

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для
виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобіля
MAZDA 3 Axela з дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Сergій ДОВГАЛЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник Любомир СЛОБОДЯН
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Михайло ЛЕВКОВИЧ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент Дмитро РАДИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Довгалюку Сергію Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela з дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ

Керівник роботи

Слободян Любомир Михайлович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року №4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи

20 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи

Характеристика автотранспортного підприємства, базовий технологічний процес обслуговування двигунів автомобілів MAZDA 3 Axela

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Схема дільниці ремонту двигунів – 1 аркуш формату A1.

Несправності двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela – 1 аркуш формату A1.

Схеми технічного обслуговування двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela – 5 аркушів A1 формату. Пристрої для заміни направляючих клапанів – 1 аркуш A1 формату.

Наукові дослідження – 1 аркуш формату A1.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
та безпека в надзвичайних ситуаціях			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela з

дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ.»

студент групи МАМ-61ТНТУ імені Івана Пулюя

Довгалюк Сергій Віталійович

Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент, Слободян Л.М.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 66 арк. формату А4, графічної частини: 9 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає завданню та встановленим вимогам, Також оформлена графічна частина до кваліфікаційної роботи.

У ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНОМУ РОЗДІЛІ проведено аналіз діяльності автотранспортного підприємства та його дільниці з ремонту ДВЗ. Описано основні несправності ДВЗ, притаманні автомобілям MAZDA 3 Axela, і запропоновано методи їх усунення.

В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ РОЗДІЛІ виконано технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів (СТОА), визначено річну виробничу програму ТО та ТР автомобілів. Описано організацію технологічного процесу на дільниці ремонту ДВЗ. Надано рекомендації з обслуговування та ремонту ДВЗ автомобілів MAZDA 3 Axela.

В КОНСТРУКТОРСЬКОМУ РОЗДІЛІ Обґрунтовано вибір проектної конструкції, розроблено її опис і виконано розрахунки на міцність і стійкість. Розроблені рішення спрямовані на покращення організації робіт та підвищення якості ремонту ДВЗ.

В НАУКОВО-ДОСЛІДНОМУ РОЗДІЛІ Виконано дослідження моделі робочого циклу бензинового ДВЗ. Отримані результати дозволяють покращити робочі характеристики ДВЗ і підвищити його паливну ефективність.

У РОЗДІЛІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ Оцінено небезпечність робіт на дільниці ремонту ДВЗ. Розроблено технічні заходи для забезпечення безпеки праці, включаючи заходи з техніки безпеки та захисту від шкідливих виробничих факторів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства	7
1.2 Характеристика ділянки по ремонту ДВЗ	8
1.3 Основні несправності ДВЗ та методи їх усунення	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вихідні дані для розрахунків	12
2.2 Технологічний розрахунок СТОА	12
2.3 Розрахунок виробничої програми ТО і ТР автомобілів	13
2.4 Організація ТП ділянки ремонту ДВЗ СТОА	20
2.5 Обслуговування та ремонт двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela	22
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування проектної конструкції	41
3.2 Опис проектної конструкції	43
3.3 Розрахунок проектної конструкції	45
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ.	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Характеристика ділянки щодо небезпечності роботи	56
5.2 Технічні заходи, передбачені в проекті для безпеки праці	57
5.3 Заходи з техніки безпеки на ділянці	61
ВИСНОВКИ.....	64
БІБЛІОГРАФІЯ.....	65
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Автомобільна галузь є однією з найдинамічніших і технологічно складних сфер сучасної промисловості. Потреба в якісному технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів постійно зростає, що пояснюється збільшенням кількості транспортних засобів, підвищенням їхньої технологічної складності та зростаючими вимогами до екологічності й надійності. Зокрема, особливого значення набуває якісне обслуговування двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які залишаються ключовим компонентом багатьох сучасних автомобілів, таких як MAZDA 3 Axela.

MAZDA 3 Axela - оснащена бензиновими двигунами та вимагає високого рівня професійного обслуговування, включаючи ремонт і діагностику двигуна.

Актуальність теми обумовлена необхідністю створення сучасного автотранспортного підприємства (АТП), здатного забезпечити високоякісне обслуговування та ремонт двигунів автомобілів MAZDA 3 Axela. Крім того, дослідження моделі робочого циклу бензинового ДВЗ дозволяє оптимізувати технічне обслуговування, покращити експлуатаційні характеристики двигуна, зменшити витрати пального та підвищити екологічність транспортних засобів.

Мета роботи - розробка проекту автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів MAZDA 3 Axela, а також дослідження моделі робочого циклу бензинового двигуна внутрішнього згоряння з метою вдосконалення експлуатаційних характеристик.

Завдання - провести аналіз конструктивних особливостей бензинових двигунів MAZDA 3 Axela. Дослідити модель робочого циклу бензинового ДВЗ, визначити основні параметри, які впливають на ефективність його роботи. Розробити проект автотранспортного підприємства, орієнтованого на технічне обслуговування та ремонт двигунів автомобілів MAZDA. Визначити необхідне обладнання для діагностики, обслуговування та ремонту двигунів. Розрахувати економічну доцільність функціонування АТП. Надати рекомендації щодо оптимізації роботи двигуна на основі досліджень моделі його робочого циклу.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

В даний час існує безліч СТО, що займаються ремонтом автомобілів вітчизняного та іноземного виробництва. А саме: ремонт двигунів внутрішнього згоряння, що працюють як на бензиновому, так і на дизельному паливі, гальмівних системах, рульовому управлінні і шасі, системах електропостачання автомобіля.

Всі СТО АТП виконують практично однаковий перелік робіт з ТО та ремонту авто. Розточування блоку циліндрів і шліфування колінчастих валів здійснюється на станціях технічного обслуговування, що призводить до більш високих витрат на ремонт і до збільшення простою автомобіля в ремонті. Ремонт зношених, але ремонтпридатних деталей не проводиться.

Центральна станція технічного обслуговування автомобілів розташована в центральній частині міста біля дороги, що веде в місто, що збільшує можливість автомобілів, що їдуть по місту, в'їжджати на станцію через раптову поломку. При цьому він має зручний під'їзд для автовласників. Також на станції є магазин автозапчастин, що прискорює процес ремонту, так як немає необхідності чекати доставки необхідних запчастин.

СТОА виконує всі види робіт, пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом легкових автомобілів, а також малотоннажних вантажних автомобілів вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Види робіт, що виконуються на СТО АТП:

- капітальний і позаплановий ремонт двигунів внутрішнього згоряння будь-якої складності;
- ремонт і заміна електрообладнання;
- заміна агрегатів;
- регламентне технічне обслуговування за видами технічного обслуговування;
- ремонт паливного обладнання;

- ремонт коробок передач і роздавальних коробок;
- ремонт рульового управління, переднього моста;
- ремонт підвіски.

АТП охоплює ділянку площею 830 м², включаючи прилеглу територію.

1.2 Характеристика ділянки по ремонту ДВЗ

Ділянка призначена для ремонту ДВЗ, заміни зношених деталей двигуна (поршнів, поршневих штифтів, заміни шатунних і несучих вкладишів на вкладиші ремонтного розміру) на ремонтні розмірні деталі, а також регулювання двигуна.

Склад працівників ділянки представлений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Склад працівників ділянки ремонту ДВЗ

<i>Спеціальність</i>	<i>Розряд</i>	<i>Кількість</i>	<i>Виконані роботи</i>
Моторист	5	1	Заміна і притирання клапанів, розточування (заміна) гільз, колінчастих валів, заміна вкладишів колінчастого вала.

Для виконання КРМ, на СТО, був проведений аналіз ремонту, виконаного ділянкою ремонту ДВЗ за попередній рік (табл.1.2)

Таблиця 1.2 - Вид і кількість послуг, що надаються на рік

<i>Вид виконуваних робіт</i>	<i>Іномарки</i>	<i>Вітчизняні авто</i>
Капітальний ремонт двигунів внутрішнього згорання	54	39
Регулювання кутів кріплення коліс	120	256
коригування	87	132
Діагностика систем двигуна	92	43
Діагностика ходової частини і рульового управління	98	92
Заміна технічних рідин	312	128

Ділянка безпосередньо з'єднана з зоною ремонту, двигун знімається в

цій зоні і потрапляє в зону мийки. Після промивання двигун відправляється на проміжний склад. У міру того, як робочі місця в області двигунів стають доступними, на нього надходять двигуни з проміжного складу.

Після ремонту двигун вносить всі необхідні корективи і перевіряє наявність протікання.

Потім двигун повертається назад на проміжний склад.

Таблиця 1.3 - Перелік технологічного обладнання дільниці

<i>Найменування обладнання</i>	<i>К-сть</i>	<i>Габаритні розміри,</i>	<i>Площа, м²</i>	<i>Потужність електродвигуна, кВт</i>
Вертикально-свердильний верстат	1	700x700	0,49	10
Гаражний двопостовий підйомник	1	1750x1560	2,8	12
Підставка для складання двигуна	1	800x700	4,5	-

1.3 Основні несправності ДВЗ та методи їх усунення

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) є складним агрегатом, у якому відбувається багато фізико-хімічних процесів. Під час експлуатації автомобіля можливе виникнення несправностей, які впливають на його ефективність, потужність і довговічність. Розглянемо основні типи несправностей ДВЗ та способи їх усунення.

Таблиця 1.4 - Основні несправності ДВЗ та методи їх усунення

<i>Несправність</i>	<i>Ознаки</i>	<i>Причини виникнення</i>	<i>Методи усунення</i>
Несправності системи запалювання	Утруднений запуск двигуна. Нестабільна робота на холостих обертах. Зниження потужності двигуна. Виникнення детонації.	Зношення або вихід з ладу свічок запалювання. Несправності високовольтних проводів. Збій у роботі котушки запалювання. Несправності електронного блоку управління (ЕБУ).	Замінити свічки запалювання, якщо вони мають сліди нагару або зношення. Перевірити та замінити пошкоджені високовольтні дроти. Діагностувати та замінити несправну котушку запалювання. Провести діагностику ЕБУ, перепрограмування або заміну.
Несправності паливної системи	Втрата потужності двигуна. Підвищена витрата пального. Виникнення запаху пального. Нестабільна робота двигуна.	Забруднення паливного фільтра. Несправність паливного насоса. Витік пального. Погана робота форсунок.	Заміна паливного фільтра. Діагностика та ремонт або заміна паливного насоса. Перевірка та усунення витоків у паливопроводах. Очищення або заміна форсунок.
Несправності системи охолодження	Перегрів двигуна. Втрата охолоджувальної рідини. Підвищення температури на приладовій панелі.	Несправність термостата. Витік охолоджувальної рідини. Поломка водяного насоса. Забруднення радіатора.	Перевірка та заміна термостата. Ущільнення або заміна пошкоджених шлангів системи охолодження. Ремонт або заміна водяного насоса. Промивка або заміна радіатора.
Несправності системи мастила	Низький тиск мастила. Підвищений шум або стук у двигуні. Підвищена витрата мастила.	Знос мастильного насоса. Витоки мастила через сальники або прокладки. Використання неякісного мастила. Забруднення мастильного фільтра.	Заміна мастильного насоса. Ущільнення місць витоків або заміна прокладок. Використання мастила, рекомендованого виробником. Заміна мастильного фільтра.
Механічні несправності	Підвищений шум у двигуні. Стук у зоні циліндрів. Зниження компресії. Збільшення витрати мастила.	Знос поршнів і циліндрів. Деформація або зношення клапанів. Поломка шатуна або корінних підшипників.	Виконання розточки циліндрів і встановлення ремонтних поршнів. Заміна зношених клапанів і притирання клапанних сідал. Заміна шатуна або корінних підшипників. Повний капітальний ремонт двигуна.

