

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Організація технічного обслуговування автомобілів з детальною розробкою процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму».

Виконав: студент III курсу, групи Ai-45
галузі знань 20 «Аграрні науки та
продовольство»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальність)

Артур ЛАВРИНЧУК

(власне ім'я та прізвище)

Керівник Богдан СОРОКА

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент Ігор БУЧКО

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2024 року

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

(повне найменування закладу освіти)

Відділення «Агроінженерія»

Циклова комісія спеціальності «Агроінженерія»

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

(шифр і назва)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії спеціальності
«Агроінженерія»

_____ Тамара ВЕРЕМІЙ
“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Артур ЛАВРИНЧУК

(власне ім'я та прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Організація технічного обслуговування автомобілів з детальною розробкою процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму».

Керівник кваліфікаційної роботи Богдан СОРОКА

(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від “01” березня 2024 року № 50н

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 03.06.2024 року.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: пробіг з початку експлуатації або останнього капітального ремонту автомобілів, плановий річний пробіг автомобілів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- Вступ.

- Розрахункова частина.

- Технологічна частина.

- Конструктивна частина.

- Техніка безпеки при ремонті та технічному обслуговуванні.

- Економічна частина.

- Висновки та пропозиції.

- Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- План ЦРМ.

- Технологічна карта виконання ТО КШМ двигуна.

- Пристосування для контролю зусилля прокручування колінчастого валу.

- Деталювання (упор, плита, ручка, шестигранник, вісь, головка).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я та прізвище, посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Дмитро ГЕРАСИМЧУК		
Економічна частина	Тамара ВЕРЕМІЙ		
Нормоконтроль	Ігор БУЧКО		

7. Дата видачі завдання 02.03.2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	02.03.24-08.03.24	виконано
2	Розрахункова частина	09.03.24-20.03.24	виконано
3	Технологічна частина	21.03.24-27.03.24	виконано
4	Конструктивна частина	28.03.24-10.04.24	виконано
5	Техніка безпеки при ремонті та технічному обслуговуванні	11.04.24-18.04.24	виконано
6	Економічна частина	19.04.24-25.04.24	виконано
7	Висновки та пропозиції	26.04.24-01.05.24	виконано
8	Список використаної літератури	02.05.24-09.05.24	виконано
9	Графічна частина	10.05.24-31.05.24	виконано

Студент

(підпис)

Артур ЛАВРИНЧУК
(власне ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Богдан СОРОКА
(власне ім'я та прізвище)

«Організація технічного обслуговування автомобілів з детальною розробкою процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму»

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячено організації технічного обслуговування автомобілів із спеціальною увагою до процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму. В умовах інтенсивної експлуатації автомобільного транспорту, забезпечення надійності та безвідмовної роботи двигунів є одним з ключових завдань для автомобільних сервісів та ремонтних підприємств.

Розглянуто загальні принципи технічного обслуговування автомобілів, аналіз існуючих методик та нормативної бази. Описано основні етапи технічного обслуговування та ремонту, обґрунтовано необхідність регулярного контролю та профілактики зношування основних агрегатів та вузлів автомобіля.

Здійснено аналіз конструкції та функціонування кривошипно-шатунного механізму, який є одним з найважливіших елементів двигуна внутрішнього згоряння. Розглянуто основні види пошкоджень та дефектів, які виникають у процесі експлуатації, а також методи їх виявлення та діагностики.

Розроблено технологічний процес ремонту кривошипно-шатунного механізму. Описано етапи розбирання, дефектації, відновлення та складання механізму з використанням сучасного обладнання та інструментів.

Заключний розділ включає економічне обґрунтування запропонованих методик та аналіз ефективності впровадження розроблених технологій в умовах автосервісу. Розглянуто можливі варіанти оптимізації витрат та підвищення продуктивності праці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, АВТОМОБІЛЬ, КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ, КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ, РЕМОНТ, ДІАГНОСТИКА, ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	
1.1 Розрахунок річної програми майстерні.....	
1.2 Розрахунок площі пункту ТО.....	
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Конструкція та функціонування кривошипно-шатунного механізму.....	
2.2 Основні види пошкоджень та дефектів КШМ.....	
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА	
3.1 Призначення пристосування для контролю зусилля провертання колінчастого вала.....	
3.2 Будова пристосування для контролю зусилля провертання колінчастого вала.....	
3.3 Принцип роботи пристосування.....	
3.4 Розрахунок пружини стиснення на міцність.....	
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Техніка безпеки при ТО та ремонті КШМ.....	
4.2 Основні заходи з охорони праці.....	
4.3 Перша допомога та аварійні ситуації.....	
4.4 Контроль та аудит охорони праці.....	
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Лавринчук			«Організація технічного обслуговування автомобілів з детальною розробкою процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.							6	35
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

У сучасному світі автомобільний транспорт займає важливе місце в житті суспільства, забезпечуючи ефективність комунікацій, перевезення вантажів та пасажирів, а також підтримуючи економічний розвиток країн. З огляду на інтенсивність експлуатації автомобілів, питання технічного обслуговування та ремонту стають надзвичайно актуальними. Надійність та довговічність роботи автомобільних двигунів безпосередньо впливають на безпеку руху, економічність експлуатації та загальну ефективність транспортної системи.

Одним з ключових елементів двигуна внутрішнього згоряння є кривошипно-шатунний механізм, який забезпечує перетворення лінійного руху поршня у обертальний рух колінчастого вала. Через постійне навантаження та високу швидкість обертання, цей механізм піддається значному зношуванню і потребує регулярного технічного обслуговування та ремонту. Наявність своєчасно виконаного та якісного ремонту кривошипно-шатунного механізму дозволяє значно продовжити термін служби двигуна та забезпечити його надійну роботу

Метою даного дипломного проєкту є розробка та впровадження ефективної організації технічного обслуговування автомобілів з акцентом на процесі ремонту кривошипно-шатунного механізму. Проєкт включає детальний аналіз конструкції та роботи цього механізму, виявлення основних видів дефектів та пошкоджень, а також розробку технологічного процесу їх усунення.

