа інших ділянок визначається на основі простору, зайнятого устаткуванням, з урахуванням необхідних робочих зон та проходів. Усі результати розрахунку площ для відділень ремонтної майстерні наведені в таблиці аб.

2.6. Графік завантаження майстерні

Щоб скласти календарний графік завантаження майстерні, розподіляють весь обсяг робіт у ремонтній майстерні по місяцях (див. табл. 2.8). Завдяки цьому графіку забезпечується рівномірне навантаження майстерні протягом року та з'являється можливість досить точно визначити необхідну чисельність працюючих як за рік загалом, так і по кожному місяцю. За допомогою графіка розраховують кількість працівників, потрібних для ремонтних і сервісних робіт з тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки.

Ремонт сільгосптехніки планується у черговому порядку з урахуванням строків готовності машин до експлуатації. Технічне обслуговування автомобілів та причепів здійснюється протягом усього року; згідно з графіком для цього достатньо одного працівника. Обслуговування тракторів проводять також упродовж усього року, але задіюють при цьому двох робітників. При поточному ремонті в зимові місяці до робіт залучають шість осіб, тоді як у теплий період – двоє. Загальна річна трудомісткість робіт з обслуговування тракторів становить 3336,3 люд.-год.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За можливості сільськогосподарські машини рекомендується ремонтувати у першому й четвертому кварталах. Будь-які поломки та відмови усуваються протягом усього року.

2.7. Технологічне планування майстерні та оснащення

Технологічне планування ремонтної майстерні (з урахуванням її реконструкції) відображено на аркуші № 1 графічної частини проекту. У процесі реконструкції передбачається впровадження наступних технічних рішень, що сприяють підвищенню якості ремонтних робіт і зростанню продуктивності праці:

1. Оновлення мийно-очисних робіт

Для забезпечення якісного видалення забруднень створюється нова мийно-очисна ділянка, на якій встановлюється сучасна високотискова установка для зовнішнього очищення техніки (ОМ-1368А). У роботі використовуються синтетичні миючі засоби типу «Либомід 103» або МС, що значно підвищують ефективність процедури.

2. Забезпечення монтажно-складальних операцій

З метою прискорення монтажних робіт у майстерні передбачено застосування електричних гайковертів або пневматичного інструменту, а також різноманітних спеціалізованих пристосувань, знімачів і подібних механізмів, що скорочують час зборки вузлів і агрегатів.

3. Миття деталей

Для мийки окремих складових використовується стаціонарна мийна машина моделі ОМ-4610, що гарантує ретельне очищення дрібних та середніх за розміром деталей перед подальшими операціями.

4. Дефектація деталей

Визначення технічного стану та недоліків здійснюється за допомогою набору вимірювальних інструментів, який входить до складу спеціалізованого шафи-дефектоскопа. Це дозволяє оперативно виявляти види пошкоджень і приймати рішення про доцільність відновлення або заміни.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Відновлення деталей

Відновлювальні роботи на умовах господарства виконуються методами плавлення, зварювання й подальшої механічної обробки. Для цього майстерня комплектується необхідними металорізальними верстатами, що забезпечують точність та надійність відновлених елементів.

6. Збірка машин і агрегатів

Під час монтажу техніки впроваджується використання механізованого інструменту, спеціальних пристосувань і захватів. Дільниця ремонту двигунів обладнується пересувним тельфером вантажопідйомністю 0,5 т, що полегшує переміщення важких вузлів і оптимізує трудові ресурси.

7. Фарбувальні роботи

Для фарбування ремонтованої техніки встановлюється спеціалізована установка «Інгул», яка забезпечує рівномірне нанесення лакофарбових матеріалів і довговічність захисного покриття.

2.8. Обґрунтування необхідності створення дільниці з ремонту двигунів.

Забезпечення техніки та її комплектуючих у справному стані, своєчасний технічний контроль і високоякісний ремонт є ключовими умовами безперебійної та продуктивної роботи обладнання протягом усього терміну експлуатації. В умовах сучасних економічних труднощів в Україні та порушених міжгосподарських зв'язків особливо важливо підтримувати наявну техніку у робочому стані, навіть коли вона вже не нова.

Створення в майстерні окремого підрозділу з відновлення деталей набуває все більшої актуальності. Фермери та власники сільгоспідприємств різних форм власності дедалі частіше мають у розпорядженні автомобілі, трактори, комбайни та іншу техніку. З часом компоненти зношуються, і стає необхідним їх відновлення. Практика показує, що сьогодні рідко виконують капітальний ремонт машин у зборі: перевага надається ремонту окремих агрегатів, вузлів і особливо електрообладнання.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявність у майстерні ділянки для ремонту електрообладнання дозволяє економити кошти на транспортуванні техніки до зовнішніх сервісних центрів та додатково заробляти на наданні послуг фермерським господарствам і приватним власникам. Це особливо важливо для сільськогосподарських підприємств, які повинні самостійно забезпечувати собі необхідні ресурси: наявні земельні ділянки та техніка використовуються для обробітку ґрунту та догляду за посівами.

Таким чином, було створено ділянку ремонту електрообладнання площею 70 м², яка забезпечує виконання всіх необхідних ремонтно-обслуговувальних робіт і відновлення працездатності електричних систем машин.

2.9. Організація виробничого процесу відновлення деталей

При організації виробничого процесу на ділянці відновлення деталей автомобілів застосовується принцип конструктивно-технологічної подібності: деталі групуються за схожістю видів дефектів і відповідних методів їх усунення. Такий підхід дає змогу оптимізувати послідовність робіт і знизити трудомісткість підготовчого етапу.

Фахівці вважають за доцільне відмовитися від громіздких форм технологічної документації. Натомість для сільськогосподарських підприємств розробляють короткі технологічні рекомендації, які охоплюють групи деталей і містять: основні вимоги до якості відновлених елементів; поради з вибору методів відновлення параметрів та режимів виконання операцій; перелік необхідного обладнання, оснащення та інструментів.

2.10. Сучасні методи відновлення клапанів двигунів внутрішнього згоряння

2.10.1 Вихідні дані

Клапани двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) забезпечують впуск повітряно-паливної суміші та вивід відпрацьованих газів із камери згоряння.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Високі температурні та механічні навантаження, а також корозійно-абразивний вплив у робочій зоні приводять до поступового зношення фасок та стержнів клапанів. Тому своєчасне відновлення цих деталей є ключовим етапом ремонту головки блоку циліндрів та загалом—продовження експлуатаційного ресурсу двигуна. У цьому розділі подано аналіз дефектів клапанів і детальний опис технологічних операцій із відновлення фасок і стержнів за допомогою сучасних методів наплавлення та механічної обробки.

Матеріали клапанів та наплавлювальні сплави

Для виготовлення клапанів використовують леговані сталі, які забезпечують відносно високу жаростійкість та зносостійкість.

- Впускні клапани, як правило, виготовляють зі сталі марок 40X10C2M або 40X9C2.
- Випускні клапани мають більші температурні навантаження, тому для них беруть сталі марок 40X14HB2M чи 55X20Г9АН4.

Для відновлення робочих фасок застосовують жаростійкі сплави, найбільш поширеними серед яких є В2К та В34. Обидва сплави на основі систем Ni–Cr–B–Si забезпечують високу твердість (не менше HRC 40) та стійкість до абразивного зносу при температурах до 800 °С. Вибір конкретного сплаву зумовлюється режимом роботи клапана: для випускних, які працюють у суворіших умовах, рекомендують В34 з дещо підвищеним вмістом хрому та марганцю, що підвищує жаростійкість у інтервалах різких перепадів температури. [2]

Основні дефекти клапанів та причини їх виникнення

Під час довготривалої експлуатації клапанів у двигуні виділяють такі типові дефекти:

1. Зношення робочих фасок. Через високі температури та тертя в зоні торцевого ущільнення фаска піддається зносу, на ній з'являються риски, нерівності та вигорання наплавленого матеріалу. Наслідком є порушення герметичності «клапан–сидіння», що знижує компресію в циліндрі, збільшує витрату палива та спричиняє неповне згоряння.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Зношення та деформація стержня. Стержень піддається абразивації при русі в направляючій втулці. Виникають подряпини, задирки та нерідко невеликі вм'ятини. Іноді локальний перегрів фаски чи стержня при недостатньому охолодженні під наплавленим шаром спричиняє викривлення стержня. У разі незначного викривлення деталь може бути виправлена, але за недопустимого згину клапан змінюють на новий.

3. Тріщини та відшарування напавленого шару. Клапан, який піддавався повторним циклам різких температурних перепадів, може отримати тріщини уздовж кордону «основний метал – напавлений шар». Часто це відбувається через порушення технологічного режиму при попередньому напавленні або недостатню очистку поверхні фаски перед напавленням. Відшарування напавленого шару призводить до оголення основного металу й утворення задирок.

Технологічна послідовність відновлення фаски клапана

Усі операції виконуються в спеціалізованій майстерні, оснащеній обладнанням для плазмового, газополуменевого чи електродугового напавлення та токарно-шліфувальними верстатами.

Підготовка поверхні

Спочатку перевіряють геометрію стержня та фаски на спеціальному стенді визначають відхилення кута конуса, величину фаски та овальність стержня. Далі поверхню фаски очищають від нагару, оксидної плівки й старого напавленого шару.

Використовуючи дробоструйне очищення або вручну за допомогою шліфувального круга, знімають всі залишки старого матеріалу. Важливо досягнути чистоти поверхні – це запорука міцного зчеплення напавленого шару з основним металом.