Несправності системи впуску і випуску	Падіння потужності. Збільшення витрати пального. Виникнення сторонніх звуків із випускної системи.	Забруднення повітряного фільтра. Несправність дросельної заслінки. Забитий каталізатор або глушник.	Замінити повітряний фільтр. Провести діагностику та чистку дросельної заслінки. Замінити каталізатор або відновити пропускну здатність глушника.
Електронні несправності	Виникнення помилок на панелі приладів. Некоректна робота датчиків. Неможливість запуску двигуна.	Несправність датчиків (MAF, MAP, датчик положення колінчастого вала тощо). Збої в роботі електронного блоку управління. Обрив проводів у ланцюгах.	Провести діагностику та замінити несправні датчики. Перепрограмувати або замінити ЕБУ. Ремонт або заміна пошкоджених проводів.

Несправності ДВЗ можуть бути пов'язані як із механічними, так і з електронними системами автомобіля. Для їх ефективного усунення важливо використовувати сучасне діагностичне обладнання, дотримуватися рекомендацій виробника та своєчасно проводити технічне обслуговування. Правильна діагностика несправностей та своєчасний ремонт дозволяють зменшити витрати на експлуатацію автомобіля та продовжити термін служби двигуна.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунків

К-сть автомобілів, що обслуговуються СТО в рік - $N_{СТО} = 1250 \text{ од.}$;

Тип СТО - універсальний;

Місцезнаходження СТОА – міська зона;

Розподіл обсягу прибиральних і миючих робіт за видами прання, у % механізованої мийки- $d = 40$;

Ручна раковина шланга (вбудована);

Кількість заїздів 1-го автомобіля для виконання антикорозійної обробки кузова - $n = 1$;

Середньорічний пробіг автомобілів, що обслуговуються - $L_r = 1800 \text{ км}$;

Кількість заїздів на рік на СТО одного автомобіля комплексного обслуговування - $d = 2$;

Режим роботи СТО - 305 днів ;

Кількість робочих змін на день - $C = 1 \text{ зміна}$

Тривалість зміни - 8 год .

2.2 Технологічний розрахунок СТОА

Загальний річний пробіг автомобілів на проектуваному СТО:

$$\sum L = N_{СТО} \cdot L_r \quad (2.1)$$
$$\sum L = 1250 \cdot 1800 = 2250000 \text{ км.}$$

Орієнтовна потужність проекрованої СТО (кількість робочих постів) займають 6 .

2.3 Розрахунок виробничої програми ТО і ТР автомобілів

Річна трудомісткість робіт антикорозійної обробки визначається:

$$T_{ПК} = N_{СТО} \cdot t_{ПК} \cdot n_{ПК} \quad (2.2)$$

$$T_{ПК} = 1250 \cdot 3 \cdot 1 = 3750 \text{ люд/год}$$

Таблиця 2.1 - Розподіл обсягу робіт за видами і місцями їх виконання

Види робіт	Розподіл за видами робіт		Розподіл за місцем виконання			
	%	інтенсивність праці	%	Інтенсивність праці на постах	%	Інтенсивність праці на ділянках
Діагностичний	3	6439	100	6439	-	-
Технічне обслуговування в повному обсязі	6	12877	100	12877	-	-
Масильні	2	4292	100	4292	-	-
Регулюється для установки кутів нахилів передніх коліс	3	6439	100	6439	-	-
Ремонт і регулювання гальм	2	4292	100	4292	-	-
Електромонтаж	3	6439	80	5151	20	1288
За пристроями живлення	3	6439	70	4507	30	1932
Акумуляторна	2	4292	10	429	90	3863
Шиномонтаж	1	2146	30	644	70	1502

Розрахунок чисельності виробничих робітників в кількості технологічно необхідних робітників на робочих станціях і виробничих ділянках:

$$P_T = \frac{T}{\Phi_{PC}} \quad (2.3)$$

Штатна чисельність працівників визначається за формулою:

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_p} \quad (2.4)$$

Розрахунок чисельності технологічно необхідної і штатної чисельності робітників в табл.2.1.2 (додатки).

У зв'язку з недостатнім обсягом робіт, що проводяться на постах і ремонтних ділянках, доводиться поєднувати деякі роботи.

Працівники, які виконують роботи в ремонтних зонах, йдуть виконувати свої функції на робочі пости і навпаки.

Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Чисельність допоміжних робітників становить 20-30% від чисельності штатних виробничих робітників

$$P_{\text{шд}} = \frac{C_{\%} \cdot P_{\text{ш}}}{100} \quad (2.5)$$

$$P_{\text{шд}} = \frac{25 \cdot 147}{100} = 37,75 \text{ люд.}$$

Приймаємо $P_{\text{шд}} = 37$ людей.

Таблиця 2.2 - Розподіл допоміжних працівників за видами робіт

Види допоміжних робіт	%	Кількість працівників	
		Обрахунок	Прийнята
Ремонт і обслуговування технологічного обладнання	25	9,25	9
Ремонт і технічне обслуговування інженерного обладнання, оснащення та інструменту	20	7,4	7
Транспортні роботи	-	-	-
Прийом, зберігання, видача матеріальних цінностей	20	7,4	7
Рс пором	10	3,7	4
Прибирання виробничих приміщень і територій	15	5,55	6
Технічне обслуговування компресорного обладнання	10	3,5	4
Підсумок	100	37	37

Визначення кількості робочих постів, допоміжних постів і авто очікування

Розрахунок кількості посад технічного обслуговування і ТР

Стовпи ручної шлангової (поглибленої) мийки, діагностичних постів, технічного обслуговування, ТР, фарбування, регулювання, кузова, антикорозійних робіт визначаються за формулою:

$$X_n = \frac{T_n \cdot \varphi}{D_{PP} \cdot T_3 \cdot P_{CP} \cdot \eta} \quad (2.6)$$

Механізовані станції мийки

$$X_{EO} = \frac{N_C \cdot \varphi_{EO}}{T_{OB} \cdot N_Y \cdot \eta} \quad (2.7)$$

Щоденна кількість відвідувань автомобілів для прибирання та мийних робіт

$$N_C = \frac{A \cdot L_r}{l_Y \cdot D_{PG}} \cdot \frac{d}{100} \quad (2.8)$$

$$N_C = \frac{5400 \cdot 10000}{1000 \cdot 305} \cdot \frac{40}{100} = 127$$

$$X_{EO} = \frac{127 \cdot 1,1}{12 \cdot 14 \cdot 0,9} = 0,92$$

Приймаємо $X_{EO} = 1 \text{ пост}$

Таблиця 2.3 - Розрахунок кількості станцій технічного обслуговування і ТР

Види робіт	T_n	φ	D_{PP}	C	T_3	P_{CP}	η	Кількість постів	
								Обчислювані	Прийняті
Діагностика	6439	1,15	305	1,15	8	2	0,9	1,12	1
ТО в повному обсязі	12877	1,15	305	1,15	8	1	0,9	4,48	4
Масильні	4292	1,15	305	1,15	8	1	0,9	1,49	1
Регулювання для установки кутів кріплення коліс	6439	1,15	305	1,15	8	1	0,9	2,25	2

Недостатній обсяг постробіт (орієнтовна кількість посад менше 0,5-0,7) вимагає об'єднання технологічно сумісних робіт посад з метою отримання близької до всього кількості посад до 1.

Об'єднані пости:

- електричні, акумуляторні;
- ремонт вузлів і агрегатів, шиномонтажні роботи.

При розрахунку кількості пунктів приймання автомобілів умовно можна припустити, що добова кількість прийнятих авто дорівнює кількості відвідувань автомобілем СТО.

Кількість приймальних постів

$$X_{\text{пр}} = \frac{A \cdot d \cdot \varphi}{D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}}} \quad (2.9)$$

$$X_{\text{пр}} = \frac{5400 \cdot 2 \cdot 1,2}{305 \cdot 12 \cdot 2} = 1,77$$

Кількість приймальних постів приймається як 2.

Так як приймання авто зазвичай здійснюється вранці, а видача - в другій половині дня, то для видачі автомобілів використовуються приймальні пункти.

Визначення кількості допоміжних сушильних (продувних) постів в зонах очисно-мийних робіт і сушки після фарбування в фарбувальному відділенні

Кількість сушильних (продувних) постів для транспортних засобів на місці проведення очисно-мийних робіт визначається виходячи з потужності приймально-здавальної станції.

$$X_{\text{ТМ}}^{\text{суш}} = X_{\text{ЕО}} \quad (2.10)$$

$$X_{\text{ТМ}}^{\text{суш}} = 1$$

Кількість інших допоміжних посад приймається з розрахунку 0,25-0,5 від кількості робочих постів

Кількість сушильних постів після фарбування визначається виробничою програмою і пропускною здатністю обладнання. Потужність комбінованої фарбувальної та сушильної камери може становити 5-6 авто за зміну

$$X_{ОКР}^{СУШ} = 0,42 \cdot Ч_{ОКР} \quad (2.11)$$

$$X_{ОКР}^{СУШ} = 0,42 \cdot 14 = 6$$

Визначення кількості автомобілів-місць очікування технічного обслуговування і ТР

Кількість автомобілів очікування на виробничих майданчиках СТО становить 0, 5 на один робочий пост.

Таблиця 2.4 - Розрахунок кількості місць очікування

Види робіт	К-сть робочих постів	Кількість місць очікування автомобілів	
		Обчисл ювані	Прийняті
Контрольно-діагностичні та коригувальні, в тому числі: -діагностичні; -ремонт і регулювання гальм, шиномонтажу; - регулювання для установки кутів керованих коліс	4 1 1 2	2	2
Технічне обслуговування та ремонт, в тому числі: -ТО в повному обсязі; -мастильні роботи; -електричні, акумуляторні; -на пристроях системи електропостачання;	12 4 1 2 2	6	6
Кузовні та арматурні	14	7	7
Лако-фарбові	14	7	7
Антикорозійні	4	2	2
Підсумок	44	24	24

Таблиця 2.5 - Зведена таблиця кількості постів СТОА

Назви постів	Кількість
1 Спеціалізовані пости контрольно-діагностичних та налагоджувальних робіт: -діагностичні; -регулювання для установки кутів установки коліс; -ремонт і регулюв. гальм	1 2 1
2 Пости технічного обслуговування та ремонту: -ТО в повному обсязі; -Мастильні; -Технічне обслуговування та ремонт пристроїв енергосистеми та електрообладнання; -Вузли, системи та агрегати ТР	2 1 4 1

3 Стійки ремонтно-кузовних, шпалерних і арматурних робіт	14
- 4 Фарбування постів	14
5 Пости антикорозійної обробки	4
6 Пости очисно-мийних робіт: -ручні, шлангові мийки; -механізована мийка	5 1
7 Допоміжні пости: -пункти приймання транспортних засобів; -пости самовивозу автомобілів; - сушильні стовпи в зоні мийки; -сушка стовпів в зоні фарбування	2 - 1 6
8 Пости очікування переміщення автомобілів з одного робочого місця на інше	24
Загальна кількість робочих постів	83

Річний обсяг робіт з технічного обслуговування та технічного обслуговування визначається за формулою:

$$T = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot L_r \cdot t}{1000} \quad (2.12)$$

$$T = \frac{1250 \cdot 18000 \cdot 2,8}{1000} = 63000 \text{ люд./год.}$$

Річний обсяг дільниці ретмонту ДВЗ визначається за формулою і становить 7% від обсягу робіт СТО.

$$T_{\text{д.ДВЗ}} = T \cdot 0,07 \quad (2.13)$$

$$T_{\text{д.ДВЗ}} = 63000 \cdot 0,07 = 4410 \text{ люд./год}$$

Річний фонд робочого часу визначається за формулою:

$$\Phi_p = D_{pp} \cdot T_{3M} \cdot C \cdot n \quad (2.14)$$

$$\Phi_p = 365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 2628 \text{ год.}$$

Чисельність виробничих робітників дільниці:

$$P = \frac{T_{д.ДВЗ}}{\Phi_p} \quad (2.15)$$

$$P = \frac{2293,2}{2628} = 0,87$$

Приймаємо кількість працівників дільниці ремонту ДВЗ = 1 людина.