Актуальність теми обумовлена зростаючими вимогами до надійності та економічності автомобільного транспорту, необхідністю підвищення якості обслуговування та ремонту автомобілів, а також впровадженням сучасних методів діагностики та ремонту основних вузлів та агрегатів двигуна.

					ВСТУП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб		Лавринчук					
Перевір.					ВСТУП		
Н. Контр.					ВСТУП		
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						7	2

Основні завдання дипломного проєкту включають:

1. Аналіз існуючих методів та технологій технічного обслуговування автомобілів.
2. Дослідження конструкції та принципу роботи кривошипно-шатунного механізму.
3. Виявлення основних причин зношування та пошкоджень кривошипно-шатунного механізму.
4. Розробка технологічного процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму з використанням сучасного обладнання та інструментів.
5. Економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованих методик в умовах конкретного автосервісу.

Результати даного дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності та якості технічного обслуговування автомобілів, а також для оптимізації процесу ремонту двигунів, що сприятиме покращенню загального стану автомобільного парку та зниженню експлуатаційних витрат.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		8

1. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

1.1 Розрахунок річної програми майстерні

Організація технічного обслуговування і поточного ремонту тракторів та інших сільськогосподарських машин починається з визначення планової кількості їхніх технічних обслуговувань і поточних ремонтів, щоб надалі скласти плановий річний обсяг ремонтно-обслуговувальних робіт. Основними вихідними даними для визначення обсягу ремонтно-обслуговувальних робіт є:

- 1) Кількість тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин у господарстві,
- 2) Наробіток на кожен трактор в еталонних гектарах або кілограмах витраченого палива,
- 3) Періодичність і трудомісткість обслуговування та поточного ремонту. [4]

Розрахунок обсягів ремонтно-обслуговувальних робіт починається з визначення кількості ремонтів і технічних обслуговувань, які знаходяться за такими формулами: [5]

- 4) Кількість капітальних ремонтів ($N_{кр}$) і-ї марки автоиобіля:

$$N_{кр} = \frac{W_r \cdot n_i}{M_k}, \quad (1.1)$$

де W_r - середньорічний наробіток для машин цієї марки, мотогодини, кілограми витраченого палива, умовних еталонних гектарів;

n - кількість машин цієї марки;

M_k - планова періодичність капітального ремонту для машини цієї марки;

Кількість технічного обслуговування № 2 ($N_{то-2}$)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Лавринчук			РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ		Літ.	Арк.
Перевір.								9
								6
Н. Контр.								
Затверд.								

$$N_{TO-2} = \frac{W_r \cdot n_i}{M_{TO-2}} - (N_{KP}), \quad (1.2)$$

де M_{TO-2} - планова періодичність технічного обслуговування № 2 для машини цієї марки.

Кількість технічного обслуговування № 2 (N_{TO-1})

$$N_{TO-1} = \frac{W_r \cdot n_i}{M_{TO-1}} - (N_{KP} + N_{TO-2}), \quad (1.3)$$

де M_{TO-1} - планова періодичність технічного обслуговування № 1 для машини цієї марки.

Дані для визначення кількості видів обслуговування і поточного ремонту автомобілів приймаються на підставі «положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту в сільському господарстві».

Число капітальних ремонтів і технічних обслуговувань визначається за формулами (1.1), (1.2) і (1.3).

УАЗ – 469

$$N_{KP} = \frac{50000 \cdot 3}{192000} = 0,8,$$

$$N_{TO-2} = \frac{50000 \cdot 3}{12800} - 0,8 = 11,7,$$

$$N_{TO-1} = \frac{50000 \cdot 3}{3200} - (0,8 + 11,7) = 34.$$

ГАЗ – 53Б

$$N_{KP} = \frac{50000 \cdot 3}{192000} = 3,$$

$$N_{TO-2} = \frac{50000 \cdot 10}{100000} - 3 = 47,$$

$$N_{TO-1} = \frac{50000 \cdot 10}{2500} - (3 + 47) = 150.$$

КамАЗ – 5320

$$N_{KP} = \frac{50000 \cdot 1}{150000} = 0,33,$$

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{50000 \cdot 1}{100000} - 0,3 = 5,$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{50000 \cdot 1}{2500} - (0,3+5) = 15.$$

ЗиЛ – 130

$$N_{\text{КР}} = \frac{50000 \cdot 1}{150000} = 0,33,$$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{50000 \cdot 1}{100000} - 0,3 = 5,$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{50000 \cdot 1}{2500} - (0,3+5) = 15.$$

Автобус ПАЗ – 3205

$$N_{\text{КР}} = \frac{50000 \cdot 1}{170000} = 0,33,$$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{50000 \cdot 1}{112000} - 0,3 = 4,$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{50000 \cdot 1}{2800} - (0,3+4) = 13.$$

Таблиця 1.1 - Трудомісткість технічного обслуговування автомобілів, люд.-год.

Марка автомобіля	На одне ТО-1	На одне ТО-2
УАЗ-469	2,2	8,5
ГАЗ-53Б	3,3	10,5
КамАЗ-5320	4,4	16,5
ЗиЛ-130	3,5	10,8
ПАЗ-3205	6,3	20,7

Розрахунок річного обсягу робіт для автомобілів.