Напавлення жаростійким сплавом

Найбільш прийнятним методом для відновлення фасок клапанів є плазмове напавлення, оскільки воно забезпечує локалізований тепловий вплив лише на робочу зону фаски і мінімізує ризик перегріву стержня.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Параметри плазмового наплавлення (типові): струм дуги 60–80 А, швидкість подачі дроту 0,5–1,0 м/хв, тиск аргон-водневої суміші (захисний газ) 0,3–0,4 МПа.
- Наплавлений шар утворює товщину 0,8–1,2 мм і має рівномірний розподіл легуючих елементів.
- За потреби, якщо плазмотрон відсутній, застосовують газополуменеве або електродугове наплавлення легованим дротом (марки Св-08Г2С, НІ-30ХГСА). Проте ці методи охоплюють більшу теплову зону й можуть викликати деформацію стержня через розширений прогрів основного металу. [1]

Механічна обробка фаски

Після наплавлення фаску попередньо підточують на токарному верстаті до заданого кута конуса та номінальної товщини. Типовий заводський кут – 45 ° для впускних клапанів і 30–35 ° для випускних. Останню операцію виконують шліфуванням із зерном, що забезпечує шорсткість $Ra \leq 0,63 \mu\text{m}$. Для остаточного ущільнення проводять притирання спеціальною абразивною пастою (розмір зерна М10–М5), добиваючись шорсткості $Ra \approx 0,16 \mu\text{m}$.

Контроль герметичності фаски

Після завершення механічної обробки клапан встановлюють у гніздо головки блоку. Перевірку герметичності фаски здійснюють шляхом нагнітання повітря під тиском 0,2–0,3 МПа або заливанням рідини під 0,1 МПа. Якщо протягом 1–2 хвилин тиск залишається без змін, герметичність вважають задовільною. Одночасно перевіряють відхилення площини торця клапана на шліфувальній плиті з індикаторним папером – воно не повинно перевищувати 0,05 мм. [8]

2.10.2. Відновлення стержня клапана та направляючої втулки

У процесі ремонту клапана особлива увага приділяється зношенню стержня і напрямних втулок, адже відхилення у цій зоні може призвести до перекосу та нерівномірного прилягання фаски.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

1. Після демонтажу клапана зі своєю направляючою втулкою проводять візуальний огляд: перевіряють шорсткість поверхні штока, відсутність глибоких подряпин, вм'ятин або задирок.

2. У разі виявлення невеликого викривлення стержня його правлять за допомогою гідравлічного чи механічного пресу. Відновлену геометрію перевіряють мікрометром на співвісність (допуск овалу не більше 0,01 мм).

3. Глибокі подряпини та риски усувають дротовим наплавленням легованим дротом (марки Св-08Г2С). Після наплавлення обов'язково виконують шліфування до номінального діаметра зі значенням допуску +0,01 мм.

4. Направляючі втулки найчастіше виготовляють із бронзи або сталі з жаростійким покриттям. Якщо направляюча втулка зношена (люфт у межах більше 0,05 мм), її замінюють або виконують посадку втулки «твердої» з наступною розточкою до номінального розміру.

2.10.3. Переваги та економічна ефективність запропонованих методів

Методи плазмового і дротового наплавлення в поєднанні з точною механічною обробкою дозволяють досягти високої якості відновлених клапанів, зберігаючи геометричні параметри та забезпечуючи довговічність деталей: Локалізований нагрів при плазмовому наплавленні запобігає деформації стержня і перекосу фаски, що суттєво зменшує кількість браку під час ремонту. Використання жаростійких сплавів В2К та В34 забезпечує стійкість фасок до високих температур й абразивного зносу, що дозволяє експлуатувати клапани після відновлення на пробігу до 150–200 тис. км. Дротове наплавлення стержня дає змогу економічно відновити деталі, які раніше було б необхідно замінювати, оскільки вартість робіт із наплавлення та шліфування приблизно в 2–3 рази менша за вартість нового клапана. Економічний ефект від застосування зазначених технологій полягає в суттєвому зниженні витрат на запасні частини та збереженні трудових ресурсів, оскільки замість виготовлення нового клапана

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

з оптимізованою жаростійкістю досить провести наплавлення та фінішну обробку.

2.11. Розробка ділянки з ремонту двигунів ФГ «Деметра» Чернігівської області Ніжинського району

Наведене креслення (рисунок 2.1) демонструє планування ділянки ремонту двигуна та діагностики клапанних механізмів в ремонтній майстерні. Крім того, в таблиці 2.1 є перелік обладнання ділянки. Метою цього креслення є наглядне відображення розташування основного обладнання, технологічних зв'язків між робочими місцями, а також шляхів транспортування агрегатів у межах приміщення розміром 11000×7000 мм.

Таблиця 2.1

Характеристика обладнання ділянки з ремонту двигунів

Ділянка та устаткування	Марка, модель, шифр	Кількість	Габаритні розміри, мм	Потужність, кВт
1. Універсальний верстат	ОПР-1841А	1	1840×1450×640	—
2. Верстат для шліфування клапанів	Р-108	1	920×1570×430	—
3. Пристосування для шліфування клапанних гнізд	ОПР-1334А	1	205×76×415	—
4. Пристосування для демонтажу і монтажу пружин клапанів	ОР-9913	1	660×250×46	—
5. Ультразвуковий дефектоскоп	Olympus OmniScan X3	1	280,7×200×40	—
6. Пневматичний дріль для притирання клапанів	Пневматичний дріль 2213	1	200×100×80	0,27
7. Стелаж для деталей	ДК 021:2015 39151100-6	1	1500×400	—
8. Шафа для інструмента	ДК 021:2015 39150000-8	1	1600×430	—
9. Візок для перевезення агрегатів	ДК 021:2015 34910000-9	1	800×600	—

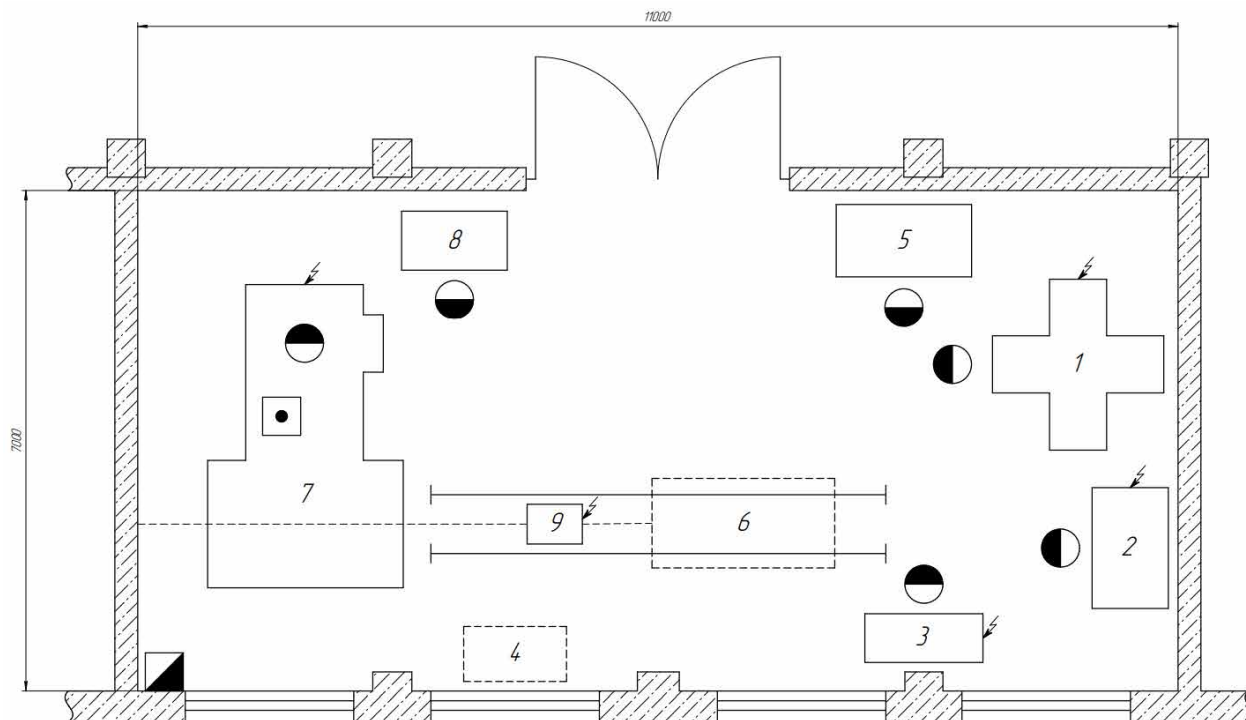


Рис. 2.1. Креслення ділянки поточного ремонту й випробування двигунів ремонтної майстерні ФГ «Деметра» Чернігівської області Ніжинського району.

У правій частині приміщення розміщено універсальний верстат ОПР-1841А (позиція 1), який призначений для виконання широкого спектра ремонтних операцій; верстат для шліфування клапанів Р-108 (позиція 2); пристосування для шліфування клапанних гнізд ОПР-1334А (позиція 3), що забезпечує точну обробку посадкових поверхонь; пристосування для демонтажу та монтажу пружин клапанів ОР-9913 (позиція 4), розміщене ближче до середини кімнати; ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3 (позиція 5), який використовується для виявлення внутрішніх дефектів у деталях без їх демонтажу.

У центрі зони розміщено пневматичний дріль 2213 (позиція 6), призначений для притирання клапанів, він живиться від електродвигуна потужністю 0,27 кВт; у лівій частині кімнати розташований стелаж для деталей ДК 021:2015 39151100-6 (позиція 7), що дозволяє зручно зберігати запчастини й оброблені елементи; над ним розміщена шафа для інструмента ДК 021:2015 39150000-8 (позиція 8), яка забезпечує організоване зберігання робочого інструменту. У нижній частині плану розташовано візок для перевезення

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

агрегатів ДК 021:2015 34910000-9 (позиція 9), який дозволяє оптимізувати переміщення важких елементів між робочими місцями.

На кресленні умовними позначеннями відображено електроживлення окремих верстатів та приладів; також показані вентиляційні й світлотехнічні елементи, що забезпечують відповідні санітарно-гігієнічні умови праці. Усі елементи розташовано з дотриманням норм ергономіки, безпеки та зручності обслуговування, що сприяє ефективній організації робочого процесу.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						36
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

3.1 Аналіз стендів та пристосувань для ремонту двигуна внутрішнього згоряння

Цей розділ присвячено всебічному аналізу клапанів двигуна – ключового елемента системи газорозподілу, від якого залежить ефективність згоряння палива, потужність та надійність роботи двигуна в цілому. Розглядаються технічні особливості клапанів, їх конструктивні характеристики, а також сучасне обладнання, що застосовується для діагностики, вимірювання та відновлення їх робочих параметрів.