Розрахунок кількості постів моторної секції СТО

Кількість постів визначається за формулою:

$$X = \frac{T_{д.ДВЗ} \cdot k}{\Phi_p \cdot P_{CP}} \quad (2.16)$$

$$X = \frac{2293,2 \cdot 1,15}{2628 \cdot 2} = 0,5$$

Приймаємо кількість автомобільних постів = 1

Площа дільниці ДВЗ визначається за формулою:

$$F_{д.ДВЗ} = f_{пл} \cdot K_{\Pi} \quad (2.17)$$

Значення коефіцієнта K_p для дільниці становить -4, 0-4, 5.

Таблиця 2.6 - Обладнання дільниці ДВЗ

Найменування обладнання	К-сть	Розмір в плані, м	Площа, м ²	
			Обрахунок	Прийняті
Вертикально-свердлильний верстат	1	0,7x0,7	0,49	0,49
Гаражний двопостовий підйомник	1	1,5x3	4,5	4,5
Підставка для складання двигуна	1	0,6x0,7	0,4	0,4
Верстат для обробки головок циліндрів	1	2,1x1,1	2,3	2,3
Верстат-слюсар	2	1,5x1	1,5	3
Ванна для миття деталей	1	1,5 x 1	1,5	1,5
Підставка для інструментів	2	0,7x0,7	0,49	0,98
Обладнання стенду	2	0,9x0,9	0,81	1,62
Ручний гідравлічний прес	1	0,47x0,2	0,094	0,094
Шліфувальна і шліфувальна машина	1	0,43x0,33	0,14	0,14

На підставі даних, зведених в таблицю 2.1, видно розміри технологічного обладнання секції двигуна і їх загальна площа горизонтальної проекції в перерахунку на габаритні розміри.

Розраховуємо площу секції мотора:

$$F_{д.двз} = 28,05 \cdot 4,5 = 126 \text{ м}^2$$

Кінцева, а точніше, площа ділянки двигуна визначається графічно. Відхилення від оціночної площі має бути в межах 20 - 30%.

На рисунку 2.1 показано графічне розташування колон, територія моторної ділянки Центральної СТОА.

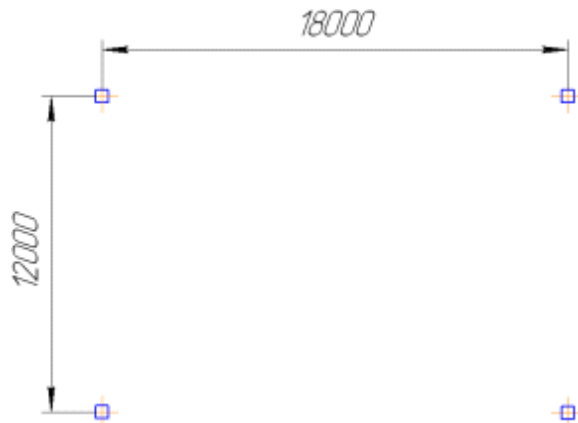


Рисунок 2.1 - Графічне зображення розташування колон

Графічна площа розрізу двигуна визначається за формулою:

$$F_{Г.д} = A \cdot B \quad (2.18)$$

$$F_{Г.д} = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$

Відхилення від розрахункової площі становить 20%, графічна площа не вийшла за обумовлений процентний інтервал

2.4 Організація ТП дільниці ремонту ДВЗ СТОА

Дільниця призначена для виконання ремонтних робіт на вузлах і деталях двигуна, пов'язаних з їх фізичним зносом внаслідок тертя, ударів і високих швидкостей. На ділянці двигуна виконуються такі роботи, як притирання і

шліфування клапанів, заміна поршневих штифтів, поршнів, поршневих кілець, заміна шатуна і вкладишів корінних підшипників на вкладиші експлуатаційних розмірів, заміна прокладки головки блоку, усунення тріщин і поломок.

Схема технологічного процесу ремонту двигунів.

Зняття і установка двигуна здійснюється на секції мотора.

Автомобіль монтується на гаражний двосхилий підйомник, за допомогою набору інструментів і набору спеціальних знімачів демонтується вузол двигуна або його окремий блок.

При цьому перевіряється комплектність деталей, зовнішній стан, виявляються протікання і зовнішні несправності. Потім двигун направляється в зону промивання, де ретельно видаляють сажу, кіптяву, нагар, масляні та ґрунтові забруднення з використанням засобу для чищення wurt, spectrol та мийних установок високого тиску KÄRCHER

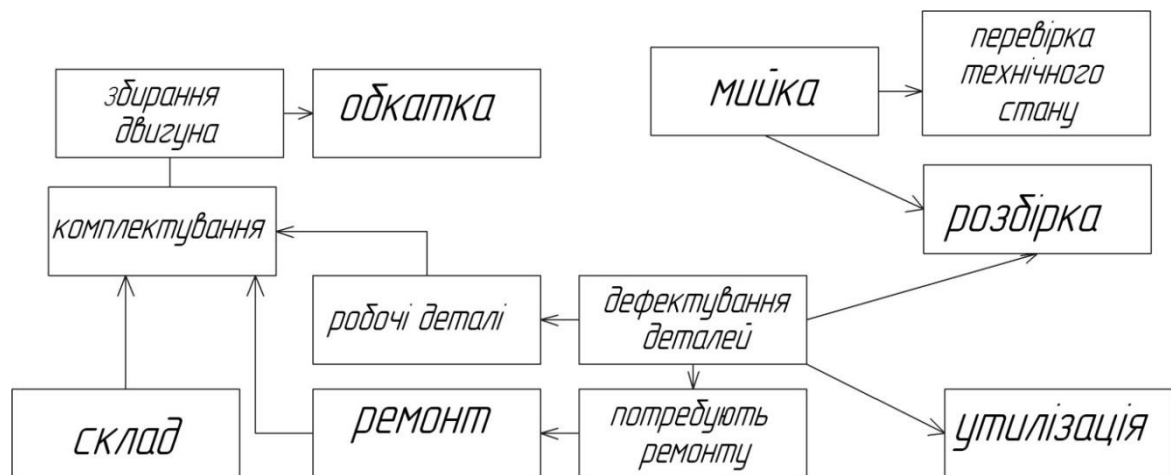


Рисунок 2.2 - Технологічна схема

Після миття більш ретельно перевіряється технічний стан і повністю розбирається двигун до дефекту і визначення відповідних, ремонтних придатних і непридатних деталей. Ремонтпридатні деталі відновлюються і встановлюються на двигун, невідповідні замінюються. Після комплектації і ремонту деталей двигун збирається і тестується на випробувальному і обкатаному стенді. Перевірити якість виконаних робіт (наявність протікання, герметичність харчування).

Після тесту двигун встановлюється на автомобіль.

2.5 Обслуговування та ремонт двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela

Необхідно періодично проводити чистку двигуна і підкапотного простору. У підкапотному просторі багато електронних компонентів, у зв'язку з цим ми рекомендуємо чистити підкапотний простір пристроями високого тиску (як це роблять на більшості автомийок).

Очищення двигуна і моторного відсіку

Таблиця 2.7 - Очищення двигуна і моторного відсіку проводять у наступному порядку

№ з/п	Опис	Зображення
1	Від'єднайте клему дроту від негативної клеми акумулятора. Нанесіть на деталі двигуна спеціальний очищувач. Цей засіб містить високоефективні миючі засоби, які швидко проникають через шар пригорілої масляної бруду і розчиняють її в самих важкодоступних місцях без додаткового механічного впливу.	
2	Зачекайте 5-10 хвилин і змийте розм'якшені забруднення слабким струменем води. При необхідності додатково очистіть поверхні щіткою з жорсткою щетиною або ганчіркою.	
4	Якщо вам потрібно очистити електронні компоненти, краще використовувати ганчірку або щітку з нанесеним на них очищувачем двигуна, а потім витерти їх насухо. Продуйте стисненим повітрям двигун і моторний відсік, щоб видалити залишки води. Щоб захистити деталі двигуна від забруднення і надати їм вигляд нових, можна обробити підкапотний простір термолаком для двигуна. Перед виконанням робіт необхідно ознайомитися з інструкцією по застосуванню препарату.	

Перевірка технічного стану двигуна

Перевірте рівень масла в піддоні двигуна. Слідкуйте за тим, щоб у піддоні картера двигуна не було емульсії. Поява емульсії - це пошкодження головки блоку циліндрів або її прокладки.

Стежимо за тим, щоб у розширювальному бачку системи охолодження не було масляних плям, а також не було булькання в розширювальному бачку при роботі двигуна на різних оборотах. При наявності списку можливе пошкодження головки блоку циліндрів або прокладки.

Перевірте наявність витоків масла з-під масляного фільтра, зливної пробки картера картера, передніх і задніх сальників колінчастого валу, прокладки кришки головки блоку циліндрів і піддону двигуна. У разі витoku масла пошкоджені ущільнювачі підлягають заміні.

Перевірити відсутність обривів у гумометалевих з'єднаннях опор силового агрегату. Пошкоджені деталі підлягають заміні.

Перевірте відсутність шуму і стукоту в двигуні. Для максимально точної постановки діагнозу необхідно використовувати технічний стетоскоп.

Стукіт колінчастого вала. Тьмяний металевий тон, частота якого збільшується разом з частотою обертання колінчастого вала двигуна.

Шатунні підшипники. Його чути на холостому ході двигуна при різкому відкритті дросельної заслінки. Вона повинна зникнути при від'єднанні колодки джгута проводів від котушки запалювання.

Стукіт поршнів. Стукіт не дзвінкий, приглушений. Він прослуховується на низькій частоті колінчастого вала під навантаженням.

Для усунення перерахованих вище стукотів необхідно розібрати і розібрати блок циліндрів двигуна. Краще довірити цю роботу спеціалізованому СТО.

Стукіт впускних і випускних клапанів. Високий тон з рівними інтервалами. Його добре чути при роботі двигуна на холостому ході. Його частота менше, ніж частота будь-якого іншого стуку в двигуні. Як правило, це викликано збільшенням зазорів у приводі ГРМ.

Перевірте відсутність диму двигуна в різних режимах роботи.

Чорний дим при перегазуванні свідчить про занадто багату робочу суміш. Швидше за все, це викликано несправністю в системі управління двигуном.

Сизуватий дим свідчить про те, що в камеру згоряння потрапило масло. Швидше за все, зносилися масляні ковпачки. Якщо димність посилюється при збільшенні швидкості і навантаження і позаду автомобіля при рівномірному русі тягнеться синюватий шлейф, швидше за все, причина в зносі масляних кілець. Для усунення цих несправностей необхідно провести розбирання та ремонт двигуна. Доцільніше довірити цю роботу спеціалізованому СТО.

Густий білий дим свідчить про те, що в камеру згоряння потрапила охолоджуюча рідина.

Перевірте компресію в циліндрах двигуна. Перевірка компресії дозволяє оцінити технічний стан циліндропоршневої групи і клапанного механізму без розбирання двигуна.

Для виконання роботи знадобиться компресія. Роботу виконуємо з помічником. Можливе пошкодження головки блоку циліндрів або прокладки.

Перевірте наявність витоків масла з-під масляного фільтра, зливної пробки картера картера, передніх і задніх сальників колінчастого валу, прокладки кришки головки блоку циліндрів і піддону двигуна. У разі витoku масла пошкоджені ущільнювачі підлягають заміні.

Перевірити відсутність обривів у гумометалевих з'єднаннях опор силового агрегату. Пошкоджені деталі підлягають заміні.

Перевірте відсутність шуму і стукоту в двигуні. Для максимально точної постановки діагнозу необхідно використовувати технічний стетоскоп.

Стукіт колінчастого вала. Тьмяний металевий тон, частота якого збільшується разом з частотою обертання колінчастого вала двигуна.