УАЗ – 469

$$T_{\text{ТО-2}} = 11,7 \cdot 8,5 = 99,45 \text{ люд. год.},$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 34 \cdot 2,2 = 74,8 \text{ люд. год.},$$

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ГАЗ – 53Б

$$T_{\text{ТО-2}} = 47 \cdot 10,5 = 493,5 \text{ люд. год.},$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 150 \cdot 3,3 = 495 \text{ люд. год.}$$

КамАЗ – 5320

$$T_{\text{ТО-2}} = 5 \cdot 16,5 = 82,5 \text{ люд. год.},$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 15 \cdot 4,4 = 66 \text{ люд. год.}$$

ЗиЛ – 130

$$T_{\text{ТО-2}} = 5 \cdot 10,8 = 54 \text{ люд. год.},$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 15 \cdot 3,5 = 52,5 \text{ люд. год.}$$

Автобус ПАЗ – 3205

$$T_{\text{ТО-2}} = 4 \cdot 20,7 = 82,8 \text{ люд. год.},$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 13 \cdot 6,3 = 81,9 \text{ люд. год.}$$

Загальний річний обсяг робіт з ТО автомобілів, використовуючи формулу:

$$T_{\text{заг.авт}} = T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-1}} \quad (1.4)$$

$$\begin{aligned} T_{\text{заг.авт.}} &= (T_{\text{ТО-2 УАЗ}} + T_{\text{ТО-2 ГАЗ}} + T_{\text{ТО-2 КамАЗ}} + T_{\text{ТО-2 ЗиЛ}} + T_{\text{ТО-2 ПАЗ}}) + \\ &\quad + (T_{\text{ТО-1 УАЗ}} + T_{\text{ТО-1 ГАЗ}} + T_{\text{ТО-1 КамАЗ}} + T_{\text{ТО-1 ЗиЛ}} + T_{\text{ТО-1 ПАЗ}}) = \\ &= (99,45 + 493,5 + 82,5 + 54 + 82,8) + (74,8 + 495 + 66 + 52,5 + 81,9) = \\ &= 812,25 + 770,2 = 1582,45 \text{ люд. – год.} \end{aligned}$$

Капітальні ремонти автомобілів проводяться в центральній ремонтній майстерні. У майстерні господарства проводимо тільки технічне обслуговування № 1 і № 2, їх зведено в таблиці 1.2.

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 - План проведення технічного обслуговування автомобілів у майстерні.

Найменування та марка автомобіля	Кількість ТО № 1, шт.	Кількість ТО № 2, шт.
Легкові	34	12
Вантажні		
ГАЗ	150	47
КамАЗ	15	12
ЗіЛ	15	5
Автобус	13	4

1.2 Розрахунок площі пункту ТО

Для розрахунку площі пункту технічного обслуговування (ТО) необхідно скористатися відомою методикою, яка включає визначення кількості постів ТО і подальший розрахунок площі з урахуванням нормативів.

Кроки розрахунку площі пункту ТО:

1. Визначення кількості постів ТО ($N_{\text{п}}$):

Для визначення кількості постів ТО використовується формула:

$$N_{\text{п}} = \frac{T}{\Phi \cdot K_{\text{вн}}} \quad (1.5)$$

де:

- T - загальна трудомісткість робіт (люд.-год.),
- Φ - фонд робочого часу одного поста за рік (год.),
- $K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста.

Зазвичай фонд робочого часу одного поста за рік складає близько 2000 годин, а коефіцієнт використання робочого часу становить 0,8 (для розрахунків може бути використаний інший коефіцієнт залежно від конкретних умов).

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		13

2. Розрахунок кількості постів ТО:

$$N_{\text{п}} = \frac{1582,45}{2000 \cdot 0,8} = \frac{1582,45}{1600} \approx 0,99$$

Отже, потрібно 1 пост ТО.

3. Розрахунок площі одного поста:

Площа одного поста технічного обслуговування визначається з урахуванням нормативів і становить близько 30-40 квадратних метрів. Для детальних розрахунків може бути використаний конкретний норматив, прийнятий в обраній методиці.

4. Загальна площа пункту ТО:

Загальна площа пункту ТО включає площу постів, підсобні приміщення, склади, офіси та інші допоміжні площі.

Якщо прийняти, що площа одного поста ТО складає 35 м² (усереднене значення), то загальна площа пункту ТО визначається як:

$$S = N_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}} + S_{\text{доп}} \quad (1.6)$$

де:

- $S_{\text{п}}$ - площа одного поста (м²),

- $S_{\text{доп}}$ - додаткові площі (м²).

Додаткові площі зазвичай складають 40-50% від загальної площі постів.

5. Розрахунок загальної площі:

$$S = 1 \cdot 35 + 0,5 \cdot (1 \cdot 35) = 35 + 17,5 = 52,5 \text{ м}^2$$

Таким чином, загальна площа пункту технічного обслуговування, виходячи з трудомісткості 1582,45 люд.-год., складе приблизно 52,5 м².

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		14

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Конструкція та функціонування кривошипно-шатунного механізму

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) є важливою частиною двигуна внутрішнього згоряння, що перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого вала. Основні компоненти КШМ включають:

1. Поршень:

- Головка поршня: Верхня частина, яка безпосередньо піддається тиску газів під час згоряння.
- Компресійні та оливні кільця: Забезпечують герметичність та регулюють подачу масла на стінки циліндра.
- Поршневий палець: З'єднує поршень з шатуном.

2. Шатун:

- Верхня головка шатуна: З'єднується з поршневим пальцем.
- Нижня головка шатуна: Кріпиться до шатунної шийки колінчастого вала.
- Стрижень шатуна: З'єднує верхню і нижню головки, передає зусилля від поршня до колінчастого вала.

3. Колінчастий вал:

- Кривошипи: Виконують роль важеля для перетворення поступального руху в обертальний.
- Шатунні шийки: Місця кріплення шатунів до валу.
- Корінні шийки: Підтримуються підшипниками в картері.
- Противаги: Забезпечують балансування вала, зменшуючи вібрації.

4. Підшипники:

- Корінні підшипники: Підтримують колінчастий вал у картері.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Лавринчук			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.							15	5
Н. Контр.								
Затверд.								

- Шатунні підшипники: Забезпечують обертання шатунів на шатунних шийках.

5. Картер: Основний корпус двигуна, де розміщені всі компоненти КШМ. Забезпечує захист від забруднень і змащення деталей.

Функціонування кривошипно-шатунного механізму:

1. Впускний такт:

- Поршень рухається вниз від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ), створюючи розрідження в циліндрі.

- Впускний клапан відкривається, дозволяючи паливно-повітряній суміші надходити в циліндр.

2. Стисковий такт:

- Поршень рухається вгору від НМТ до ВМТ, стискаючи паливно-повітряну суміш.

- Впускний і випускний клапани залишаються закритими, що забезпечує підвищення тиску і температури суміші.

3. Робочий такт (згоряння):

- При досягненні ВМТ суміш запалюється (у бензинових двигунах - свічкою запалювання, у дизельних - шляхом впорскування палива).