У сучасних двигунах клапани виконують надзвичайно важливу функцію, забезпечуючи контроль над надходженням паливної суміші та відведенням вихлопних газів. Через високі робочі навантаження, швидкість циклів згоряння та постійні коливання температур, клапани піддаються значному зношенню. Саме тому регулярний контроль їх технічного стану є необхідним для підтримання оптимальних характеристик двигуна.

Обладнання для обслуговування клапанів.

Для визначення стану клапанів широко застосовуються вимірювальні прилади, що дозволяють точно визначати пружність клапанних пружин та точність посадки клапанів у камері згоряння. Прилади, що працюють за принципом двошалькового важільного механізму з регульованим навантаженням, забезпечують створення постійного контрольного впливу, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення від норми.

Для притирання клапанів автомобільних і тракторних двигунів використовується універсальний верстат ОПР-1841А, який представлено на рис. 3.1. Технічна характеристика представлена в таблиці 3.1.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Оліфіренко Є.Г			<i>КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В					37	75
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.			<i>НУБІП України, ГМаш-2101</i>			
<i>Затверд.</i>								

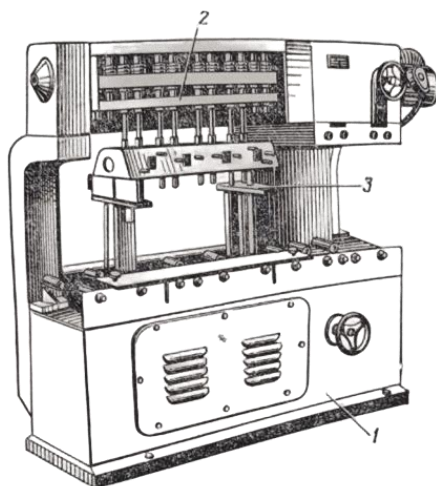


Рис. 3.1. Універсальний верстат ОПР-1841А:

1 - станина; 2 - блок шпинделів; 3 - опорна площадка.

Універсальний верстат може бути встановлений в поточну лінію ремонту двигунів. Для встановлення блоків двигунів різних марок, обладнаний підйомним механізмом, змонтованим у станині. На потрібну висоту блоки встановлюють вручну (маховиком) або за допомогою електродвигуна.

Таблиця 3.1.

Технічна характеристика ОПР-1841А

Характеристика	Значення
Число шпинделів	12
Кут повороту шпинделів при прямому ході, °	360
Висота підйому блоків шпинделів, мм	140
Число подвійних ходів блоків шпинделів в хвилину	20
Зміщення шпинделя за подвійний хід, °	14
Найбільша висота блоку двигуна, мм	405
Найбільший підйом опорного майданчика, мм	500
Найбільша відстань між крайніми шпинделями, мм	760
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	1840×1450×64
Маса, кг	845

Для шліфування робочих поверхонь клапанів, штовхачів та коромисел механізму газорозподілу двигуна використовується верстат Р- 108. Відповідну схему наведено на рисунку 3.2, технічні дані подано в таблиці 3.2.

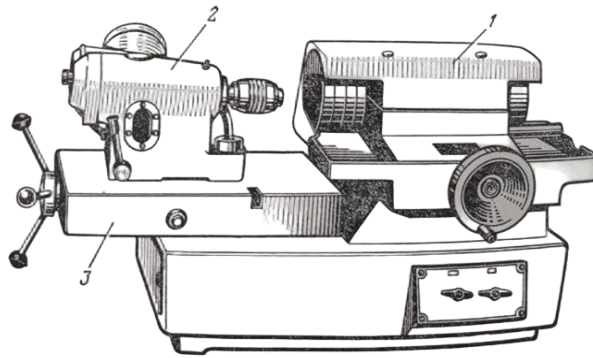


Рис. 3.2. Верстат Р-108 для шліфування клапанів:

1 - шліфувальна бабка; 2 - бабка для виробу; 3 - полозки бабки для виробу.

Пристрій можна використовувати для круглошліфувальних та заточувальних робіт.

Таблиця 3.2.

Технічна характеристика Р-108

Характеристика	Значення
Тип пристосування	Настільне, електромеханічне
Частота обертання шпинделів, об/хв: - шліфувальної бабки - бабки виробу	4400 180
Хід, мм: - шліфувальної бабки - полозків бабки виробу	80 100
Ціна поділки показу подачі шліфувальної бабки, мм	0,025
Потужність електродвигуна, кВт: - головного приводу - бабки виробу	0,27 0,12
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	920×1570×430
Маса, кг: - без оснащення - з оснащенням	100 105

Рисунок 3.1 і 3.2 демонструють схематичне зображення конструкції таких приладів, що дозволяє зрозуміти їх принцип роботи та конструктивні особливості.

Крім того, для точного визначення зазорів у клапанних механізмах застосовуються спеціалізовані індикаторні пристрої. На рисунках 3.3 і 3.4

зображено відповідно пристосування ОПР-1334А для шліфування клапанних гнізд та пристосування ОР-9913 для демонтажу і монтажу пружин клапанів. Їхні технічні характеристики наведено в таблицях 3.3 та 3.4. Ці пристрої оснащені рухомими каретками й високоточними напрямними елементами, що забезпечує можливість виконання вимірювань з точністю до кількох сотих міліметра.

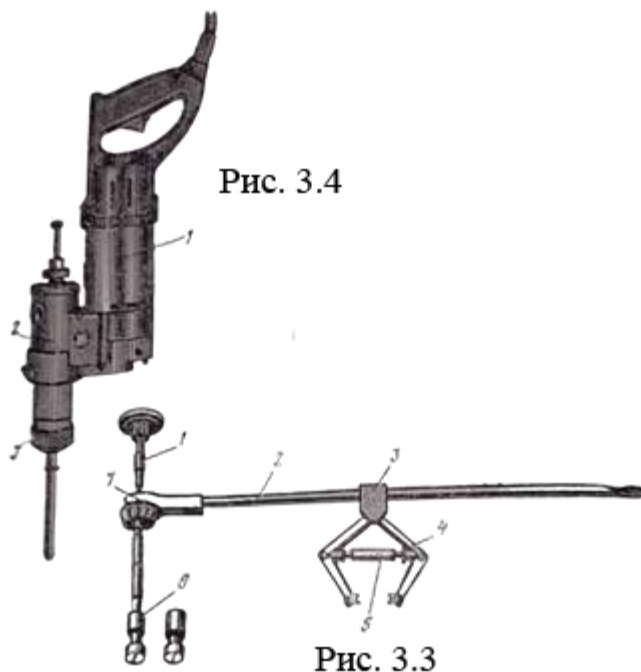


Рис. 3.3. Пристосування ОПР-1334А для шліфування клапанних гнізд:
1 - електродвигун; 2 - пристосування; 3 - шліфувальний круг.

Призначений для шліфування фасок клапанних гнізд двигунів Д-37, Д-50, СМД, ГАЗ, ЗІЛ та ЯМЗ. Складається з пристроєм для шліфування фасок гнізд клапанів та пристроєм для правки шліфувального круга.

Таблиця 3.3.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Технічна характеристика ОПР-1334А

Характеристика	Значення
Електродвигун:	
- потужність, Вт	270
- частота обертання вала, об/хв	11600
- напруга, В	220
- частота струму, Гц	50
Частота обертання шпинделів, об/хв:	
- шліфувальний круг	7200
- пристосування щодо оправки (обхід шліфувального круга по колу фаски)	13,4
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	205×76×415
Маса, кг	12

Рис. 3.4. Пристосування ОР-9913 для демонтажу і монтажу пружин клапанів:
 1 - стійка; 2 - натискний важіль; 3 - повзун; 4 - зачіпка; 5 - стяжна втулка; 6 -
 цангова втулка; 7 - розрізна втулка.

Пристосування ОР-9913 призначене для полегшення процесу зняття та встановлення пружин клапанів у головці блока циліндрів двигуна внутрішнього згоряння. Воно дозволяє виконувати ці операції без необхідності повного демонтажу клапанного механізму, що суттєво знижує трудомісткість ремонту та підвищує його ефективність.

Для зняття пружини клапана в один з отворів головки блока циліндрів (бажано центральний) встановлюють цангову втулку. У втулку вгвинчують стійку, розтискаючи втулку в отворі, завдяки чому пристрій надійно закріплюється на головці блока циліндрів. Розсувні важелі повзуна пристрою розсувають пружини клапана за допомогою стяжної втулки. Повзун із захватами підводять до одного з клапанів, і, натиснувши на руків'я натискного важеля, стискають пружину клапана. Звільнені сухарики знімають. Поворотом натискного важеля навколо стійки та переміщенням повзуна вздовж важеля встановлюють або знімають пружини клапанів головки.

Таблиця 3.4.

					<i>01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Технічна характеристика ОР-9913

Характеристика	Значення
Тип	Переносний
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	660×250×46
Маса, кг	1,5

Рис. 3.3 і 3.4 ілюструють конструктивні особливості таких пристроїв, що є важливими для оцінки правильності установки клапанів та збереження оптимальної компресії двигуна.

Рисунок 3.5 демонструє ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3, технічні дані подано в таблиці 3.5. Цей прилад застосовується для високоточного неруйнівного контролю деталей двигуна, включаючи клапани, завдяки передовій фазованій решітці датчиків та можливості аналізу дефектів у режимі реального часу.