Шатунні підшипники. Його чути на холостому ході двигуна при різкому відкритті дросельної заслінки. Вона повинна зникнути при від'єднанні колодки джгута проводів від котушки запалювання.

Стукіт поршнів. Стукіт не дзвінкий, приглушений. Він прослуховується на низькій частоті колінчастого вала під навантаженням.

Для усунення перерахованих вище стукотів необхідно розібрати і

розібрати блок циліндрів двигуна. Краще довірити цю роботу спеціалізованому СТО.

Стукіт впускних і випускних клапанів. Високий тон з рівними інтервалами. Його добре чути при роботі двигуна на холостому ходу. Його частота менше, ніж частота будь-якого іншого стуку в двигуні. Як правило, це викликано збільшенням зазорів у приводі ГРМ.

Перевірте відсутність диму двигуна в різних режимах роботи.

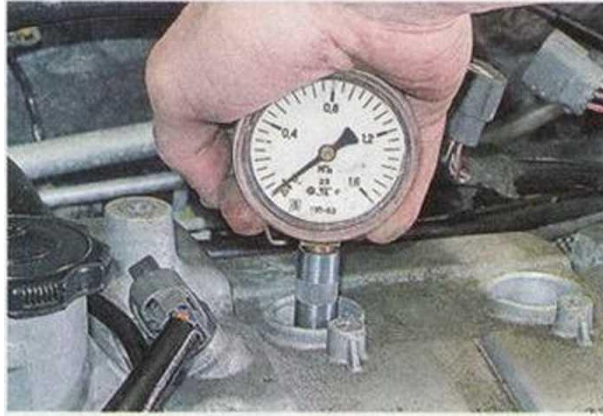
Чорний дим при перегазуванні свідчить про занадто багату робочу суміш. Швидше за все, це викликано несправністю в системі управління двигуном.

Сизуватий дим свідчить про те, що в камеру згоряння потрапило масло. Якщо дим виникає при скиданні газу, на холостому ходу і при роботі двигуна на високих оборотах без навантаження, але з рівномірним рухом, дим відсутній. Швидше за все, зносилися масляні ковпачки. Якщо димність посилюється при збільшенні швидкості і навантаження і позаду автомобіля при рівномірному русі тягнеться синюватий шлейф, швидше за все, причина в зносі масляних кілець. Для усунення цих несправностей необхідно провести розбирання та ремонт двигуна. Доцільніше довірити цю роботу спеціалізованому СТО.

Густий білий дим свідчить про те, що в камеру згоряння потрапила охолоджуюча рідина. Це може бути викликано деформацією головки блоку циліндрів або пошкодженням прокладки головки блоку циліндрів.

Перевірте компресію в циліндрах двигуна. Перевірка компресії дозволяє оцінити технічний стан циліндропоршневої групи і клапанного механізму без розбирання двигуна.

Для виконання роботи знадобиться компресія. Роботу виконуємо з помічником. Прогрійте двигун до робочої температури (не нижче 70 ° C) і вимкніть запалювання. Виверніть усі свічки запалювання. Зніміть запобіжник паливного насоса. Встановіть компресометр в отвір свічки запалювання одного з циліндрів згідно з інструкцією, що додається до компресометра

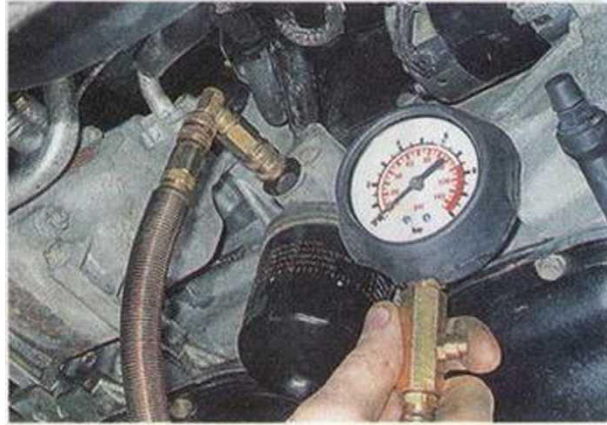


Помічник натискає педаль газу до упору і включає стартер на 5-10 секунд. Запишіть показання приладу. Таким же чином перевіряємо компресію в трьох циліндрах двигуна, що залишилися.

Для справного двигуна компресія в циліндрах повинна бути не менше $10,5 \text{ кгс/см}^2$, а різниця значень компресії між циліндрами повинна бути не більше 2 кгс/см^2 . Номінальне значення компресії в циліндрах становить $14,9 \text{ кгс/см}^2$. При перевірці основну увагу слід звертати на різницю значень між циліндрами, так як абсолютне значення компресії може змінюватися при різних умовах: ступеня заряду акумулятора, температури двигуна, стану системи запуску двигуна, ступеня відкриття дросельної заслінки.

Щоб з'ясувати причину зниження компресії в циліндрі, залийте в нього через отвір свічки запалювання 10-20 мл чистого моторного масла і повторіть перевірку. Якщо значення компресії збільшилося, то найбільш ймовірним є знос циліндра або поршня, поломка, застигання або знос поршневих кілець. Якщо величина компресії не змінилася, то причина, швидше за все, полягає в прогарі поршня або диска клапана, пошкодженні головки блоку циліндрів. У будь-якому випадку необхідно розбирати і виводити з експлуатації деталі двигуна, доцільніше довірити цю роботу спеціалізованої СТО.

Перевірте тиск масла в системі змащення двигуна. Для виконання роботи знадобиться манометр. Роботу виконуємо з помічником. Вимкніть аварійний датчик тиску масла. Підключіть манометр до отвору масляної магістралі (замість перевернутого датчика) згідно з інструкцією, що додається до приладу.



Просимо помічника запустити двигун і підняти частоту обертання колінчастого валу до 3000 хв*. Для справного двигуна, нагрітого до робочої температури, тиск повинен становити 330-380 кПа (3,3-3,8 кгс/см²).

Якщо тиск нижчий, то несправний масляний насос або зношені вкладиші колінчастого валу або сам колінчастий вал. Якщо тиск вище, що. Швидше за все, несправний редукційний клапан масляного насоса.

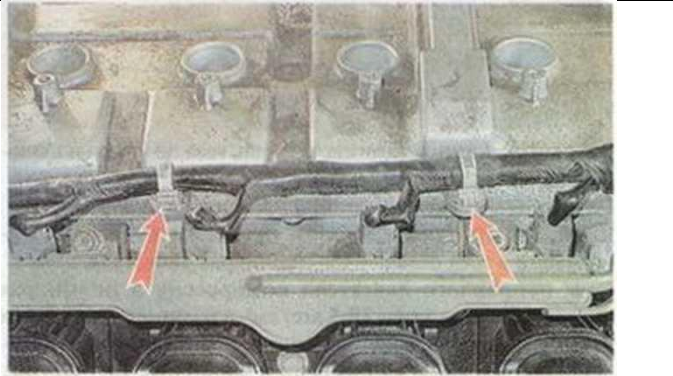
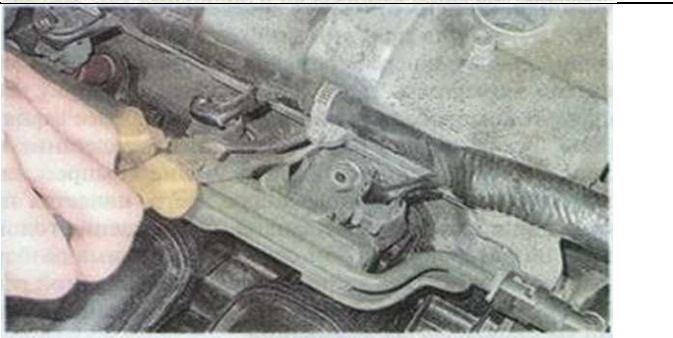
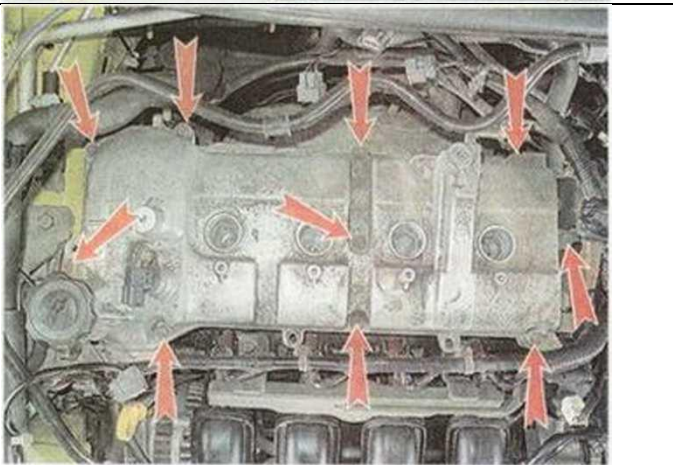
Зняття, заміна прокладки та встановлення кришки головки блока циліндрів

Прокладка підлягає заміні, якщо є витік масла в місці з'єднання кришки і головки блоку циліндрів.

При знятті кришки головки блоку циліндрів для інших операцій по ремонту двигуна також замініть прокладку на нову.

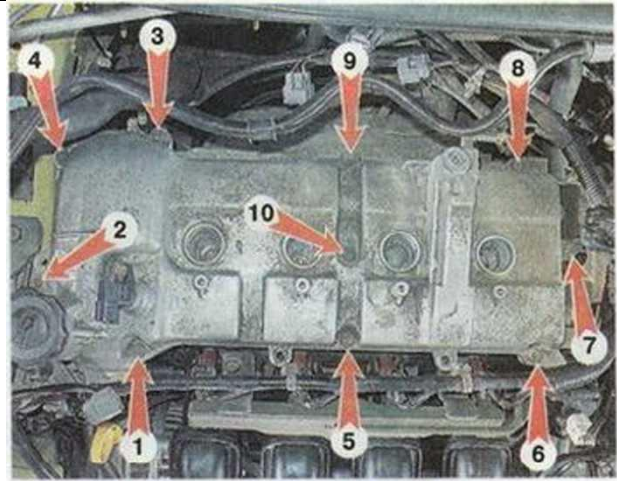
Таблиця 2.8 – Послідовність виконання

Опис	Зображення
Підготовка автомобіля до роботи. Зніміть котушки запалювання. Послабте хомут за допомогою плоскогубців.	
Від'єднати шланг вентиляції картера двигуна від кришки головки блоку циліндрів.	
Стисніть затискачі плоскогубцями	
Від'єднайте тримач джгута проводів котушки запалювання.	

Від'єднайте два тримачі джгута проводів форсунок від кришки головки.	
Щоб від'єднати за допомогою плоскогубців, стисніть затискачі.	
Звільніть тримачі від кришки головки.	
Таким же чином від'єднуємо від кришки тримач джгута проводів клапана регулювання тиску масла.	
Торцевим ключем на 10 мм відкручуємо десять болтів кріплення кришки головки блоку циліндрів.	

Потягнувши вгору, знімаємо кришку головки блоку циліндрів.	
Зніміть прокладку з пазів у кришці головки блоку циліндрів.	
Гострим ножем видаліть залишки старого герметика на стиках передньої кришки та блоку циліндрів.	
Покладіть нову прокладку в пази кришки головки. На стики передньої кришки і головки блоку наносимо шар герметика, призначений для автомобілів з концентрацією кисню, товщиною 2-6 мм і довжиною 6-26 мм.	

Встановити кришку головки блоку циліндрів і затягнути болти її кріплення з моментом 7-11 Нм у зазначеній послідовності.



Подальша установка деталей проводиться в зворотному порядку.