- Вибухове згоряння суміші створює високий тиск, який штовхає поршень вниз до НМТ, виконуючи корисну роботу.

4. Випускний такт:

- Поршень рухається вгору від НМТ до ВМТ, витискаючи відпрацьовані гази через відкритий випускний клапан.

- Випускний клапан відкривається, і відпрацьовані гази виводяться з циліндра.

Цикл повторюється, забезпечуючи безперервну роботу двигуна. Кривошипно-шатунний механізм забезпечує ефективне перетворення енергії згоряння в механічну роботу, необхідну для приводу автомобіля.

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Важливі аспекти:

- Міцність і надійність компонентів: Всі елементи КШМ повинні бути виготовлені з високоміцних матеріалів, щоб витримувати великі навантаження і високі температури.

- Змащення і охолодження: Для забезпечення довговічності і надійності роботи КШМ необхідно регулярне змащення і охолодження деталей.

- Балансування: Колінчастий вал повинен бути ретельно збалансований для зменшення вібрацій і зношування.

Таким чином, кривошипно-шатунний механізм є критично важливим компонентом двигуна внутрішнього згоряння, що забезпечує перетворення енергії палива в механічну роботу, необхідну для руху автомобіля.

2.2 Основні види пошкоджень та дефектів КШМ

Види пошкоджень та дефектів.

1. Зношування поршнів та циліндрів:

- Симптоми: Зниження компресії, збільшення витрати масла, зниження потужності двигуна, поява диму.

- Причини: Недостатнє змащення, використання неякісного масла, перегрів двигуна, потрапляння абразивних частинок у циліндр.

- Діагностика: Вимірювання компресії в циліндрах, візуальний огляд поршнів та циліндрів, вимірювання зазорів.

2. Знос поршневих кілець:

- Симптоми: Збільшення витрати масла, зниження компресії, поява диму.

- Причини: Природне зношування, неправильна установка, перегрів.

- Діагностика: Вимірювання компресії, зняття і огляд поршневих кілець, вимірювання зазорів.

3. Зношування шатунних та корінних підшипників:

- Симптоми: Стукіт у двигуні, зниження тиску масла, вібрації.

- Причини: Недостатнє змащення, забруднення масла, перевищення навантаження.

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Діагностика: Аналіз шумів і вібрацій, вимірювання тиску масла, розбирання і огляд підшипників, вимірювання зазорів.

4. Деформація або злам шатуна:

- Симптоми: Сильний стукіт у двигуні, нерівна робота двигуна, значне зниження потужності.

- Причини: Перевищення навантаження, перегрів, механічні пошкодження.

- Діагностика: Візуальний огляд, вимірювання геометрії шатуна, перевірка на наявність тріщин.

5. Пошкодження колінчастого вала:

- Симптоми: Вібрації, стукіт, зниження потужності двигуна, нерівномірна робота.

- Причини: Недостатнє змащення, перевищення навантаження, механічні пошкодження.

- Діагностика: Візуальний огляд, вимірювання геометрії вала, перевірка на наявність тріщин.

6. Пошкодження або знос підшипників:

- Симптоми: Стукіт, вібрації, зниження тиску масла.

- Причини: Недостатнє змащення, забруднення масла, неправильна установка.

- Діагностика: Вимірювання зазорів, розбирання і огляд підшипників.

Методи виявлення та діагностики

1. Вимірювання компресії:

- Виконується за допомогою компресометра.

- Дозволяє визначити стан поршнів, поршневих кілець та циліндрів.

2. Візуальний огляд:

- Виконується при розбиранні двигуна.

- Дозволяє виявити механічні пошкодження, знос деталей, наявність тріщин.

3. Аналіз шумів та вібрацій:

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Виконується за допомогою стетоскопа або спеціальних вібраційних датчиків.

- Дозволяє визначити зношування підшипників, пошкодження шатуна або колінчастого вала.

4. Вимірювання зазорів:

- Виконується за допомогою щупів або мікрометрів.

- Дозволяє визначити зношування деталей, таких як підшипники, поршневі кільця, циліндри.

5. Аналіз масла:

- Виконується шляхом відбору проб масла і подальшого аналізу на наявність металевих частинок, забруднень.

- Дозволяє виявити зношування підшипників, поршневих кілець, інші проблеми змащувальної системи.

6. Ультразвукова діагностика:

- Виконується за допомогою ультразвукових датчиків.

- Дозволяє виявити тріщини, порушення структури матеріалу.

7. Рентгенівська дефектоскопія:

- Виконується за допомогою рентгенівських апаратів.

- Дозволяє виявити внутрішні дефекти, такі як тріщини, порушення цілісності деталей.

Таким чином, регулярна діагностика і своєчасне виявлення дефектів кривошипно-шатунного механізму забезпечують надійну роботу двигуна і запобігають серйозним поломкам.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		19

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Призначення пристосування для контролю зусилля провертання колінчастого вала

Пристосування застосовується при поточному або капітальному ремонті дизельних двигунів після заміни корінних або шатунних вкладишів.

Пристосування призначене для встановлення моменту прокручування колінчастого вала, встановленого і закріпленого в блоці циліндрів, згідно з технічними вимогами на капітальний або поточний ремонт дизельних двигунів. Застосовується при складанні двигуна після установки колінчастого вала в корінні підшипники і затягування гайок, а також після установки шатунно-поршневої групи і затягування гайок шатунних болтів. Пристосування для контролю зусилля прокручування колінчастого вала двигуна представлено на рисунку 3.1.