Рис 3.5. Ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3

Окрім наведеного обладнання, сучасні технології дозволяють використовувати інноваційний прилад для дефектування клапанів, який значно підвищує точність і швидкість контролю їхнього стану. Завдяки застосуванню ультразвукових сенсорів або оптичних методів, цей прилад забезпечує не руйнуючий аналіз клапанів, що дозволяє виявляти навіть найменші дефекти, зокрема мікротріщини чи незначні деформації. Сучасні алгоритми обробки сигналів оперативно аналізують отримані дані, що сприяє підвищенню надійності роботи двигуна та зниженню ризику аварійних ситуацій.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Технічна характеристика Olympus OmniScan X3

Характеристика	Значення
Метод контролю	Ультразвуковий фазований масив
Частота датчиків, МГц	1-15
Кількість каналів	До 64
Роздільна здатність, мм	0,01
Швидкість сканування, вимірювань/сек	6000
Дисплей, ”	10,4; сенсорний екран
Формати збереження даних	USB, SD-карта, Wi-Fi
Живлення	Акумулятор Li-ion (до 10 годин)
Габаритні розміри (Д×Ш), мм	28,7×20
Маса, кг	4,6

Серед сучасних інструментів для обробки клапанів особливе місце займає пневматичний дріль 2213, зображений на рис. 3.6 та має технічну характеристику в таблиці 3.6. Призначений для притирання клапанів. Цей інструмент значно спрощує процес відновлення поверхні клапанів, забезпечуючи точну та рівномірну обробку. За рахунок пневматичного приводу дріль 2213 працює з високою швидкістю, що дозволяє досягти оптимального результату при притиранні клапанів до сідел їхнього розташування. Завдяки регульованій швидкості обертання та системі охолодження, пристрій знижує ризик перегріву оброблюваної деталі та зберігає первинні геометричні параметри клапана.

					01.12 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



Рис. 3.6. Пневматичний дріль 2213 для притирання клапанів

Таблиця 3.6.

Технічна характеристика Пневматичний дріль 2213

Характеристика	Значення
Тип приводу	Пневматичний
Діапазон швидкості, об/хв	2500 - 5000
Робочий тиск, бар	6 - 8
Система охолодження	Вбудована
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	200×100×80
Маса, кг	3,2

Використання пневматичного дреля дозволяє оперативно відновлювати поверхню клапанів, що сприяє покращенню щільності посадки та підвищенню експлуатаційних характеристик двигуна. Завдяки високій швидкості обертання та точному контролю параметрів обробки, цей інструмент є незамінним засобом для сучасних ремонтних майстерень, забезпечуючи надійність і довговічність роботи клапанних систем.

Важливим етапом у відновленні роботи клапанів є також процес шліфування поверхонь клапанів і клапанних гнізд. Сучасні методи шліфування забезпечують відновлення початкової геометрії контакту, що дозволяє досягти ідеальної посадки клапана в камері згоряння. Для цього використовуються як стаціонарні верстати, так і портативні пневматичні інструменти. Документування конструктивних рішень таких пристроїв, включаючи детальні креслення, є невід'ємною складовою частиною дипломної роботи, що

забезпечує повноту технічної інформації та сприяє підвищенню якості виконання ремонтних робіт.

Таким чином, детальний аналіз технічних особливостей клапанів двигуна та опис застосовуваного обладнання свідчать про важливість високоточного контролю їх експлуатаційного стану. Розміщення креслень і зображень – зокрема, рисунків 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6 – у відповідних розділах технічної документації забезпечує наочне відображення конструктивних особливостей пристроїв, що використовуються для діагностики та ремонту клапанних систем.

Крім того, у дипломній роботі подано таблиці з технічними характеристиками обладнання (таблиці 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6), що дає змогу комплексно оцінити функціональні можливості застосовуваних пристроїв. Включення зазначених схем і таблиць підкреслює науковий підхід до дослідження та практичну значущість виконаної роботи, що, у свою чергу, є запорукою ефективної експлуатації двигунів і підвищення їхньої надійності. [9]

3.2 Обґрунтування вибору та призначення установки

Під час виконання поточного та капітального ремонту автомобільних двигунів виникає проблема діагностики газорозподільного механізму. Як відомо, у процесі цих робіт здійснюється притирання клапанів до сідел головки циліндрів. Однак перевірка технічного стану клапанів зазвичай проводиться лише візуально, що може негативно впливати на якість виконаних робіт.

У процесі експлуатації двигуна клапани піддаються зношенню не лише на робочій фасці, а й можуть мати такі дефекти, як згин, торцеве биття тощо. Тому на підприємстві виникла необхідність розробки пристрою, який дозволив би ефективно контролювати технічний стан клапанів, зокрема вимірювати їхній прогин.

Аналіз літературних джерел показав, що більшість наявних конструкцій, призначених для перевірки клапанів, не дають змоги точно визначити їхній

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прогин або є надто складними у використанні, що ускладнює їхнє застосування в умовах підприємства.

Модернізація установки передбачає впровадження пневматичного приводу, що дозволить автоматизувати процес контролю, зменшити ручну працю та скоротити час перевірки технічного стану клапана. Оскільки допустиме відхилення прогину у більшості клапанів автомобільних двигунів є мінімальним, для його вимірювання доцільно використовувати індикаторну головку ИГ-2 з похибкою вимірювання 0,01 мм, що повністю відповідає технічним вимогам перевірки клапанів. Установка має бути зручною у використанні та легко встановлюватися на слюсарному верстаку. Під час дефектування клапанів перевіряється пряmolінійність стержня, а також биття робочої фаски головки щодо стержня. Для цього застосовується спеціальне пристосування для контролю клапанів.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Будова та принцип роботи установки

Установка (див. рис. 3.1) складається з основи, на якій розміщуються Установка містить дві призми (8), призначені для підтримки клапана під час перевірки, а також стійку (10), у якій змонтовано пристрій для обертання клапана навколо своєї осі. Обертання передається за допомогою ручки (1), яка через вал (2) приводить у дію обертач (3).

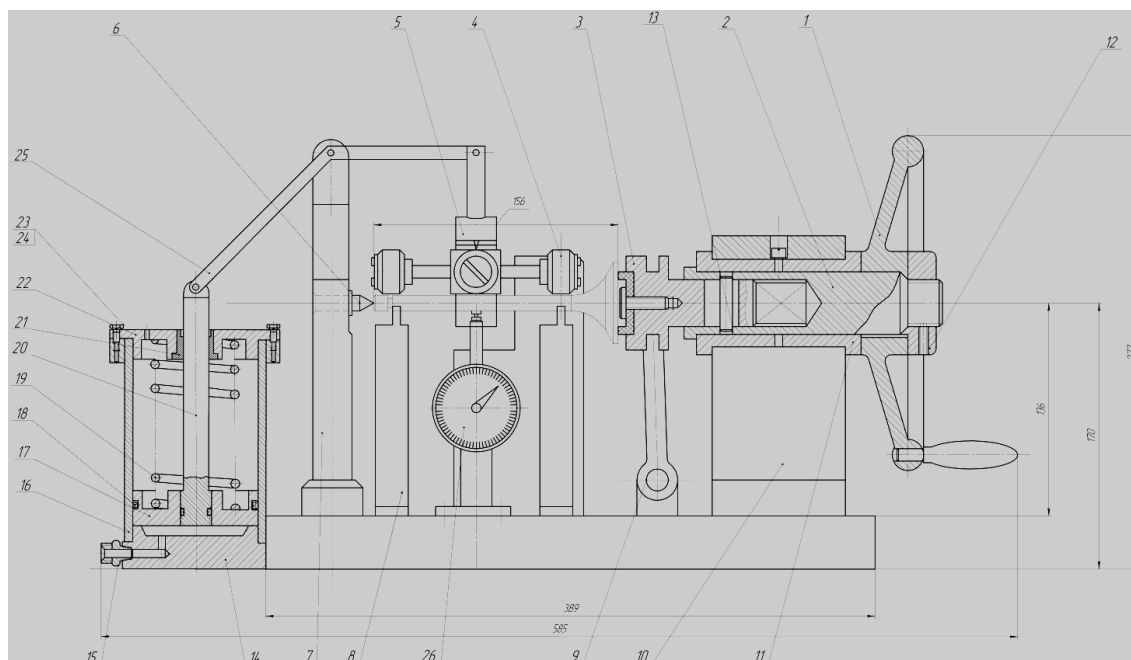


Рис. 3.7. Установка для перевірки технічного стану клапанів ГРМ

Для фіксації клапана використовуються притискні ролики (4), які притискаються до нього за допомогою пневмоциліндра через важіль (25) і притискач (5). Контроль згину клапана здійснюється за допомогою індикаторної головки (26), що нерухомо закріплена на основі пристрою. Конус (6) встановлюється в стійку (7) і використовується для центрування клапана в торцевій площині.

Пневмоциліндр складається з корпусу (16), усередині якого розміщений поршень (17) з ущільнювачем (18), закріплений на штоку (20). З обох боків циліндр (16) закритий кришками (22) та (14), а подача повітря в поршневу

					Арк.
					47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ

порожнину здійснюється через штуцер (15). Окрім контролю технічного стану клапанів, установка також оснащена пристроєм для шліфування їхніх торців.

Принцип роботи установки

Перед початком вимірювань необхідно провести тарування установки, тобто налаштувати індикаторну головку у правильне положення для точного вимірювання. Для цього замість перевірюваного клапана встановлюється еталонний, який не має прогину, і відносно нього здійснюється налаштування. Якщо індикаторна головка фіксує відхилення, необхідно відрегулювати призми та налаштувати її у строго перпендикулярне положення до еталонного клапана.

Перевірюваний клапан встановлюється на призми (8). Після цього у пневмоциліндр подається стиснене повітря, що змушує поршень (17) рухатися вгору, штовхаючи важіль (25) і передаючи зусилля на притискач (5). Притискач, у свою чергу, через ролики (4) фіксує клапан на призмах (8).

Далі за допомогою важеля (9) підводиться обертач (3) до тарілки клапана, після чого гумове ущільнення забезпечує його щільний контакт із клапаном. Обертаючи рукоятку (1), клапан прокручується навколо своєї осі, а індикаторна головка фіксує можливі відхилення. Величина відхилення стрілки на індикаторі дозволяє визначити ступінь прогину клапана та оцінити доцільність його подальшого використання.

Після припинення подачі повітря у пневмоциліндр пружина (19) повертає поршень у початкове положення, опускаючи важіль (25) і звільняючи клапан від притискних роликів (4). Далі клапан виймається, і процедура повторюється для наступного екземпляра.