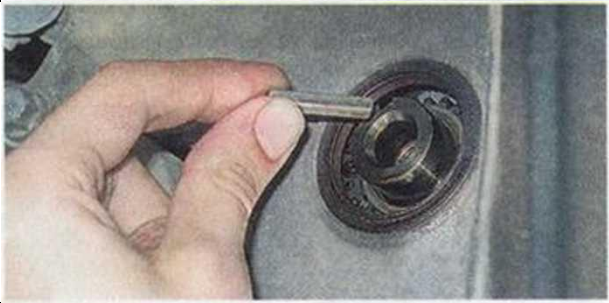
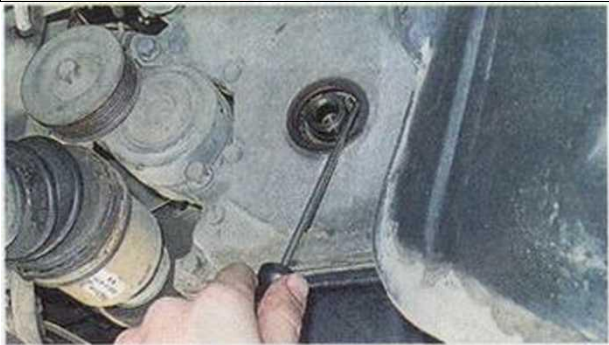
Заміна переднього сальника колінчастого валу

Сальник підлягає заміні, якщо є витік масла на передній кришці двигуна з-під шківів колінчастого вала.

Для виконання роботи знадобиться спеціальне пристосування (див. нижче).

Таблиця 2.9 – Послідовність виконання

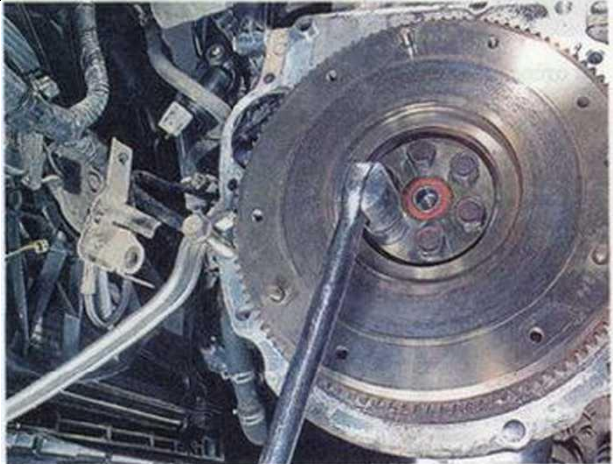
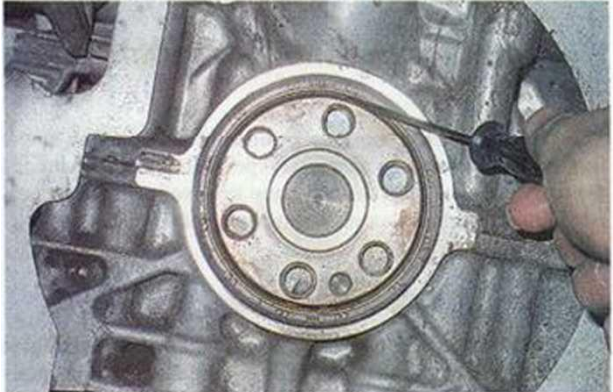
Опис	Зображення
Готуємо автомобіль до роботи і встановлюємо його на оглядову канаву або естакаду. Зніміть ремінь допоміжного приводу. Щоб шків колінвала не провертався, виготовляємо наступне пристосування зі сталі товщиною 3-4 мм. Через отвори пристрою вкручуємо болти М6 довжиною 40-50 мм у спеціальні різьбові отвори шківів колінчастого вала.	
Утримуючи колінчастий вал від провертання, за допомогою торцевого ключа на 19 мм відкручуємо болт кріплення шківів колінчастого валу.	

Зніміть шків	
Зніміть шпонку шківа колінчастого вала Після вилучення ключа ні в якому разі не провертати колінчастий вал!	
За допомогою вузької шліцьової викрутки знімаємо старий сальник колінчастого вала.	
Змастивши робочу кромку нового сальника моторним маслом, слід ретельно запресувати її за допомогою оправки діаметром 55 мм. В якості оправки також можна використовувати старий сальник.	
Встановити шпонку в канавку колінчастого валу до упору в зірочці колінчастого вала.	
Подальша збірка проводиться в зворотному порядку. Болт кріплення шківа колінчастого валу затягувати з моментом 157-167 Нм.	

Заміна заднього сальника колінчастого валу

Сальник підлягає заміні, якщо є витік масла в місці з'єднання картера зчеплення і блоку циліндрів в нижній частині двигуна.

Таблиця 2.10 – Послідовність виконання

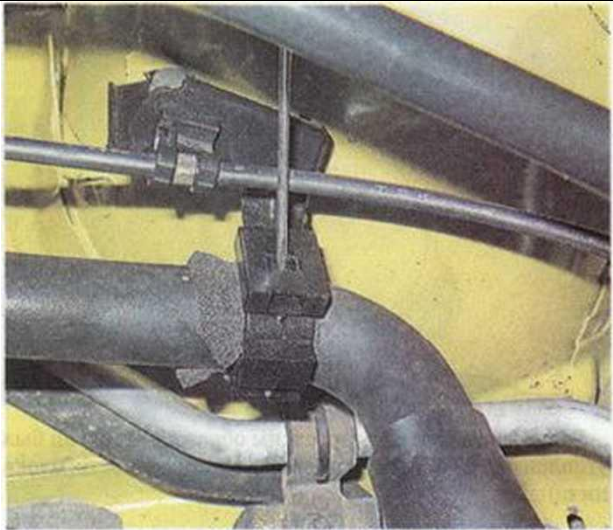
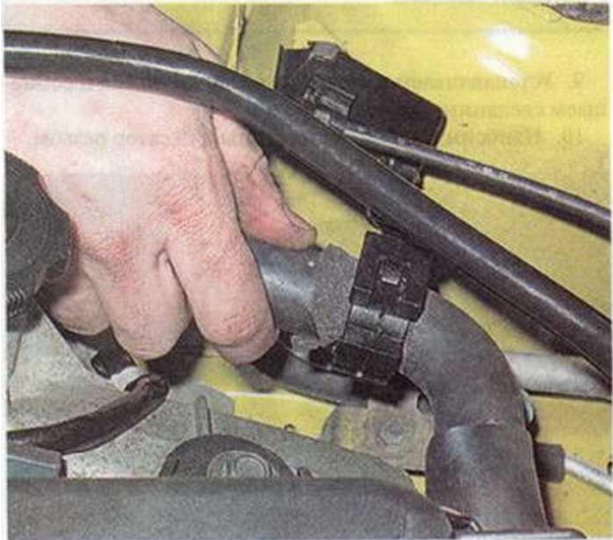
Опис	Зображення
Підготовка автомобіля до роботи. Зняти зчеплення. Позначте положення маховика щодо хвостовика колінчастого вала. Утримуючи маховик від провертання (аналогічно відкручуванню болтів кріплення кошика зчеплення), торцевим ключем на 17 мм відкручуємо шість болтів маховика.	
Зніміть маховик з колінчастого вала. Підчепивши тонкою шліцьовою викруткою, знімаємо старий сальник.	
Змастити робочу кромку нового сальника чистим моторним маслом. Рівномірно притисніть його молотком, використовуючи оправлення діаметром 100 мм. Запресувати сальник таким чином, щоб він був утоплений на 0-0,5 мм щодо поверхні блоку циліндрів.	
Встановіть маховик на колінчастий вал і поєднайте зроблені раніше мітки. На кріпильні болти нанесіть фіксатор різьблення.	

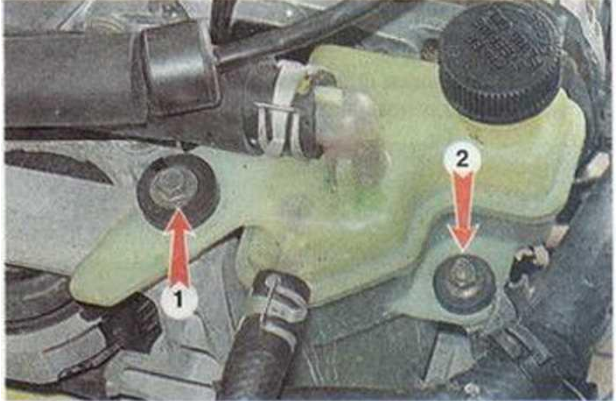
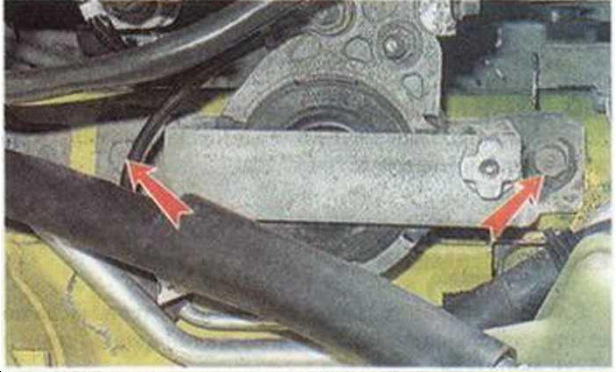
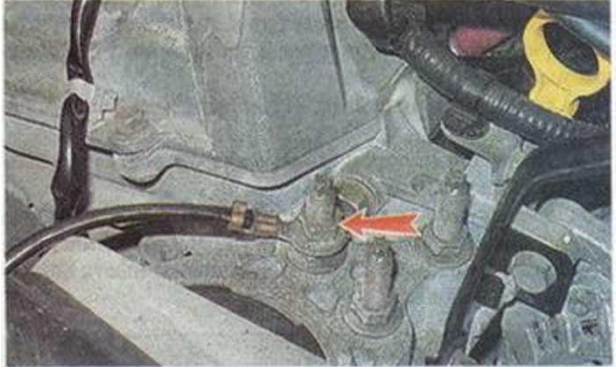
Затягуємо болти в два-три етапи до моменту 96-103 Нм.
Інші деталі встановіть в реверсивний блок.

Заміна кріплення силового агрегату

Заміна опор ніш, стики яких мають розриви, тріщини або сильно деформовані. При заміні опор необхідно бути уважним, так як їх заміна пов'язана з вивішуванням двигуна.

Таблиця 2.11 – Послідовність виконання

Опис	Зображення
Підготовка автомобіля до роботи. Зніміть розширювальний бачок системи охолодження За допомогою тонкої шліцьової викрутки натискаємо на засувку	
і від'єднати тримач шланга системи гідропідсилювача керма.	

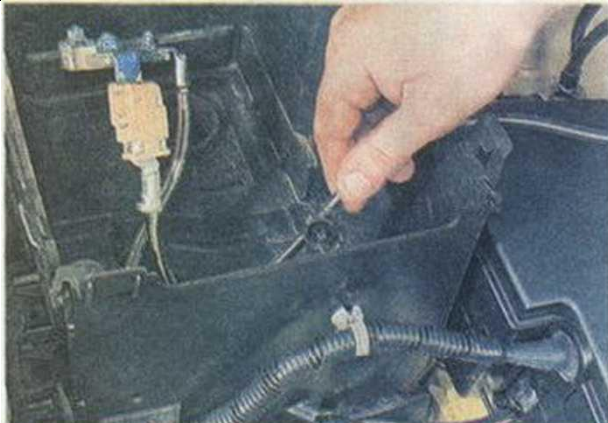
Торцевим ключем на 10 мм відкручуємо болт 1 і гайку 2 кріплення бачка системи гідропідсилювача керма і відводимо його в сторону.	
Ключем на 17 мм відкручуємо два болти кріплення опори до корпусу.	
Ключем на 14 мм відкручуємо кріпильну гайку.	
... і від'єднуємо кінчик проводу «заземлення» від опори.	
Встановіть регульований упор під двигуном і трохи розвантажте праву опору. Торцевим ключем з глибокою головкою відкручуємо гайки кріплення опори до двигуна на 14 мм.	