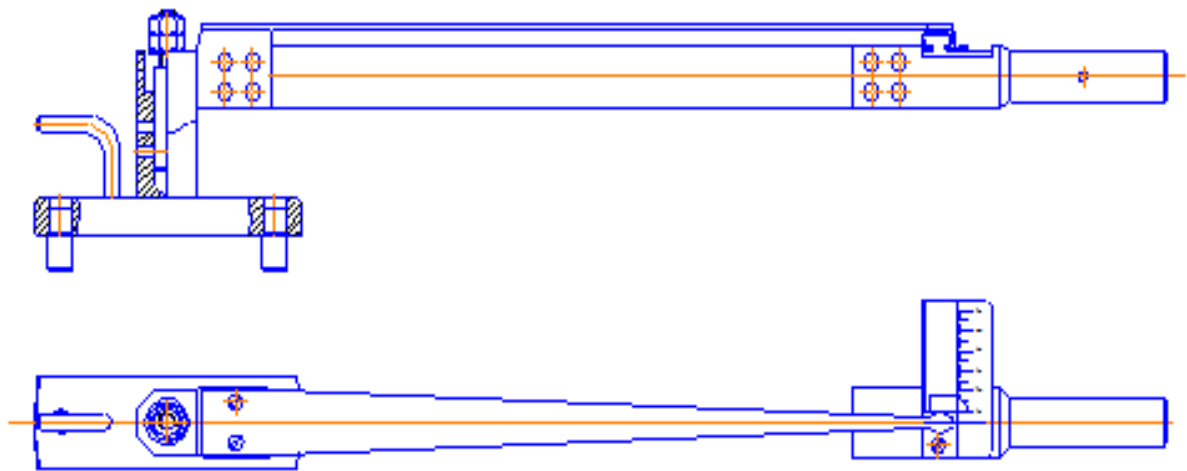


Рисунок 3.1 -Пристосування для контролю зусилля провертання колінчастого вала двигуна

					КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Лавринчук						
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						20	6	

3.2 Будова пристосування для контролю зусилля провертання колінчастого вала

До складу пристосування для контролю зусилля прокручування колінчастого вала входить:

1. Основа пристосування, що складається з установчої плити 2, ручки 3 і упорів 1 (втулок). Установча плита з упорами (втулками) є змінною в залежності від моделі перевірки дизельного двигуна. У центрі плити є шестигранний отвір, призначений для установки шестикутника 4.
2. Шестигранник 4 в зборі з віссю 5. Вісь 5 закріплюється в шестигранник штифтом 20 діаметром 6 міліметрів. Встановлюється в шестигранний отвір плити 2 і передає крутний момент через зубці головки 7 від рукоятки 10 на колінчастий вал.
3. Головка 7 з пружиною 6 і стрілкою 8, встановлюється на вісь 5 шестикутника 4 і закріплюється гайкою 17.
4. Рукоятка 10 в зборі зі скобою 14, стрілкою 13 і шкалою 11. Шкала 11 проградуїрована в $\text{кг} \cdot \text{м}$ і служить для візуального контролю створюваного крутного моменту.
5. Брус пружинний 9 підібраний для створення певного моменту, що вигинає. Брус 9 закріплюється одним кінцем до рукоятки 10, а іншим - до головки 7 заклепками 18 діаметром 5 міліметрів.
6. Головка 7 з'єднується з шестигранником 4 зубцями за принципом храповика, тобто обертається в одну сторону разом, а в іншу сторону може обертатися тільки головка 7, перескакуючи по зубцях шестикутника 4. Зусилля зворотного ходу головки 7 регулюється стисненням пружини 6 гайками 17 на осі 5 шестикутника 4.

3.3 Принцип роботи пристосування

Момент прокручування колінчастого вала контролюється:

- 1) після операції заміни вкладишів корінних підшипників, установки колінчастого вала в корінну постіль і затягування всіх гайок кріплення кришок

						Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

корінних підшипників з необхідним моментом. Момент провертання колінчастого вала повинен бути не більше $1 \text{ кг} \cdot \text{м}$ ($10 \text{ Н} \cdot \text{м}$).

2) після заміни вкладишів шатунних підшипників, установки поршнів з шатунами і затягування гайок шатунних болтів з необхідним моментом. Момент провертання колінчастого вала повинен бути не більше $2 \text{ кг} \cdot \text{м}$ ($20 \text{ Н} \cdot \text{м}$).

Основа пристосування встановлюється на фланець колінчастого вала на площину приєднання маховика. Встановлюється упорами 1 в отвори фланця колінчастого вала або втулками на штифти фланця колінчастого вала в залежності від моделі дизельного двигуна.

У шестигранний отвір плити 2 встановити шестигранник 4 разом з рукояткою 3. Скоба зі стрілкою повинна бути встановлена на позначці «0» за шкалою 11 і стосуватися стрілки 8.

При прикладанні зусилля рукою на рукоятку пристосування 10, створюється крутний момент, брус пружинний 9 згинається, стрілка 8 впирається в скобу 14 зі стрілкою 13 і пересувається за шкалою 11.

При досягненні крутного моменту, достатнього для провертання колінчастого вала, він повернеться разом з пристосуванням і стрілка 13 зупиниться на шкалі, вказуючи на цифру, що створилась від крутного моменту.

Після часткового повороту колінчастого вала разом з пристосуванням, рукоятку 10 повернути в початкове положення, обертаючи в протилежну сторону. Цю операцію повторити кілька разів.

Необхідно повернути колінчастий вал на 2-3 обороту, щоб встановити максимальну величину крутного моменту.

3.4 Розрахунок пружини стиснення на міцність

Розрахуємо деформацію пружини при стисненні.

Механічні характеристики матеріалу пружини:

- Матеріал дріт класу 2А по ГОСТ 9389-75;
- Жорсткість одного витка пружини $C_1=10,320 \text{ Н/мм}$;

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Максимальна деформація одного витка $S_3'=3,827$ мм;
- Сила пружини при максимальній деформації $F_3=42,5$ Н;
- Діаметр дроту $d = 1,6$ мм;
- Зовнішній діаметр пружини $D_n=20$ мм;
- Робочий хід пружини $h = 16$ мм.