3.4 Розрахунок параметрів пневмоциліндра

Для забезпечення коректної роботи пневмоциліндра необхідно визначити його основні параметри, зокрема діаметр поршня. Розрахунки виконуються на основі вихідних даних, що включають максимальний тиск повітря, необхідну силу на штоку та коефіцієнт корисної дії (ККД) системи.

					01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з умовами роботи пневмоциліндра, максимальний тиск стисненого повітря становить $p = 0,2$ МПа, а сила, яку необхідно створити на штоку, дорівнює $Q_1 = 880$ Н. Також урахується ККД установки, що дорівнює $\eta = 0,88$.

Розрахунок починається з визначення сили, що розвивається на штоку, за формулою:

$$Q = \frac{\pi \times D \times p \times \eta}{4} \geq Q_1 \quad (3.1)$$

де:

- Q – сила на штоку (Н);
- D – діаметр циліндра (м);
- p – робочий тиск повітря (МПа);
- η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра;
- Q_1 – сила опору стиснутої пружини (Н).

Оскільки в конструкції заданий тиск повітря, необхідно визначити площу поршня, через яку передається зусилля. Для цього використовуємо рівняння:

$$F = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{Q}{p} \quad (3.2)$$

Виходячи з цього, визначаємо діаметр поршня пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times p}} \quad (3.3)$$

Остаточно формула приймає вигляд:

$$D = 1,13 \times \sqrt{\frac{Q}{p}}$$

Підставляючи числові значення у формулу, отримаємо:

$$D = 1,13 \times \sqrt{\frac{880}{0,2 \times 10^6}} = 0,075 \text{ м} = 75 \text{ мм}$$

Оскільки стандартні значення діаметрів поршнів кратні 5 мм, остаточно приймаємо $D = 80$ мм.

					01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, в результаті розрахунків було визначено, що для забезпечення необхідного зусилля на штоку пневмоциліндр повинен мати поршень діаметром 80 мм. Це дозволить системі працювати ефективно, забезпечуючи необхідну силу для виконання технологічного процесу.

3.5 Розрахунок параметрів пружини

Для забезпечення коректної роботи механізму, що містить пружину, необхідно визначити її основні параметри, такі як жорсткість, кількість робочих витків, напруження, максимальна сила при деформації та критична швидкість переміщення.

Вихідні дані

Приймаємо, що пружина виготовлена зі сталі марки 60С2ВА, яка характеризується підвищеною теплостійкістю та загартовується на твердість HRC 53–57. Вона має високу пружність і використовується для пружин II класу.

Основні параметри для розрахунку:

- P_1 – сила пружини при попередній деформації: 2 кгс.
- P_2 – сила пружини при робочій деформації: 120 кгс.
- h – робочий хід пружини: 80 мм.
- V_0 – найбільша швидкість переміщення рухомого кінця пружини при навантаженні: 2,0 м/с.
- N – витривалість (кількість циклів до руйнування): 10^6 .
- D – зовнішній діаметр пружини: 60 мм.

Визначення максимальної сили пружини

Величина сили при максимальній деформації розраховується за формулою:

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta} \quad (3.4)$$

де:

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δ – поправочний коефіцієнт для пружин, що працюють на розтяг (0,05–0,1).

Підставляючи числові значення:

$$P_3 = \frac{120}{1 - 0,1} = 133 \text{ кгс}$$

Отже, приймаємо для розрахунку пружину I розряду, у яких P_3 знаходиться в межах 100–270 кгс.

Визначення напруження в пружині

Для визначення напруження використовуємо формулу:

$$\tau_3 = 0,6\sigma_d \quad (3.5)$$

де:

σ_d – допустимі питомі напруження у витках пружини (200 МПа).

Розрахунок:

$$\tau_3 = 0,6 \times 200 = 120 \text{ МПа}$$

Визначення критичної швидкості переміщення

Критична швидкість обчислюється за формулою:

$$V_{\text{крит}} = \tau_3 \times \left(1 - \frac{D_1}{D_2}\right) \quad (3.6)$$

Підставляючи значення:

$$V_{\text{крит}} = 120 \times \left(1 - \frac{120}{133}\right) = 3,28 \text{ м/с}$$

Оскільки відношення $\frac{V_{\text{крит}}}{V_0} = \frac{2,5}{3,28} \approx 0,76 < 1$, зіткнень витків не буде.

Визначення жорсткості пружини

Жорсткість визначається за формулою:

$$z = \frac{P_1 - P_2}{h} \quad (3.7)$$

Підставляючи значення:

					01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z = \frac{120 - 50}{80} = 0,875 \text{ кгс/мм}$$

Визначення кількості робочих витків

$$n = \frac{z_1}{z}$$

де:

$$z_1 = 4,798 \text{ кгс/мм.}$$

$$n = \frac{4,798}{0,875} = 5,48 \approx 6$$

На основі отриманих розрахунків, приймаємо для конструкції пружину №60 згідно з ГОСТ 13766-88. Це забезпечить необхідну міцність, витривалість та коректну роботу механізму без зіткнень витків під навантаженням.

3.6 Пристрій для шліфування торця стержня клапана

У процесі відновлення клапанів методом осталювання відбувається зміна їхнього розміру та форми торця стержня. Для корекції та відновлення необхідної геометрії торця клапана пропонується використовувати пристрій для його шліфування, який базується на заточувальному верстаті 3А64.

3.7 Конструкція та принцип роботи пристрою для шліфування торця стержня клапана

Пристрій (рис. 3.2) складається з опорної плити 1, на якій розміщені призма 5, пружина 4, що забезпечує притискання педалі 2 до призми. Педаль фіксується за допомогою серги 3. На призмі закріплено сухар 6, а сама призма кріпиться до опорної плити за допомогою болта 7.

Процес шліфування клапана відбувається наступним чином: клапан встановлюється в пристрій і підводиться до шліфувального круга Э36-46 СМ1Б 4К (100×13×20 мм), який обертається з номінальною частотою 1440 об/хв.

					01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після контакту торця клапана з абразивною поверхнею проводиться його шліфування.

Для виймання клапана необхідно за допомогою маховика відвести шток від шліфувального круга, після чого клапан витягується вручну.

Габаритні розміри пристрою: 170×175×70 мм, маса – 3,45 кг.

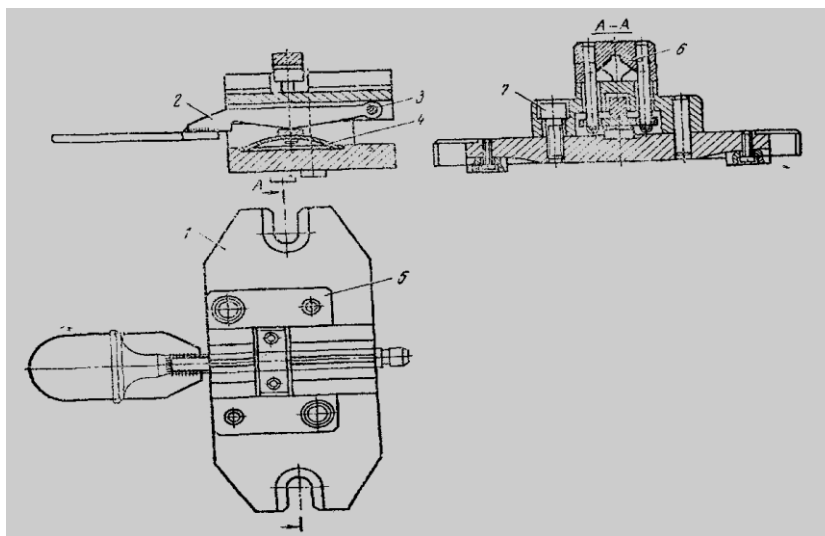


Рис. 3.8. Пристосування для шліфування торця клапана

1 – плита; 2 – педаль; 3 – серга; 4 – пружина; 5 – призма; 6 – сухар; 7 – болт.

3.8 Розрахунок пристосування для шліфування торця клапана

При поверхневому шліфуванні рівнодіюча сила R розкладається на три складові: тангенціальну силу P_z , радіальну силу P_x . Радіальна сила P_y зазвичай перевищує P_z , що підтверджується співвідношенням $\frac{P_y}{P_z} > 1$. Осьова складова P_x є меншою за P_z і, як правило, не враховується при розрахунках потужності.

Тангенціальна сила P_z визначається за формулою:

$$P_z = C_p \times v_k^{0,7} \times S_n^{0,7} \times t^{0,6} \quad (3.8)$$

де:

					01.12 - КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- C_p – коефіцієнт, що характеризує оброблюваний матеріал (для сталі $C_p = 2,2$);
- v_k – швидкість обертання шліфувального круга, $v_k = 376,8$ м/с;
- S_n – подача, мм/об;
- t – глибина різання, мм.

Підставляючи значення:

$$P_z = 2,2 \times 376,8^{0,7} \times 0,1^{0,7} \times 0,5^{0,6} = 27,9 \text{ кг} = 279 \text{ Н}$$

При отриманому значенні $P_z = 279$ Н визначаємо радіальну силу $P_y = 379$ Н.

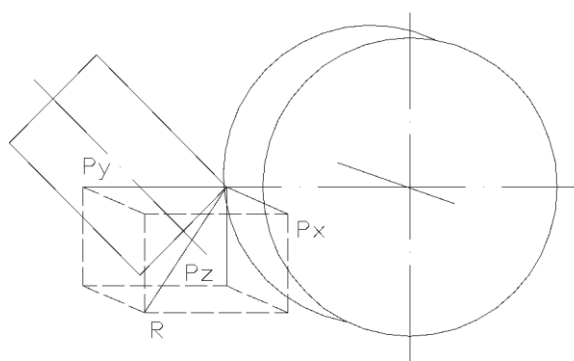


Рис. 3.9. Розрахунок на міцність штоку

Після визначення сил, що виникають під час шліфування торця стержня клапана, встановлено, що на шток діють дві сили: радіальна $P_y = 379$ Н та тангенціальна $P_z = 279$ Н. Ці сили спричиняють появу згинального моменту та стискуючої сили, тому навантаження, що діють на шток, визначаються за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{\text{ЕКВІВ}} = \sigma_N + \sigma_M \leq [\sigma]$$

де σ_N – напруження при стиску, яке визначається за формулою:

$$\sigma_N = \frac{P_y}{A}$$

де A – площа поперечного перерізу штока, що обчислюється як:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

де d – діаметр поперечного перерізу штока, мм.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Напруження при згині σ_M розраховується за виразом:

$$\sigma_M = \frac{M}{W_y}$$

де M – згинальний момент, що діє на шток:

$$M = P_z \times l$$

де $l = 150$ мм – довжина вільного кінця штока.