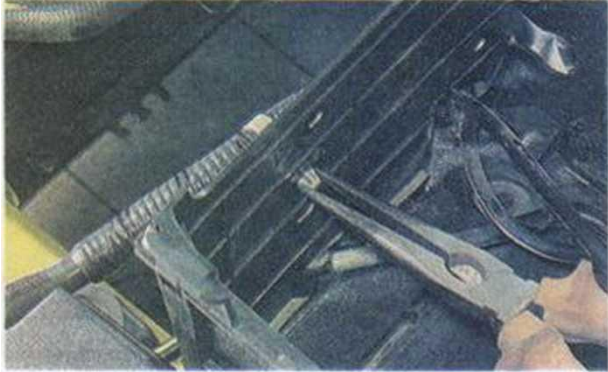
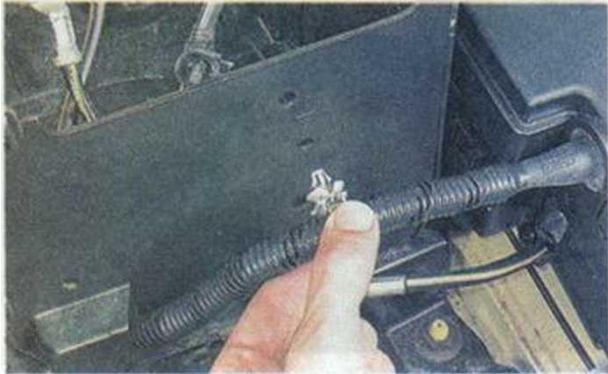
Зніміть праву опору	
Встановіть опору в зворотному напрямку. Затягуйте болти та гайки з встановленим моментом .	

Заміна лівої опори

Для виконання робіт знадобиться оглядова канава або естакада.

Таблиця 2.12 – Послідовність виконання

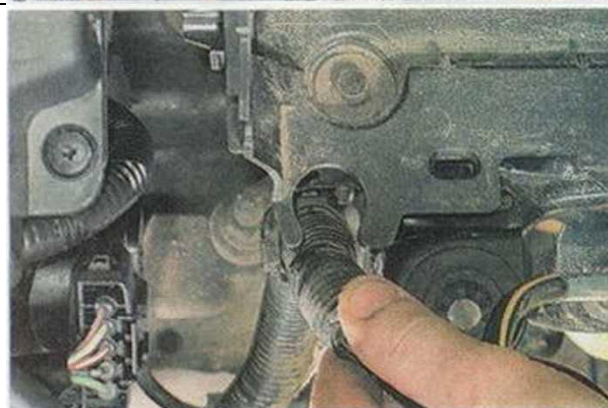
<i>Опис</i>	<i>Зображення</i>
Підготовка автомобіля до роботи. Зніміть повітрозабірну трубу. Вийміть акумулятор. Стисніть затискачі...	
... і від'єднайте тримач джгута проводів від корпусу акумулятора	

Аналогічно...	
... від'єднайте ще один тримач від корпусу.	
Вивести передню стінку кожуха із зачеплення з бічними стінками...	
... і вистрілити в неї	
Стисніть затискачі..	

... і від'єднайте тримач джгута проводів від основи корпусу.



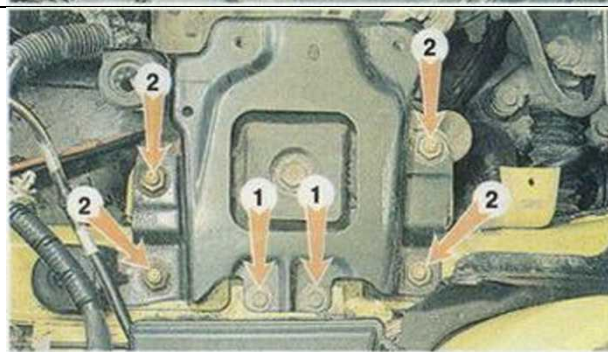
Зніміть джгут проводів з тримача в основі.



Торцевим ключем на 10 мм відкручуємо три болти кріплення корпусу акумулятора і знімаємо кожух.



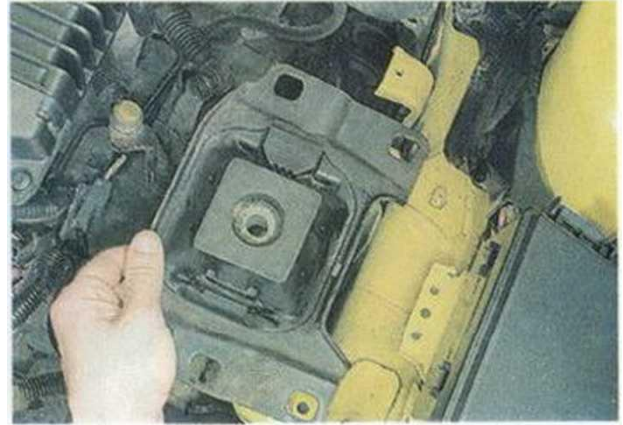
Встановіть регульований упор під КПП і трохи розвантажте ліву опору.
Торцевим ключем на 10 мм відкручуємо два болти 1. Торцевим ключем на 17 мм відкручуємо чотири гайки 2 і знімаємо кронштейн акумулятора.



Торцевим ключем на 17 мм відкручуємо болт кріплення опори до коробки передач.



... і зніміть опору.



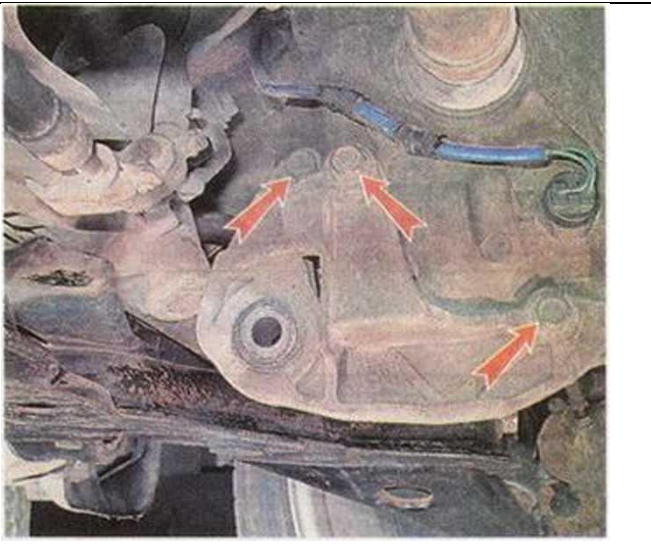
Встановлюють деталі в зворотному порядку. Затягуйте гайки з встановленим моментом затягування

Заміна нижньої опори

Для виконання робіт знадобиться оглядова канава або естакада.

Таблиця 2.13 – Послідовність виконанн

<i>Опис</i>	<i>Зображення</i>
Підготовка автомобіля до роботи. Торцевим ключем на 17 мм відкручуємо два болти кріплення.	
... і зніміть опору.	

Якщо є пошкодження сайлентблока кронштейна...	
... Ключем на 17 мм відкручуємо три болти кріплення його до коробки передач.	
... і зніміть кронштейн.	
На автомобілях з автоматичною коробкою передач операція виконується таким же чином, але кронштейн КПП не литий, а штампований сталевий. Встановлюють деталі в зворотному порядку. Затягуйте болти та гайки з встановленим моментом.	

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування проектної конструкції

Було розроблено комплект фурнітури для заміни направляючих втулок клапанів, так як виникає необхідність у виконанні даного виду робіт, а спеціального пристрою немає на ділянці ремонту ДВЗ.

Комплект пристроїв призначений для заміни напрямних втулок клапанів ДВЗ., при виконанні поточного ремонту.

Пристрій повинен бути універсальним, для заміни напрямних втулок клапанів двигунів.

Напрямна втулка є основою, основою ресурсу пари «сідло - клапанна тарілка». Проектується конструкція направляючої втулки клапана, а матеріал, з якого вона виготовлена, підбирається з урахуванням високих швидкостей руху штока клапана в втулці, високих температурних навантажень і умов обмеженого змащення фрикційної пари «втулка - клапан».

Якщо ГБЦ виготовлена з чавуну, то сідла клапанів і, найчастіше, направляючі втулки клапанів, утворюють єдине ціле з головкою блоку. Таке конструктивне рішення дозволяє забезпечити вирівнювання, а отже, і більш точне прилягання клапана до сідла і, що важливо, знизити температуру впускного і випускного клапанів. Чавунні головки циліндрів використовуються на лише деяких двигунах, адже технологічний процес виробництва чавунних головок складний, вимагає дорогого обладнання, тому більшість блокових головок виготовляються з алюмінієвих сплавів. При їх виробництві направляючі втулки і сідла клапанів виготовляються окремо, а потім вдавлюються в їх сідла в головці блоку.

Напрямні втулки виготовляються зі зносостійких матеріалів з досить хорошою теплопровідністю. До них відносяться спеціальні чавуни, металокераміка, бронза і латунь. Більш високою теплопровідністю характеризуються бронза і латунь, тому вони використовуються на більшості примусових двигунів.

Для фіксації маточини в ГБЦ по висоті на її зовнішній поверхні є опорне плече. Більш технологічно замість цього використовувати розділене опорне кільце. Якщо втулка гладка, то її установка в голівку здійснюється за допомогою виносної втулки або спеціальної оправки.

Направляючі втулки впускних клапанів не повинні занадто сильно виступати у впускному каналі, щоб не збільшувати його аеродинамічний опір. Навпаки, направляючі втулки випускних клапанів повинні, навпаки, якомога довше прикривати шток клапана для захисту від гарячих вихлопних газів і кращого відведення тепла від штанги випускного клапана. Якщо напрямні втулки виконані з бронзи або латуні, то вони, як правило, однакової довжини за рахунок кращої теплопровідності.

Щоб забезпечити вирівнювання сидла і клапанної пластини, напрямна втулка повинна бути виконана з високою точністю. Крім того, зовнішня поверхня маточини, втиснута в голівку агрегату для кращого радіатора, повинна бути оброблена з високим ступенем чистоти поверхні і не повинна мати креслень і подряпин. Це збільшує тепловіддачу від втулки до головки блоку.

Основним дефектом напрямних втулок зазвичай є підвищений знос внутрішньої поверхні, викликаний тривалою (не менше 150-200 тис. км пробігу) роботою двигуна. Однак використання неякісних масел може привести до скорочення ресурсу втулок. Тривала робота двигуна з підвищеними тепловими зазорами в клапанному механізмі викликає нерівномірний знос направляючої втулки через підвищених бічних навантажень на шток і погіршення обертання клапана.

Підвищений зазор в парі «шток клапана - втулка» викликає підвищену витрату масла, тому що ковпачок для видалення масла не може утримувати масло з підвищеними кутовими рухами штока клапана. Це провокує збільшення утворення вуглецю на клапанах і поверхнях деталей, що обмежують камеру згоряння, підвищує токсичність вихлопних газів, а також може привести до передчасного виходу з ладу каталітичного нейтралізатора вихлопних газів.

3.2 Опис проектної конструкції

Комплекту фурнітури для заміни направляючих ввідів клапанів складається з 3 пристроїв:

- знімач масловідбивних ковпачків
- вибивання направляючих втулок клапанів
- клапанний направляючий втулковий ущільнювач

Знімач масловідбивних ковпачків

Загальний вигляд знімач масловідбивного ковпачка (рис.3.1).

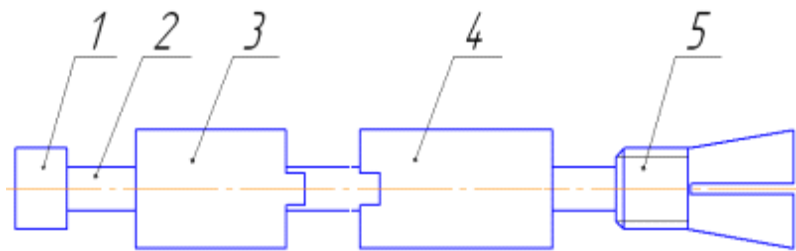


Рисунок 3.1 - Знімач масловідбивних ковпачків

Масловідбиваючий ковпачок знімача складається з обмежувальної гайки 1, направляючої шпильки 2, гайкового ключа 3, цангового патрона, що складається з затискної гайки 4 і затиску 5.