Розрахуємо силу пружини при робочій деформації:

$$F_2 = F_3 \cdot (1 - \delta), \text{ Н} \quad (3.1)$$

де, δ -відносний інерційний зазор пружини стиснення, $\delta = 0,1$

$$F_2 = 42,5 \cdot (1 - 0,1) = 38,25 \text{ Н.}$$

Розрахуємо силу пружини при попередньому деформуванні:

$$F_1 = 0,2 \cdot F_3, \text{ Н}; \quad (3.2)$$

$$F_1 = 0,2 \cdot 42,5 = 8,5 \text{ Н.}$$

Розрахуємо жорсткість пружини:

$$C = \frac{(F_2 - F_1)}{h}, \frac{\text{Н}}{\text{мм}}; \quad (3.3)$$

Знайдемо число робочих витків пружини:

$$n = \frac{c_1}{c}; \quad (3.4)$$

$$n = \frac{10,32}{1,86} = 5,55.$$

Число робочих витків округлити до цілого числа $n = 6$.

Знайдемо повне число витків:

$$n_1 = n + n_2, \quad (3.5)$$

де n_2 -опорне число витків, $n_2 = 1,5$

$$n_1 = 6 + 1,5 = 7,5.$$

Число повних витків $n_1 = 8$.

Знайдемо крок пружини в вільному стані:

$$t = S'_3 + d, \text{ мм}, \quad (3.6)$$

$$t = 4,118 + 1,6 = 5,718 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину розгорнутої пружини:

$$L = 3,2 \cdot D_{cp} \cdot n_1, \text{ мм}, \quad (3.7)$$

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де, D_{cp} - середній діаметр пружини, $D_{cp} = 18,4$ мм;

$$L = 3.2 \cdot 18,4 \cdot 8 = 470 \text{ мм.}$$

Визначимо попередню деформацію пружини:

$$S_1 = \frac{F_1}{C}, \text{ мм;} \quad (3.8)$$

$$S_1 = \frac{8,5}{1,86} = 4,57 \text{ мм.}$$

Визначимо робочу деформацію пружини:

$$S_2 = \frac{F_2}{C}, \text{ мм;} \quad (3.9)$$

$$S_2 = \frac{38,25}{1,86} = 20,56 \text{ мм.}$$

Визначимо максимальну деформацію пружини:

$$S_3 = \frac{F_3}{C}, \text{ мм;} \quad (3.10)$$

$$S_3 = \frac{42,5}{1,86} = 22,85 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину пружини при максимальній деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d, \text{ мм;} \quad (3.11)$$

де, n_3 - число оброблених витків, $n_3 = 1,6$;

$$l_3 = (8 + 1 - 1,6) \cdot 1,6 = 11,84 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + S_3, \text{ мм;} \quad (3.12)$$

$$l_0 = 11,84 + 22,85 = 34,69 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину пружини при попередній деформації:

$$l_1 = l_0 - S_1, \text{ мм;} \quad (3.13)$$

$$l_1 = 34,69 - 4,57 = 30,12 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину пружини при робочій деформації:

$$l_2 = l_0 - S_2, \text{ мм;} \quad (3.14)$$

$$l_2 = 34,69 - 20,56 = 14,13 \text{ мм.}$$

Визначимо максимальне дотичне напруження на кручення:

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\tau_3 = \frac{8 \cdot F_3 \cdot D_{\text{ср}} \cdot K}{\pi \cdot d^3}, \text{ МПа}, \quad (3.15)$$

де, К - відносний показник розбігу міцності, К = 0,17;

$$\tau_3 = \frac{8 \cdot 42,5 \cdot 18,4 \cdot 0,17}{3,14 \cdot 1,6^3} = 82,69 \text{ МПа}.$$

Визначимо напругу в пружині при робочій деформації:

$$\tau_2 = \frac{F_2 \cdot \tau_3}{F_3}, \text{ МПа}; \quad (3.16)$$

$$\tau_2 = \frac{38,25 \cdot 82,69}{42,5} = 74,42 \text{ МПа}.$$

Визначимо напругу в пружині при робочій деформації:

$$\tau_2 = \frac{F_1 \cdot \tau_3}{F_3}, \text{ МПа}; \quad (3.17)$$

$$\tau_2 = \frac{8,5 \cdot 82,69}{42,5} = 16,54 \text{ МПа}.$$

Міцність пружини забезпечена.

Графічний розрахунок пружини представлений на рисунку 3.2.

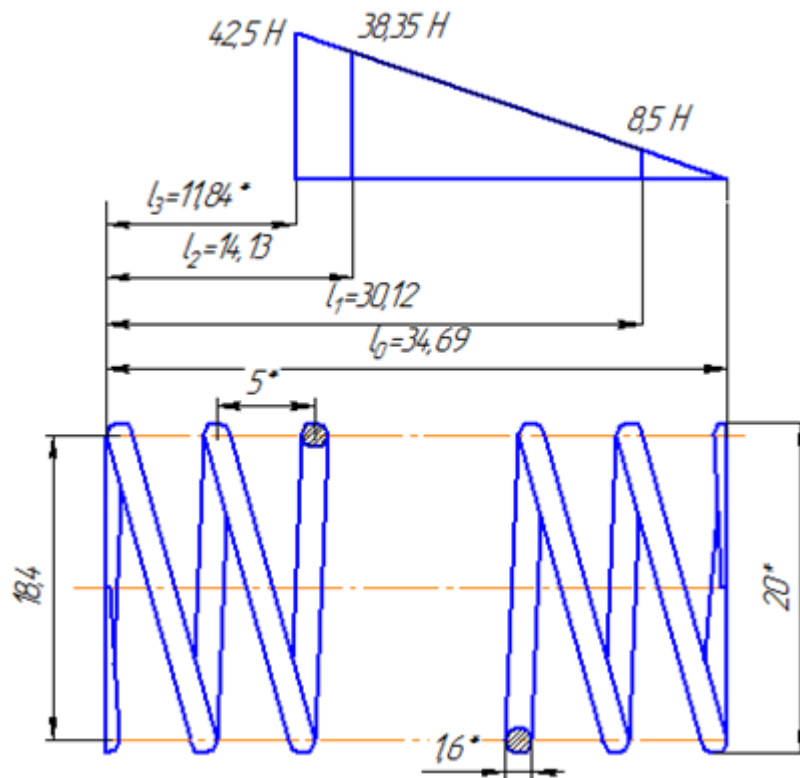


Рисунок 3.2 - Графічний розрахунок пружини

					Арк.
					25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці та техніка безпеки є невід'ємною частиною організації технічного обслуговування (ТО) та ремонту кривошипно-шатунного механізму (КШМ) двигуна. Відповідність вимогам охорони праці забезпечує зниження ризиків травматизму та професійних захворювань, підвищує продуктивність праці та загальну ефективність роботи підприємства.