Підставляючи значення:

$$M = 279 \times 0,15 = 41,85 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Основний момент опору круглого перерізу:

$$W_y = \frac{\pi d^3}{32}$$

Допустиме навантаження при згині для сталі 45:

$$[\sigma] = 175 \text{ МПа}$$

Проаналізувавши всі наведені дані, визначаємо еквівалентне напруження, що діє на шток:

$$\sigma_{\text{ЕКВІВ}} = \frac{4N}{\pi d^2} + \frac{32M}{\pi d^3}$$

Підставляючи числові значення:

$$\sigma_{\text{ЕКВІВ}} = \frac{4 \times 379}{3,14 \times 0,04^2 \times 10^6} + \frac{32 \times 41,85}{3,14 \times 0,04^3 \times 10^6} = 6,96 \text{ МПа}$$

Оскільки $\sigma_{\text{ЕКВІВ}} < [\sigma] = 175 \text{ МПа}$, умова міцності виконується.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Вимоги з безпеки до території приміщень, обладнання та технологічних процесів ремонтних майстерень

Територія ремонтної дільниці має відповідати технічним вимогам процесу обслуговування техніки та санітарним нормам проектування. Покриття ділянки повинно бути рівним із невеликими ухилами, що забезпечують стік талих та дощових вод від будівель, робочих майданчиків, проїздів і тротуарів у бік стокової системи. Проїзди для руху сільгоспмашин та пішохідні доріжки до цехів і допоміжних приміщень слід проектувати з урахуванням ширини техніки: при односторонньому русі – щонайменше на 1,8 м ширше, ніж сама машина, а при двосторонньому – не менше ніж на 2,7 м ширше. Мінімальна ширина тротуару повинна становити 1,5 м.

Площі для стоянки автомобілів, тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки виконують із твердим, рівним покриттям (наприклад, асфальт або бетон). Усі виробничі операції, під час яких у повітря потрапляють шкідливі речовини (отруйні гази, пари, пил), організовують у відособлених приміщеннях, обладнаних ефективною системою вентиляції.

Підлоги всередині виробничих цехів роблять щільними та міцними, із покриттям, яке легко піддається очищенню та ремонту. У зонах, де потрібна вода, підлогу влаштовують з ухилом для відведення стічних вод. У місцях із оглядовими ямами та естакадами встановлюють спеціальні напрямні для коліс машин і трапетні сходи по обидва боки для спуску до ям. Естакади обладнують перилами висотою не менше ніж 1 м уздовж усієї довжини. Зовнішні входні двері, виходи та ворота у виробничі приміщення обладнують тамбурами для боротьби з протягами й оснащують тепловими завісами.

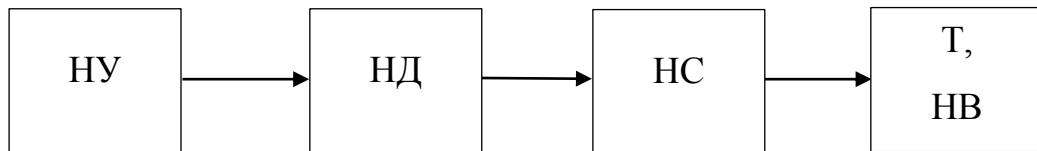
Дахи й карнизи будівель у холодний період необхідно регулярно звільняти

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>				57	75
					<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>		
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>					
Затверд.							
					<i>НУБіП України, ГМаш-2101</i>		

від снігових мас і криги. Ширина проходів між стелажми, полицями та шафами в складських приміщеннях має становити щонайменше 1 м. Верстати та обладнання слід вибирати й експлуатувати відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-74 і ГОСТ 12.2.009-80*, а під час роботи на верстатах керуватися нормами ГОСТ 12.3.025-80 та правилами охорони праці й виробничої санітарії під час холодної обробки металів.

4.2. Оцінка робочих місць з погляду безпекових вимог

В теперішній час сільськогосподарське виробництво розпоряджається добре обладнаними стаціонарними і пересувними агрегатами технічного обслуговування і ремонту машинно-тракторного парку. І тому від обслуговуючого персоналу вимагається чітке знання упорядкування обладнання, пристосувань і суворого виконання техніки безпеки на довіреній йому ділянці роботи.



НУ – умова, що може створювати небезпеку; НД – дія, що тягне за собою ризик; НС – обставини, які є небезпечними; Т, НВ – ушкодження; ризиковий інцидент.

Як видно зі схеми, наведених вище, і небезпечна умова, й небезпечна дія самі по собі можуть спричинити небезпечну ситуацію, яка, своєю чергою, здатна призвести до ризикового інциденту чи травми. Імовірність виникнення таких випадків визначається характером технологічних операцій, конструктивними особливостями обладнання, пристосувань та інструментів. У таблиці 4.1 наведено оцінку робочих місць з урахуванням можливих небезпек.

Небезпечні виробничі чинники

Найменування технологічного процесу	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечних ситуацій
	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація		
1	2	3	4		6
Ремонтно-монтажні роботи	Немає підставки під двигун (НУ)	Підставлені підручні матеріали (НД1). Знаходження робітника в небезпечній зоні (НД2)	Можливе падіння двигуна (НС)	Траума	Робочі місця повинні бути обладнані згідно вимог
Зварювальні роботи	Відсутність захисного заземлення (НУ)	Робота без заземлення (НД)	Враження людини електричним струмом (НС)	Траума	Заземлити зварювальну установку
Технічне обслуговування автомобіля	Зливання гарячої води з радіатора (НУ)	Відкриття кришки гарячого радіатора (НД)	Вихід пару гарячої води (НС1) Попадання на обличчя (НС2)	Опік	Відкривати кришку після деякого охолодження речовини, відвернувши від горловини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ

Арк.

58

Згідно з цією таблицею видно, що в майстерні слід:

Забезпечувати безперервний нагляд за дотриманням норм охорони праці;
Оснастити робочі зони наочними матеріалами та стендами з техніки безпеки;
Надати працівникам майстерні спеціальний одяг та вимагати роботи виключно в ньому;
Укомплектувати кожен ділянку майстерні аптечками для надання першої медичної допомоги.

4.3. Визначення параметрів систем вентиляції, освітлення та протипожежного обладнання

Система заходів з охорони праці, спрямована на гарантування безпеки працівників, охоплює три основні напрямки: санітарно-гігієнічний, технологічний і правовий. У ремонтних майстернях відповідальність за організацію роботи з охорони праці покладається на завідувача майстерні. Особи, що відповідають за безпеку праці, мають створювати й підтримувати належні умови роботи в ремонтних цехах, стежити за технічним станом обладнання, впроваджувати сучасні засоби захисту та забезпечувати дотримання нормативних санітарно-гігієнічних вимог. Територія ремонтного підприємства, а також виробничі та допоміжні приміщення повинні відповідати “Санітарним нормам проектування промислових підприємств” (СН-245-71). З цією метою здійснюються розрахунки систем вентиляції, освітлення та протипожежного обладнання.

Розрахунок системи вентиляції приміщень:

Система вентиляції, що встановлюється у виробничих та суміжних зонах, призначена для зниження рівня запиленості та очищення повітря від шкідливих викидів виробництва. Вона виступає ключовим засобом поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці та профілактики професійних захворювань.

Обсяг повітрообміну визначається згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ «Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги». На підставі цих нормативів проводиться розрахунок мінімального повітрообміну для кожного робочого простору.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі необхідно розрахувати продуктивність вентилятора для електротехнічного відділу ремонтної ділянки відповідно до СН-245-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств».

Таблиця 4.2

Необхідність засобів пожежогасіння для майстерень.

Найменування ділянки	F, м ²	ОХП- 10	ОУ- 5	ОУ- 8	Ящик з піском	Пож. Щит
Ділянка ремонтно-монтажна	252	8	–	4	1	1
Ділянка ремонту агрегатів	36	2	–	1	1	1
Ділянка обкатки та регулювання двигунів	36	–	2	–	1	1
Ділянка по ремонту с/г та відновленню деталей обладнання переробної промисловості та тваринницьких ферм	36	1	–	1	1	1

Отже, для забезпечення майстерні необхідні такі засоби пожежогасіння:

- 17 вогнегасників типу ОХП;
- 4 вогнегасники типу У-5;
- 14 вогнегасників типу У-8;
- 10 ящиків із піском;
- 10 пожежних щитів.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Для комплексної економічної оцінки діяльності ремонтно-обслуговуючої бази фермерського господарства «Деметра» використовуються показники вартість основних виробничих фондів, обсяг додаткових капіталовкладень, загальна вартість виконуваних ремонтних робіт, річний обсяг виробничої програми, собівартість одного умовного ремонту, строк окупності додаткових інвестицій, динаміка зростання продуктивності праці, річний економічний ефект від впровадження заходів та економія за рахунок зниження собівартості ремонту.

5.1. Обчислення вартості базових виробничих фондів

Вартісну оцінку основних фондів ремонтної майстерні фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області виконують за формулою, наведеною в джерелі:

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

де:

$C_{\text{буд.}}$ – сума витрат на придбання та облаштування приміщення ремонтної майстерні, грн;

$C_{\text{обл.}}$ – загальні витрати на встановлене в майстерні обладнання, грн.

де $C_{\text{при.}}$ – сума вартості приладів, інструментів та пристосувань (штучна ціна кожного з яких перевищує 100 грн.) без урахування строку їх експлуатації.