Ковпачок масляної пастки закріплюється в цанговому патроні, а короткими штрихами бойок на граничній гайці збивається з направляючої втулки.

Вибивання втулок направляючих клапанів

Загальний вигляд направляючих втулок клапана наведено на рисунку 3.2

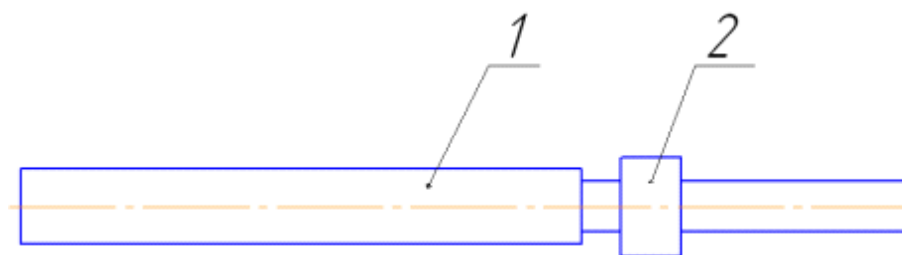


Рисунок 3.2 - Вибивання направляючих втулок клапана

Він складається з направляючого стрижня 1 і оправки 2.

Направляюча штанга 1 вставляється в направляючу втулку клапана збоку сидла клапана і ударами молотка в шток вибивається втулка.

Клапанний направляючий втулковий ущільнювач

Загальний вигляд напрямної втулки клапана наведено на рисунку 3.3

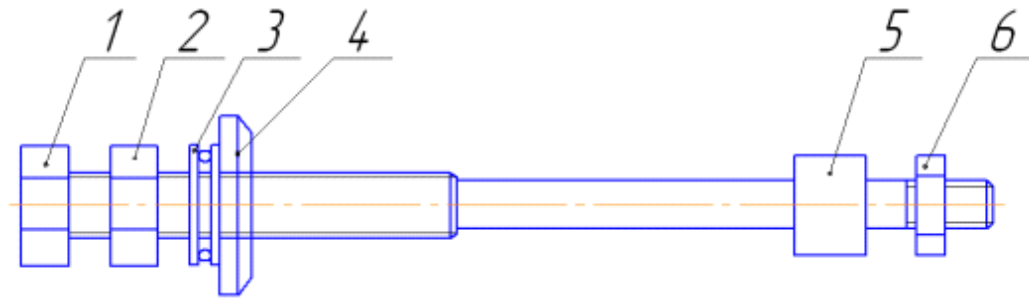


Рисунок 3.3 - Клапанний направляючий втулковий ущільнювач

Клапанний направляючий втулковий ущільнювач складається з болта 1, гайки 2, підшипника 3, направляючого конуса 4, оправки 5, гайки 6.

Ущільнювач направляючої втулки клапана встановлюється в отвір направляючої втулки клапана збоку сидла клапана таким чином, щоб направляючий конус спирався на сидло клапана, поверх направляючого болта надівається нова втулка клапана, на направляючу втулку клапана надівається оправка і накручується верхня гайка.

Далі за допомогою відкритого ключа на «19» загортається нижня гайка, таким чином втулка встає на своє місце.

При розбиранні і складанні головки необхідна правильна установка пристрою.

Використовуйте пристрій тільки за призначенням.

Не піддавайте пристрій механічному впливу.

Стежити за справністю різьбового з'єднання.

Періодично змащувати різьбовий стик і підшипник.

Проектована конструкція є надійною та універсальною для виконання ремонтних робіт, забезпечує високу точність заміни направляючих втулок і підвищує ефективність роботи двигуна після ремонту.

3.3 Розрахунок проектної конструкції

1. Розрахунок зусилля для вибивання направляючої втулки

Для вибивання направляючої втулки необхідно визначити зусилля, що залежить від діаметра втулки, посадкових параметрів і матеріалу. Розрахунок зусилля здійснюється за формулою:

$$F = \pi \cdot d \cdot L \cdot \tau \quad (3.1)$$

Параметри втулки:

Зовнішній діаметр $d = 0,015$ м

Довжина втулки $L = 0,05$ м (50 мм)

Питоме зусилля спресування бронзи $\tau = 50 \times 10^6$ Н/м² (для бронзи)

Розрахунок зусилля:

$$F = \pi \cdot 0,015 \cdot 0,05 \cdot 50 \cdot 10^6 = 117750 \text{ Н}$$

Таким чином, необхідне зусилля для вибивання втулки становить 117,75 кН. Це зусилля створюється за допомогою направляючого стержня та удару молотка.

2. Розрахунок зусилля для встановлення направляючої втулки

Встановлення втулки в посадочне місце виконується за допомогою оправки. Розрахуємо зусилля, необхідне для впресовування втулки:

$$F_{впр} = \pi \cdot d \cdot L \cdot \rho_{нос} \quad (3.2)$$

Параметри посадки:

Допуск посадки $\Delta = 0,02$ мм

Модуль пружності матеріалу $E = 100 \cdot 10^9$ Н/м² (для алюмінію)

Тиск в посадці $\rho_{\text{noc}} = \Delta \cdot E / d$

Розрахунок тиску посадки:

$$\rho_{\text{noc}} = \frac{0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^9}{0,015} = 133,33 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

Розрахунок зусилля впресовування:

$$F_{\text{впр}} = \pi \cdot 0,015 \cdot 0,05 \cdot 133,33 \cdot 10^6 = 314159 \text{ Н.}$$

Зусилля для впресовування становить 314.16 кН.

3. Міцність різьбового з'єднання пристрою

Для встановлення втулки використовується болт із різьбовим з'єднанням.

Розрахуємо допустиме зусилля, яке може витримати болт.

Формула для допустимого навантаження:

$$F_{\text{дон}} = \sigma \cdot A_{\text{різ}} \quad (3.3)$$

Параметри болта:

Діаметр різьби $d = 12$ мм (М12)

Площа перерізу різьби $A_{\text{різ}} = 0,9 \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}$

Розрахунок площі перерізу:

$$A_{\text{різ}} = 0,9 \cdot \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} = 1,018 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Розрахунок допустимого зусилля:

$$F_{\text{дон}} = 250 \cdot 10^6 \cdot 1,018 \cdot 10^{-4} = 25450 \text{ Н.}$$

Болт М12 витримує навантаження до 25.45 кН, чого достатньо для закручування втулки.

4. Тепловий розрахунок направляючої втулки

Для забезпечення ефективного тепловідведення від втулки до ГБЦ розраховується тепловий потік:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T \quad (3.4)$$

Параметри теплопередачі:

Діаметр втулки $d = 0,015$ м

Площа теплопередачі $A = \pi \cdot d \cdot L = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$

Різниця температур $\Delta T = 200$ К

Розрахунок теплового потоку:

$$Q = 110 \cdot 2,36 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 51,92 \text{ Вт}$$

Втулка забезпечує тепловідведення близько 52 Вт, що дозволяє ефективно охолоджувати клапанний механізм.

Розрахунки показали, що проектована конструкція комплекту пристроїв для заміни направляючих втулок клапанів відповідає вимогам надійності, універсальності та функціональності. Забезпечено необхідні зусилля для вибивання й встановлення втулок, а також гарантована міцність і тепловідведення. Це дозволяє ефективно виконувати ремонтні роботи на дільниці ремонту ДВЗ.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ.

Основою цього дослідження є детерміністичні моделі фізико-хімічних процесів, що відбуваються в циліндрах та газоповітряних трактах ДВЗ, тобто моделі, які використовують класичні закони газової динаміки, термодинаміки та хімічної кінетики, сформульовані мовою диференціальних та інтегральних рівнянь, і описують еволюцію розглянутої системи та її частин. Існують два методи конструювання таких моделей.

У першій моделі, робоче тіло розглядається як сукупність термодинамічно однорідних зон, які трактуються як відкриті термодинамічні системи. Для кожної з цих зон складаються диференціальні рівняння балансу маси та енергії, а також рівняння стану робочого тіла і рівняння, що описують зміну об'єму зони та площі її поверхні.

Рівняння балансу маси та енергії кожної із зон включають члени, пропорційні відносній кількості згорілого палива $x(\varphi)$, (4.1).

$$x(\varphi) = 1 - \exp \left[-6,908 \left(\frac{\varphi + \theta}{\varphi_z} \right)^{m+1} \right] \quad (4.1)$$

$$\frac{dQ_w}{d\varphi} = \alpha_w \sum F_{w,i} (T_\infty - T_i) \quad (4.2)$$

Крім того, рівняння балансу енергії кожної із зон містить доданки, що характеризують теплообмін між робочим тілом з температурою T_∞ та елементами гарячої поверхні циліндра, площі яких дорівнюють $F_{w,i}$, а середня температура - $T_{w,i}$ відповідно. Коефіцієнт теплопередачі α_w , який враховує газодинаміку циліндра ДВЗ, визначається за (4.3).

$$\alpha_w = 0,12793 D_c^{-0,2} T_\infty^{-0,53} p^{0,8} \times \left[\left(2,28 c_m + 0,308 c_u \right) \left(1 + 1,6 \frac{V_c^2}{V^2} \right) \right]^{0,8} \quad (4.3)$$

Недоліками цього методу є необхідність визначення параметрів φ_z і m за індикаторною діаграмою ДВЗ базової конструкції, а також потреба в апріорному завданні температур головки блока, поверхонь поршня та циліндра.

У другому методі, який виник на базі чисельних методів газової динаміки та теплотехніки, робоче тіло в циліндрі та газових трактах двигуна розглядається як сукупність так званих контрольних об'ємів. Для кожного з них складаються рівняння балансу маси, енергії, імпульсу та інших фізичних і хімічних екстенсивних параметрів.

Застосування цієї процедури до нескінченно малих контрольних об'ємів приводить до системи диференціальних рівнянь у частинних похідних, що описують рух багатофазного хімічно реагуючого середовища. Однак обчислювальна складність вирішення цих рівнянь ускладнює їх використання як інструменту інженера під час проєктування та модернізації ДВЗ.

Для зменшення обсягу обчислень, зазвичай переходять до скінченних контрольних об'ємів, для яких рівняння балансу записуються у вигляді інтегралів по виділених об'ємах скінченної величини та їх поверхнях.

Використання аналітичної апроксимації функцій усередині та на поверхні скінченних контрольних об'ємів дозволяє звести задачу моделювання до вирішення системи звичайних диференціальних рівнянь, що значно зменшує потребу в обчислювальних ресурсах.

Поєднавши переваги обох методів, у теорії ДВЗ прийшли до концепції багатозонних моделей, у яких рух газів і теплообмін розглядаються в рамках моделі скінченних контрольних об'ємів, а для опису процесів упорскування пального, його випаровування та згоряння використовуються зональні конструкції.

Наприклад, описуючи процес згоряння в бензинових двигунах, як кінцевий контрольний обсяг вибирають обсяг надпоршневого простору, що характеризується тиском p , об'ємом V , масою m , кінетичною енергією K регулярного перебігу і кінетичною енергією k турбулентності. При цьому робоче тіло поділяють на три зони: зону незгорілої частини заряду, що характеризується масою m_u , об'ємом V_u , температурою T_u , питомими

щільностями внутрішньої енергії u_u та ентальпії h_u , питомою теплоємністю $c_{pu} = \partial h_u / \partial T$ та газовою постійною R_u ; зону згорілої частини заряду, що характеризується масою m_b , об'ємом V_b , температурою T_b , питомими щільностями внутрішньої енергії u_b та ентальпії h_b , питомою теплоємністю $c_{p,b} = \partial h_b / \partial T$ та газовою постійною R_b ; зону залучення, що складається з глобул незгорілої частини заряду, залучених турбулентними пульсаціями в зону частини, що згоріла, і характеризується параметрами m_e , V_e і $T_e = T_u$.