Загальні положення.

1. Законодавча база:

- Всі роботи з ТО та ремонту повинні відповідати вимогам Закону України "Про охорону праці", державних стандартів і нормативів.

- Роботодавець зобов'язаний забезпечити працівників безпечними умовами праці, необхідним обладнанням та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

2. Організаційні заходи:

- Проведення інструктажів з охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі).

- Розробка та затвердження інструкцій з охорони праці для кожного виду робіт.

- Регулярне навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівників.

4.1 Техніка безпеки при ТО та ремонті КШМ

1. Вимоги до приміщення:

- Приміщення для ТО та ремонту повинні бути оснащені вентиляцією, освітленням, опаленням.

- Робочі місця повинні бути облаштовані таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до всіх необхідних інструментів та обладнання.

- Підлога повинна бути неслизькою, без пошкоджень та вибоїн.

2. Вимоги до обладнання та інструментів:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Лавринчук			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.							26	4
Н. Контр.								
Затверд.								

- Використання справного обладнання та інструментів, їх регулярна перевірка та технічне обслуговування.
- Використання спеціалізованих інструментів для демонтажу та монтажу деталей КШМ.
- Забезпечення наявності необхідних ЗІЗ: рукавичок, окулярів, захисного одягу, взуття з антистатичними властивостями.

3. Вимоги до робочого процесу:

- Виконання всіх робіт відповідно до інструкцій з охорони праці та технологічних карт.
- Заборона виконання робіт під час несправності обладнання або при відсутності необхідних ЗІЗ.
- Застосування методів безпечного демонтажу та монтажу деталей, уникнення застосування надмірної сили.

4.2 Основні заходи з охорони праці

1. Безпека при роботі з паливно-мастильними матеріалами:

- Забезпечення зберігання паливно-мастильних матеріалів у спеціально відведених місцях, оснащених системами вентиляції та пожежогасіння.
- Заборона паління та використання відкритого вогню поблизу місць зберігання та застосування паливно-мастильних матеріалів.
- Використання рукавичок та спеціального одягу при роботі з паливно-мастильними матеріалами для уникнення контакту з шкірою.

2. Безпека при роботі з підйомним обладнанням:

- Використання лише справного підйомного обладнання, регулярна перевірка його стану.
- Забезпечення стабільності автомобіля при підйомі, використання підставок та фіксаторів.
- Виконання робіт під піднятим автомобілем лише після надійної фіксації його положення.

3. Захист від електричних небезпек:

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Використання обладнання з відповідним рівнем електробезпеки, регулярна перевірка стану електропроводки.

- Використання діелектричних рукавичок та килимків при роботі з електрообладнанням.

- Забезпечення наявності аварійного відключення електропостачання на робочому місці.

4. Безпека при роботі з важкими і громіздкими деталями:

- Використання механізмів для підйому та переміщення важких деталей (кран-балки, домкрати).

- Забезпечення правильної техніки підйому та переміщення деталей вручну, навчання працівників.

- Забезпечення робочого місця достатньою кількістю місця для безпечного маневрування з важкими деталями.

4.3 Перша допомога та аварійні ситуації

1. Організація надання першої допомоги:

- Наявність на робочому місці аптечки першої допомоги, укомплектованої необхідними засобами.

- Навчання працівників основам надання першої допомоги.

- Визначення відповідальних осіб за надання першої допомоги на кожному робочому місці.

2. План дій при аварійних ситуаціях:

- Розробка та впровадження плану евакуації при пожежі, навчання працівників діям у випадку пожежі.

- Організація регулярних тренувань з евакуації та відпрацювання дій при аварійних ситуаціях.

- Забезпечення робочих місць засобами пожежогасіння, регулярна перевірка їх справності.

4.4 Контроль та аудит охорони праці

1. Регулярний контроль:

- Проведення регулярних перевірок стану охорони праці на робочих місцях.

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Виявлення та усунення порушень вимог охорони праці.
- Оцінка ефективності заходів з охорони праці та їх вдосконалення.

2. Аудит охорони праці:

- Проведення внутрішніх та зовнішніх аудитів охорони праці.
- Аналіз результатів аудитів та розробка заходів для покращення стану охорони праці.
- Впровадження передового досвіду та нових технологій для підвищення безпеки праці.

Охорона праці та техніка безпеки при ТО та ремонті КШМ двигуна є критично важливими аспектами, які потребують постійної уваги та вдосконалення. Відповідальне ставлення до вимог охорони праці з боку роботодавця та працівників забезпечує безпеку, збереження здоров'я та життя, підвищує продуктивність праці та ефективність роботи підприємства. Системний підхід до організації охорони праці та впровадження сучасних методів управління безпекою праці сприяють створенню безпечних умов роботи та зниженню ризиків виробничого травматизму.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		29

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для визначення собівартості та терміну окупності пристосування для контролю зусилля повертання колінчастого вала двигуна, потрібно зробити кілька ключових розрахунків.

Вхідні дані:

- Трудомісткість виготовлення пристосування: ($T = 10,2$) люд-год.
- Вартість деталей: ($C_{\text{деталі}}$) (Таблиця 5.1).
- Річна програма використання: ($N = 100$) застосувань.
- Економія від одного застосування, включаючи ЄСВ: ($E_{\text{застосування}} = 250$)

гривень.

- ЄСВ (єдиний соціальний внесок) складає 22%.

Формули для розрахунків:

1. Розрахунок витрат на оплату праці з урахуванням ЄСВ:

$$C_{\text{оплата праці}} = T \times C_{\text{годинна ставка}} \times (1 + \text{ЄСВ}) \quad (5.1)$$

де $C_{\text{годинна ставка}}$ - погодинна ставка оплати праці.