Розрахунок вартості виробничої будівлі майстерні виконується за формулою:

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

<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Новицький А.В.</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ревенко Ю.І.</i>		
<i>Затверд.</i>				
<i>ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				<i>Акрушіє</i>
				<i>62</i>
				<i>75</i>
			<i>НУБІП України, ГМаш-2101</i>	

де:

$C_{\text{буд}}^1$ – усереднена вартість будівельно-монтажних робіт на одиницю виробничої площі (1 м^2) ремонтної майстерні, грн/м²;

S – загальна площа виробничого приміщення майстерні, м².

$$C_{\text{буд}}^1 = 1740 \text{ грн./м}^2 ; S = 353 \text{ м}^2$$

$$\text{Тоді, } C_{\text{буд}} = 1740 \oplus 353 = 614220 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання, встановленого в ремонтній майстерні, приймається рівною 40 % від вартості виробничої будівлі:

$$C_{\text{обл.}} = 0,4 \oplus 614220 = 245688 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, інструментів та пристосувань визначається як 7,5 % від загальної суми вартості обладнання:

$$C_{\text{при.}} = 0,075 \oplus 245688 = 18426,6 \text{ грн.}$$

Таким чином загальна вартість основних фондів становить:

$$C_o = 614220 + 245688 + 18426,6 = 878334,6 \text{ грн.}$$

До модернізації ремонтно-обслуговуючої бази фермерського господарства «Деметра» вартість основних фондів у цінах 2019 року дорівнювала 332042 грн. Отже, обсяг додаткових капіталовкладень визначається як різниця між новою та початковою вартістю основних фондів:

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

де C_o^1 – сума вартості основних фондів до реконструкції, виражена в гривнях.

$$\otimes K = 878334,6 - 474257 = 404077,6 \text{ грн.}$$

Отже, для технічного переоснащення ремонтно-обслуговуючої бази фермерського господарства «Деметра» слід додатково інвестувати 404077,6 грн.

5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту

До складу собівартості одного умовного ремонту, виконуваного на ремонтно-обслуговуючій базі фермерського господарства «Деметра»,

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

входять такі витрати: оплата праці персоналу, вартість запасних частин, а також витрати на ремонтні матеріали.

5.2.1 Розрахунок фонду заробітної плати

Під час проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт на ремонтно-обслуговуючій базі фермерського господарства «Деметра» застосовуються різні тарифні розряди. Роботи з технічного обслуговування виконуються працівниками за 4-м розрядом, а поточний ремонт машин проводиться на 15 % обсягу робіт, з яких 10 % припадає на 4-й розряд і 5 % – на 5-й розряд. Виходячи з цього, розрахуємо середній тарифний розряд:

$$P_{cp} = \frac{4 \cdot 21 + 9 \cdot 9}{21} = 7,8$$

Розрахуємо тарифну ставку для оплати праці на основі визначеного середнього розряду, що враховує співвідношення обсягів робіт за відповідними тарифними розрядами. Отримана ставка дасть змогу встановити середню оплату праці для виконавців робіт на ремонтно-обслуговуючій базі фермерського господарства «Деметра».

$$T = T + (T_5 - T) \cdot 0,3 \text{ грн. / год.}, \quad (5.4)$$

де:

T – розмір оплати праці за виконання робіт у важких та шкідливих умовах праці відповідно до 4-го тарифного розряду для працівників, які отримують оплату за відрядною системою, коп./год.

$$O_{TSP} = T + (T_4 - T) \cdot 0,78, \text{ грн./год.}, \quad (5.5)$$

$$T = 25,3 \text{ грн./год.}$$

T_4 – розмір оплати праці за виконання робіт за 4-м тарифним розрядом у нормальних умовах праці.

$$T_4 = 25,3 \text{ грн./год.}$$

$$T = 182,5 \text{ грн./год.}$$

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трудові витрати на виконання капітального ремонту:

$$T_{кр} = T_{кр} \cdot T \quad (5.6)$$

де:

$T_{кр}$ – трудовитрати на виконання капітального ремонту (люд.-год.).

Результати розрахунків заробітної плати наведено в таблиці 5.1. Суми додаткової оплати праці та нарахувань становлять 120 % від базової заробітної плати.

$$З_{кр} = 9833,45 \cdot 182,5 = 1794604,6 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$З_{д.кр} = З_{кр} \cdot 1,2 = 1794604,6 \cdot 1,2 = 2153525,5 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

$$сум = З_{кр} + З_{д.кр} = 1794604,6 + 2153525,5 = 3948130,1 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

Таблиця 5.1

Обчислення фонду заробітної плати

Спосіб розрахунку заробітної плати	Ремонт та технічне обслуговування техніки
Тарифна ставка за годину, грн/год	182,5
Обсяг трудових ресурсів, люд.-год.	9833,45
Базовий заробіток, грн	1794604,6
Надбавки та нарахування, грн	2153525,5
Загальна сума витрат, грн	3948130,1

За підсумками проведених розрахунків визначено, що загальна сума заробітної плати виробничих працівників ремонтної майстерні фермерського господарства «Деметра» становить 3948130,1 грн.

5.2.2 Визначення потреби у ремонтних матеріалах та запасних частинах

Необхідність у базових матеріалах і запасних частинах для ФГ «Деметра» оцінюємо у грошовому виразі. Розрахунки проводимо, виходячи з нормативного співвідношення прямих витрат у відсотках.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Відомо, що на оплату праці в рамках капітального ремонту машин витрачається 3948130,1 грн, що відповідає 24 % вартості прямих витрат. Отже, 1 % становить 9475,5 грн.

Згідно з нормами, витрати на запасні частини складають 51 %, на ремонтні матеріали – 15 %, а інші витрати – 10 %.

За результатами обчислень отримано:

- витрати на запасні частини – 2013546,3 грн;
- витрати на ремонтні матеріали – 592219,5 грн;
- інші витрати – 394813 грн.

Таким чином, загальна сума витрат на запасні частини та ремонтні матеріали для ФГ «Деметра» становить 3000578,8 грн.

5.3 Розрахунок кошторису витрат

Виробничі затрати на технічне переоснащення ремонтної майстерні ФГ «Деметра» охоплюють: оплату праці обслуговуючого персоналу; відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівель і обладнання; вартість спожитої силової й освітлювальної електроенергії; витрати на додаткові матеріали, воду, пару, стиснене повітря, спецодяг і спецвзуття.

Відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівель і обладнання наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Обчислення відрахувань на амортизацію та поточний ремонт будівель і обладнання ремонтної майстерні ФГ «Деметра»

Назва	Балансова собівартість основних фондів, грн.	Відрахування			
		Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівлі	614220	3,9	23954,5	4,0	24568,8
Обладнання	245688	7,3	17935,2	5,1	12530
Всього:	859908		41877,7		37098,8

Розмір фонду оплати праці інженерно-технічних працівників ремонтної майстерні ФГ «Деметра» наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Обчислення фонду оплати праці інженерно-технічних працівників ремонтної майстерні ФГ «Деметра»

Посада	Кількість чол.	Місячна заробітна плата, грн.	Основна заробітна плата, грн.	Допоміжна плата, грн.	Резерв підприємства	Всього
Завідувач майстернею	1	16500	198000	158400	-	372900
Технік-нормувальник	1	10000	120000	96000	-	226000
Технічний працівник	1	7700	92400	73920	-	174020
Всього	3		410000	328320	-	738320

Витрати на силову та освітлювальну електроенергію, додаткові матеріали, воду, пару, стиснене повітря, спецодяг і спецвзуття включено до складу інших витрат і вони становлять 5% балансової вартості основних фондів ремонтної майстерні.

$$z_{in} = 0,08 \cdot z_0, \quad (5.6)$$

де:

z_{in} – сума інших витрат, грн.

$$z_{in} = 0,08 \oplus 878334,6 = 70266,7 \text{ грн.}$$

Загальна величина виробничих витрат ремонтної майстерні ФГ «Деметра» складе:

$$z_3 = 3000578,8 + 41877,7 + 37098,8 + 174020 + 70266,7 = 3323842 \text{ грн.}$$

Згідно з проведеними розрахунками, сумарні виробничі витрати ремонтної майстерні ФГ «Деметра» складають 3323842 грн.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

5.4 Складання калькуляції собівартості ремонту машин

Під час визначення собівартості ремонту машин у ремонтній майстерні ФГ «Деметра» розрахунок здійснюється за наступною формулою:

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

де:

$C_{\text{ум.рем}}$ – собівартість одного умовного ремонту, грн/ум.рем.;

$P_{\text{ум.рем}}$ – обсяг програми ремонтної майстерні, виражений в умовних ремонтах.

$$P_{\text{ум.рем.}} = \frac{T_{\text{црм}}}{T_{1\text{ум.рем}}} = \frac{9833,45}{300} = 32,7 \text{ ум.рем.},$$

$$C_{\text{ум.рем.}} = \frac{3323842}{32,7} = 101646,5 \text{ грн./ум.рем.}$$

У чинній ремонтній майстерні ФГ «Деметра» собівартість одного умовного ремонту становить $'_{\text{ур}} = 127452$ грн/ум. рем.