2. Загальна собівартість пристосування:

$$C_{\text{загальна}} = C_{\text{деталі}} + C_{\text{оплата праці}} \quad (5.2)$$

3. Економічний ефект від використання пристосування за рік:

$$E_{\text{річний}} = N \times E_{\text{застосування}} \quad (5.3)$$

4. Термін окупності:

$$T_{\text{окупності}} = \frac{C_{\text{загальна}}}{E_{\text{річний}}} \quad (5.4)$$

Розрахунок:

Припустимо, що годинна ставка оплати праці становить 50 гривень.

1. Витрати на оплату праці:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА			
Розроб		Лавринчук						
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
							30	3

$$C_{\text{оплата праці}} = 10,2 \times 50 \times (1 + 0,22) = 10,2 \times 61 = 622,2 \text{ гривні}$$

2. Загальна собівартість пристосування:

Таблиця 5.1 - Оптова вартість на деталі для виготовлення пристосування

№ п/п	Деталь	Ціна, грн
1	Упор	50
2	Плита	100
3	Ручка	20
4	Шестигранник	80
5	Вісь	55
6	Пружина	15
7	Головка	20
8	Стрілка	10
9	Брус пружинний	48
10	Рукоятка	38
11	Шкала	78
12	Прокладка	5
13	Стрілка	16
14	Скоба	20
15	Шпилька	12
16	Шпилька	5
17	Гайка	15
18	Заклепки	20
19	Штифт	30
Всього		637

$$C_{\text{загальна}} = 637 + 622,2 = 1259,2 \text{ гривні}$$

3. Економічний ефект за рік:

$$E_{\text{річний}} = 100 \times 250 = 25000 \text{ гривень}$$

4. Термін окупності:

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_{\text{окупності}} = \frac{1259,2}{25000} \approx 0,0504 \text{ років} \approx 18,4 \text{ дні}$$

Собівартість пристосування для контролю зусилля повертання колінчастого вала двигуна складає 1259,2 гривні. За річною програмою використання 100 разів та економією в 250 гривень.

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Дипломний проєкт дозволив комплексно оцінити та вирішити ряд завдань, що стосуються підвищення ефективності технічного обслуговування автомобілів, зокрема ремонту ключових компонентів двигуна. На основі проведеного дослідження зроблено наступні висновки:

1. Аналіз поточного стану технічного обслуговування автомобілів показав, що регулярне ТО є критично важливим для підтримання надійності та безпеки автомобілів. Недостатнє або несвоєчасне обслуговування призводить до значних технічних несправностей, що вимагає дорогого ремонту.

2. Розробка технологічного процесу ремонту кривошипно-шатунного механізму (КШМ) включала в себе детальний аналіз конструкції, виявлення основних видів пошкоджень та дефектів, а також вибір оптимальних методів їх усунення. Це дозволило створити ефективний процес, що знижує час простою автомобіля та покращує якість ремонту.

3. Визначення основних видів пошкоджень та дефектів КШМ показало, що найбільш поширеними є знос поршнів та циліндрів, зношування поршневих кілець, знос шатунних та корінних підшипників, а також деформація або злам шатуна і пошкодження колінчастого вала. Впровадження сучасних методів діагностики та контролю дозволяє своєчасно виявляти ці дефекти та вживати необхідні заходи для їх усунення.

4. Запропоновані методи діагностики та ремонту КШМ включають вимірювання компресії, аналіз шумів і вібрацій, ультразвукову діагностику, рентгенівську дефектоскопію, а також аналіз масла. Використання цих методів значно підвищує точність виявлення дефектів та ефективність ремонту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат										
Розроб		Лавринчук			ВИСНОВКИ					Лім.	Арк.	Аркуші		
Перевір.												33	2	
Н. Контр.														
Затверд.														

5. Економічний аналіз показав, що впровадження нових технологій ремонту КШМ дозволяє значно знизити витрати на обслуговування автомобілів, підвищити їх надійність та зменшити час простою. Розрахунки показали, що витрати на впровадження нових технологій окупаються за короткий період часу, забезпечуючи значну економію у довгостроковій перспективі.

6. Організація охорони праці та техніки безпеки при проведенні ТО та ремонту КШМ є важливою складовою успішного виконання робіт. Впровадження заходів з охорони праці, таких як навчання працівників, забезпечення їх засобами індивідуального захисту, регулярний контроль за дотриманням техніки безпеки, дозволяє знизити ризики травматизму та професійних захворювань.

В цілому, виконаний дипломний проєкт підтвердив актуальність та важливість дослідженої теми, запропоновані рішення та методи можуть бути успішно застосовані в практичній діяльності, сприяючи покращенню технічного обслуговування автомобілів та підвищенню їх експлуатаційних характеристик.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		34

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобільні двигуни: Підручник./ Ф.І.Абрамчук, Ю.Ф.Гутаревич, К.Є.Долганов, І.І.Тимченко – К.: Арістей, 2004. – 476 с.
2. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів:друге видання :навч.посібник / В.І.Захарчук. – Луцьк: Машиностроение, 2011.-236 с.
3. Дикий М. О. Інжекторна бензогазова система живлення автомобільного ДВЗ / М.О.Дикий, В.Г. Петренко // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобілів: Зб. Наук. Пр. – К.: УТУ, ТАУ. – 2002. – вип.13 – С. 175-182.
4. Коденцев В.Й.Двигуни внутрішнього згоряння./ В.Й Коденцев., І.К.В`язовський, І.С.Онопрієнко. – К.:Вища шк., 1974. – 271 с.
5. Екологія автомобільного транспорту: Підручник/ Ю.Ф .Гутаревич, Д.В .Зеркалов, А.Г Говорун і ін. – К.: Основа, 2002. – 312 с.
6. Кульчицький А.Р. Токсичність автомобільних и тракторних двигунів: Підручник / А.Р.Кульчицький М.: Академічний проєкт, 2004. - 400 с.
7. Петренко В. Г. Підвищення ефективності та екологічних показників автомобільних ДВЗ шляхом застосування трипаливної бензогазової технології : Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: Спеціальність 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки»./ В.Г.Петренко – К., 2012. – 189 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб		Лавринчук						
Перевір.							35	1
Н. Контр.								
Затверд.								