5.5 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні

Рівень ефективності використання праці в ремонтній майстерні ФГ «Деметра» Чернігівської області визначається на основі показника продуктивності праці, який розраховується за такою формулою:

$$P_m = \frac{P_{\text{ур}}}{P_{\text{ср}}}, \quad (5.8)$$

де:

$P_{\text{ср}}$ – середньорічна кількість виробничих працівників.

$$P_m = \frac{32,7}{7,8} = 4,19 \text{ ум.рем/л д.}$$

Показник ефективності використання виробничих фондів – фондівіддача обчислюється за такою формулою:

$$\Phi_o = \frac{P_{\text{ур}}}{o}. \quad (5.9)$$

$$\text{Тоді, } \Phi_o = \frac{32,7 \cdot 1000}{614220} = 0,053 \text{ ум.рем./тис. грн.,}$$

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показник ефективності використання виробничої площі визначається за наступною формулою:

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

де S_n – площа ремонтної майстерні після реконструкції, м².

$$s_n = \frac{32,7 \cdot 100}{353} = 9,2 \text{ ум.рем./100м}^2$$

Економію, отриману внаслідок зниження собівартості, визначаємо за такою формулою:

$$E_m = (C_{yp}^1 - C_{yp}) \oplus P_{yp} \quad (5.11)$$

де:

C_{yp}^1 – собівартість ремонту в діючій майстерні, грн/ум.рем.;

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

$$E_m = (127452 - 101646,5) \oplus 32,7 = 843839,8 \text{ грн.}$$

Розрахунок терміну окупності додаткових капіталовкладень виконуємо за такою формулою:

$$z = \frac{\Delta}{E_m} \quad (5.12)$$

де:

ΔK позначає обсяг додаткових капіталовкладень у гривнях.

$$z = \frac{404077,6}{843839,8} = 0,47 \text{ роки.}$$

Накладні витрати для діючої ремонтної майстерні господарства становлять:

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

$$P_p = \frac{127452 + 0,15 \cdot 474257}{21,7} = 5284,7 \text{ грн.}$$

Розраховані витрати на модернізацію ремонтної майстерні фермерського господарства складають:

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

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi_p = \frac{56333,6 + 0,15 \cdot 463320}{32,7} = 3848 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від діяльності ремонтної майстерні визначається таким чином:

$$E_{p.e.} = (\Pi_{icn} - \Pi_p) \oplus \Pi_{ур} \quad (5.15)$$

Порівняльні техніко-економічні показники діючої та модернізованої ремонтної майстерні ФГ «Деметра» Чернігівської області наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Техніко-економічні показники ремонтної майстерні ФГ «Деметра»
Чернігівської області

Показники	Існуючий	Проектований
Річна виробнича програма, ум. рем.	21,7	32,7
Основні виробничі фонди, грн	474257	878334,6
Додаткові капіталовкладення, грн	–	404077,6
Випуск продукції на 1 м ² виробничої площі, ум. рем./м ²	0,06	0,09
Фондовіддача, ум. рем. / тис. грн	0,046	0,037
Продуктивність праці, ум. рем./чол.	4,59	4,57
Собівартість умовного ремонту, грн/ум. рем.	127452	101646,5
Економія від зниження собівартості, грн	–	843839,8
Річний економічний ефект, грн	–	37466,25
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років	–	0,47

ВИСНОВОК

На підставі виконаного бакалаврського дипломного проєкту встановлено, що загальна трудомісткість робіт із забезпечення працездатного стану матеріально-технічної бази фермерського господарства «Деметра» Чернігівської області Ніжинського району становить 18460 люд.-год., з яких 9833,45 люд.-год. припадає на роботи, виконувані в ремонтній майстерні фермерського господарства.

Для існуючої ремонтної майстерні річна виробнича програма складає 21,7 ум. ремунітів (ум. рем.), середня чисельність персоналу – 4,73 працівника (9833,45 / 2080), продуктивність праці – 4,59 ум. рем./чол. Середня собівартість одного умовного ремонту становить 127452 грн.

Після проведення технічного переоснащення майстерні (додаткові капіталовкладення 404077,6 грн) передбачається:

1. Розширити річну програму з 21,7 до 32,7 ум. рем.
2. Збільшити середньорічну чисельність працівників до 7,15 чол. (14 879,9 люд.-год. / 2 080).
3. Підвищити продуктивність праці до 4,57 ум. рем./чол.
4. Знизити собівартість одного умовного ремонту до 101 646,5 грн

Як наслідок:

- Економія від зниження собівартості становитиме 843 839,8 грн.
- Річний економічний ефект (утворений внаслідок порівняння накладних витрат) дорівнюватиме 37 466,25 грн.
- Термін окупності додаткових капіталовкладень складе 10,79 року.

Впровадження нового обладнання та технічних засобів забезпечить зростання обсягу виробничої програми з 21,7 до 32,7 умовних ремонтів і зниження собівартості кожного ремонту з 127 452 до 101 646,5 грн.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Оліфіренко Е.Г.</i>				Літ.	Арк.
Перевір.		<i>Новицький А.В.</i>					Акрушіє
							71
							75
Н. Контр.		<i>Ревенко Ю.І.</i>			ВИСНОВОК <i>НУБІП України, ГМаш-2101</i>		
Затверд.							

Таким чином, модернізація ремонтної майстерні ФГ «Деметра» є економічно доцільною за умови довгострокового горизонту окупності (понад 10 років), проте суттєво підвищить рівень техніко-економічних показників:

- Випуск продукції на 1 м²: із 0,06 ум. рем./м² до 0,09 ум. рем./м².
- Фондовіддача: із 0,046 ум. рем./тис. грн до 0,037 ум. рем./тис. грн (за рахунок зростання інвестицій у основні засоби).
- Продуктивність праці: майже стабільна – 4,59 ум. рем./чол. проти 4,57 ум. рем./чол.
- Собівартість ремонту: знизиться з 127 452 грн/ум. рем. до 101 646,5 грн/ум. рем.
- Річний економічний ефект: 37 466,25 грн.
- Термін окупності інвестицій: 0,47 року.

Отже, незважаючи на досить тривалий строк окупності, інвестиції в модернізацію майстерні доцільні з огляду на значну економію собівартості та збільшення річної виробничої програми.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буряк А. І. Обслуговування та ремонт сільськогосподарських машин і агрегатів : монографія. Київ : НАУ, 2018. 412 с.
2. Гнатенко П. В. Технологія діагностики та ремонту двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. – Київ : УкрМА, 2019. 256 с.
3. ДСТУ 3588–97. Машини та обладнання сільськогосподарські. Терміни та визначення. Київ : ІА «УкрНДНЦ», 1997. 18 с.
4. ДСТУ 3589–97. Машини та обладнання сільськогосподарські. Основні параметри та технічні характеристики. Київ : ІА «УкрНДНЦ», 1997. 22 с.
5. ДСТУ ISO 9001 : 2015. Системи управління якістю. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 24 с.
6. Дьяків О. М. Ремонтно-обслуговуюча база аграрних підприємств : навч. посіб. – Житомир : Полісся, 2020. 328 с.
7. Житарчук В. П., Кравченко С. М. Організація роботи ремонтних майстерень : навч. посіб. / 2-ге вид., переробл. і допов. – Харків : ХНАМГ, 2017. 304 с.
8. Закон України «Про технічне регулювання» : від 14.06.2012 № 3350-VI. Офіційний веб-портал Верховної Ради України. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3350-17> (дата звернення : 01.05.2025).
9. Інструкція з техніки безпеки при експлуатації ремонтних майстерень : затв. наказом Мінагрополітики України від 15.06.2016 № 233. Офіційний вісник Мінагрополітики України. 2016. № 7. С. 45–58.
10. Калюжний Ю. С. Експлуатаційна надійність машинного парку : монографія. Львів : ЛНАУ, 2016. 368 с.
11. Козленко І. В. Економіка та управління ремонтним виробництвом : монографія. Київ : КНЕУ, 2018. 298 с.

<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Оліфіренко Е.Г.		
Перевір.		Новицький А.В.		
Н. Контр.		Ревенко Ю.І.		
Затверд.				
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ				
		Літ.	Арк.	Акрушіє
			73	75
<i>НУБіП України, ГМаш-2101</i>				

12. Колесник В. А. Технічне обслуговування тракторів та сільгосптехніки : навч. посіб. – Полтава : ПНТУ, 2015. 240 с.

13. Комбайн зернозбиральний універсальний : пат. № А 2011 09738 Україна : МПК А01D 41/02, А01D 41/04, А01D 45/02 ; заявл. 05.08.2011 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.

14. Концепція інноваційного розвитку аграрного сектору на період до 2030 р. : проєкт / М-во аграрної політики та продовольства України.

15. Крупчак В. Л., Моргун В. В. Особливості налагодження діагностичного обладнання для ремонту тракторів. Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Сучасні технології в аграрному виробництві», 10–12 квіт. 2021 р., Київ. К. : Ін-т інноваційного розвитку, 2021. С. 112–118.

16. Литвиненко Н. М. Проектування ремонтних майстерень : навч. посіб. – Одеса : ОНАХТ, 2019. 312 с.

17. Масловська Л. Ц., Савчук В. А. Оцінка ефективності роботи ремонтних підприємств в АПК. Агроекономіка. 2020. № 4. С. 34–41.

18. Морозенко О. Є. Сучасні методи відновлення деталей двигунів : монографія. Дніпро : ДНУ, 2020. 280 с.

19. Ніколаєнко Т. І. Практичні аспекти організації ТО і ремонту в АПК : монографія. Київ : УкрАГРОНДІПРОЕКТ, 2017. 352 с.

20. Новицький А. В. Основи технічного обслуговування сільгосптехніки : навч. посіб. – Київ : НУБіП України, 2018. 276 с.

21. Пчелкін В. М. Відновлення клапанів двигунів внутрішнього згоряння. Сільськогосподарські машини і технології. 2019. № 2. С. 22–29.

22. Ревенко Ю. І. Підвищення ефективності роботи ремонтних ділянок : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2016. 324 с.

23. Руденко Є. П., Воронюк О. В. Аналіз показників технічної готовності машинного парку. Техніка і технології АПК. 2021. № 1. С. 15–23.

24. Савчук В. І., Ткаченко О. П. Технологічне планування ремонтних служб : навч. посіб. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. 290 с.

					01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25. Семенов В. П. Реконструкція та модернізація ремонтних майстерень : монографія. Харків : ХНАУ, 2021. 360 с.

26. Скидан О. В. Менеджмент у сервісному обслуговуванні техніки : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2017. 384 с.

27. Ткач І. В. Використання ERP-систем у ремонті аграрної техніки. Інформаційні технології в АПК. 2022. № 3. С. 48–54.

28. Шимко М. І. Механізація та автоматизація ремонтних процесів : навч. посіб. – Чернівці : ЧНУ, 2018. 256 с.

29. Шубін Ю. О. Телеметричні системи у технічному обслуговуванні : монографія. Дніпро : ДНУ, 2020. 304 с.

					<i>01.12 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 028 ПЗ</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		