Модель описується системою звичайних диференціальних рівнянь, що складається з рівнянь балансу теплової енергії в зоні незгорілої частини заряду – (4.4), стану незгорілої частини заряду – (4.5), балансу теплової енергії продуктів згоряння – (4.6), стану продуктів згоряння (4.7), кінетики хімічних реакцій у продуктах згоряння – (4.8), залучення свіжої суміші в зону згоряння – (4.9) (у ній швидкість турбулентності, швидкість ламінарного полум'я в камері згоряння визначається вона (4.10) і вигорання свіжої суміші – (4.11).

$$\frac{d(m_u u_u)}{dt} + p \frac{dV_u}{dt} + \frac{dQ_{u,w}}{dt} - h_u \frac{dm_u}{dt} = 0 \quad (4.4)$$

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{1}{V} \cdot \frac{dV_u}{dt} - \frac{1}{m_u} \cdot \frac{dm_u}{dt} - \frac{1}{T_u} \cdot \frac{dT_u}{dt} = 0 \quad (4.5)$$

$$\frac{d(m_b u_b)}{dt} + p \frac{dV_b}{dt} + \frac{dQ_{b,w}}{dt} - h_u \frac{dm_b}{dt} = 0 \quad (4.6)$$

$$\begin{cases} \frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{1}{V_b} \cdot \frac{dV_b}{dt} - \frac{1}{m_b} \cdot \frac{dm_b}{dt} - \frac{1}{R_b} \cdot \frac{dR_b}{dt} - \frac{1}{T_u} \cdot \frac{dT_u}{dt} = 0 \\ \frac{dR_b}{dt} = R_0 m_b^{-2} \left(m_b \sum_i \frac{dn_{b,i}}{dt} - \frac{dm_b}{dt} \sum_i n_{b,i} \right) \end{cases} \quad (4.7)$$

$$m_b \frac{dn_{b,i}}{dt} + (n_{b,i} - n_{b,i}^{[e]}) \frac{dm_b}{dt} - V_b W_{b,i}^{[e]} = 0, \quad i = 1, \dots, N \quad (4.8)$$

$$\frac{dm_e}{dt} - \frac{m_u A_{Fl}}{V_u} (w_{rms} + S_L) = 0 \quad (4.9)$$

$$S_L = S_{L,298} \left(\frac{T_u}{298} \right)^a \left(\frac{p}{p_0} \right)^b \times (4,406g_r^2 - 4,062g_r + 1) \quad (4.10)$$

$$\frac{dm_b}{dt} - \frac{S_L}{\lambda} (m_e - m_b) = 0 \quad (4.11)$$

$$\frac{dm_u}{dt} + \frac{dm_b}{dt} - \frac{dm}{dt} = 0 \quad (4.12)$$

У моделі приймається, що теплообмін між зонами свіжої та згорілої сумішей йде лише на фронті полум'я і зводиться до прогріву свіжої суміші та підготовки її до згорання. перевищує щільність ентальпії як свіжої суміші, і продуктів згорання.

Для замикання моделі згорання (4.9) необхідно обчислити характеристики турбулентних пульсацій робочого тіла, для чого доводиться залучати метод кінцевих контрольних обсягів $k - \varepsilon$ і відому модель турбулентності. При цьому як кінцевий контрольний об'єм розглядається весь об'єм, обмежений вогневою поверхнею циліндра. Газодинамічна обстановка у цьому обсязі характеризується масою робочого тіла у циліндрі, яка задовольняє (4.11); середньоквадратичною швидкістю w_{rms} турбулентних пульсацій (4.13); інтегральним масштабом L турбулентності (4.14); мікромасштаб λ Тейлора (4.15); рівнянням балансу кінетичної енергії K регулярної течії (4.16; інтенсивність P джерела турбулентності, що входить до цієї формули, оцінюється за 4.17); рівнянням балансу кінетичної енергії K турбулентності (4.18); рівнянням обсягів (4.19).

$$w_{rms} = \sqrt{2k/(3m)} \quad (4.13)$$

$$L = \min \{ D_c/2, \pi D_c^2/4 \} \quad (4.14)$$

$$\lambda = \sqrt{15\nu L/w_{rms}} \quad (4.15)$$

$$\frac{dK}{dt} - \frac{dm_{in}}{dt} \cdot \frac{w_{in}^2}{2} + P + \frac{K}{m} \cdot \frac{dm_{ex}}{dt} = 0 \quad (4.16)$$

$$P = C \frac{KL}{l^2} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (5.17)$$

$$\begin{aligned} \frac{dk}{dt} - P - \frac{2k}{3V^2} \left(V \frac{dm}{dt} - m \frac{dV}{dt} \right) + \\ + 0,544 \sqrt{\frac{k^3}{mL^2}} = 0 \end{aligned} \quad (4.18)$$

$$\frac{dV_u}{dt} + \frac{dV_b}{dt} - \frac{dV}{dt} = 0 \quad (4.19)$$

Як випливає з (4.16), основним джерелом кінетичної енергії газів у циліндрі ДВЗ є енергія течії у впускних каналах двигуна. Тому для замикання системи рівнянь, що описують модель, необхідно виконати моделювання системи газообміну ДВЗ, а враховуючи геометричні та кінематичні характеристики систем, що розглядаються, при розробці їх математичних моделей як базисну доцільно вибрати модель одновимірної газової динаміки.

Для вирішення завдання розчленуємо досліджувану систему на безліч досить коротких стандартних елементів, які можна розглядати як окремі кінцеві контрольні обсяги. Припустимо, що рівняння стану газової суміші в кожному i -му з таких обсягів описується рівнянням політропи з показником n_i . Тоді, усереднивши поле швидкостей у поперечних перерізах каналів, отримуємо рекурентну систему із двох рівнянь (4. 20).

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{L_i}{2} \left(\alpha_{0,i} \frac{dw_i}{dt} + \alpha_{0,i-1} \frac{dw_{i-1}}{dt} \right) + (\alpha_{p,i} + \zeta_{p,i}) w_i^2 - w_{i-1}^2 + \\ & + \frac{n_i p_{i-1}}{(n_{i-1} - 1)} \prod_{j=1}^{j-1} \left[\left(\frac{p_i}{p_{i-1}} \right)^{\frac{n_{i-1}}{n_i}} - 1 \right] = 0, \\ & \frac{L_i}{2n_i} \left(\frac{1}{p_i} \cdot \frac{dp_i}{dt} - \frac{1}{p_{i-1}} \cdot \frac{dp_{i-1}}{dt} \right) + L_i \sum_{j=2}^{i-1} \frac{1}{n_j} \left(\frac{1}{p_j} \cdot \frac{dp_j}{dt} - \frac{1}{p_{j-1}} \cdot \frac{dp_{j-1}}{dt} \right) + \\ & + \frac{L_i}{n_i p_i} \cdot \frac{dp_1}{dt} + \rho_0 \prod_{j=1}^{i-1} \left[\left(\frac{p_i}{p_{i-1}} \right)^{\frac{1}{n_j}} w_i - w_{i-1} \right] = 0 \end{aligned} \right. \quad (4.20)$$

Перше з цих рівнянь отримано дискретизацією рівняння кількості руху, а друге – дискретизацією рівняння нерозривності з урахуванням політропного рівняння стану газу кожному кінцевому контрольному обсязі. Для уточнення значень коефіцієнтів $\alpha_{0,i}$, $\alpha_{p,i}$, $\xi_{p,i}$ і показників політропи поруч із натурним експериментом доцільно виконати чисельні експерименти на ЕОМ, використовуючи комерційні програми газодинамічних розрахунків.

Викладені вище міркування дозволяють сконструювати математичну модель робочого циклу ДВЗ з іскровим запалюванням у вигляді сукупності субмоделей впуску, стиснення, згоряння та вільного розширення, а також випуску.

Враховуючи вимоги екології, до цього списку має бути додана субмодель, яка описує основні хімічні реакції в циліндрі ДВЗ, що призводять до утворення оксидів азоту, монооксиду вуглецю, вуглеводнів тощо. Крім того, кожна субмодель включає рівняння алгебри, що описують залежність термодинамічних параметрів робочого тіла і його частин від температури.

Таким чином, математична структура кожної субмоделі набуває вигляду алгебро-диференціальної системи (4.21 та 4.22), які не наводяться до класичної форми системи Коші (4.23 – приклад системи, дозволеної щодо похідних).

$$\sum_{k=1}^n a_{ik}(t, x_1, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) = 0 \quad (4.21)$$

$$f_i(t, x_1, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) = 0 \quad (4.22)$$

$$\frac{dx_k}{dt}(t, x_1, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) \quad (4.23)$$

Для вирішення системи, як відомо, пристосовано більшість існуючих методів чисельного інтегрування. Однак рішення систем звичайних диференціальних рівнянь, не дозволених щодо похідних, з їх допомогою, на жаль, практично нездійсненно, у чому неважко переконатися на прикладі 4.21 та 4.22.

Щоправда, можна намагатися отримати чисельне рішення формул 4.21 та 4.22, скориставшись програмним забезпеченням, призначеним для моделювання електронних схем. Однак цей шлях вимагає редукції рівнянь, що описують робочий цикл ДВЗ, до схем заміщення електронних пристроїв, що є самостійною проблемою. Крім того, вказане програмне забезпечення потребує значних обчислювальних ресурсів. Тому авторами статті був розроблений і випробуваний при моделюванні робочого циклу ДВЗ комбінований метод чисельного інтегрування алгебродиференціальної системи, що поєднує явний алгоритм чисельного інтегрування диференціальних рівнянь, аналогічних рівнянням хімічної кінетики щодо похідних.

Підготовка моделі до застосування розробленого методу починається з аналітичного диференціювання формули 4.22 за часом t . Отримуємо формулу 4.24, у якій $c_{ik}(t, x_1, \dots, x_{n+m})$ позначає $\frac{\ddot{a}f_1(t, x_1, \dots, x_{n+m})}{\ddot{a}x_k}$, а $d_i(t, x_1, \dots, x_{n+m})$ позначає $\frac{\ddot{a}f_1(t, x_1, \dots, x_{n+m})}{\ddot{a}t}$. Такі позначення дозволяють сформулювати математичну модель робочого циклу ДВЗ з іскровою системою запалювання у вигляді матричного нелінійного диференціального рівняння (4.25), в якому прийнято позначення, що відповідають (4.26, 4.27 та 4.28).

$$\sum_{k=1}^n c_{ik}(t, x_1, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) \frac{dx_k}{dt} + d_i(t, x_1, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) = 0 \quad (4.24)$$

$$A(t, X) \frac{dX}{dt} + B(t, X) = 0 \quad (4.25)$$

$$X(t) = [x_1(t), \dots, x_{n+m}(t)]^T \quad (4.26)$$

$$A(t, X) = \begin{bmatrix} a_{11}(t, x_1, \dots) & \dots & a_{1n}(t, x_1, \dots) & a_{1(n+1)}(t, x_1, \dots) & \dots & a_{1(n+m)}(t, x_1, \dots) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}(t, x_1, \dots) & \dots & a_{nn}(t, x_1, \dots) & a_{n(n+1)}(t, x_1, \dots) & \dots & a_{n(n+m)}(t, x_1, \dots) \\ c_{(n+1)1}(t, x_1, \dots) & \dots & c_{(n+1)n}(t, x_1, \dots) & c_{(n+1)(n+1)}(t, x_1, \dots) & \dots & c_{(n+1)(n+m)}(t, x_1, \dots) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{(n+m)1}(t, x_1, \dots) & \dots & c_{(n+m)n}(t, x_1, \dots) & c_{(n+m)(n+1)}(t, x_1, \dots) & \dots & c_{(n+m)(n+m)}(t, x_1, \dots) \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

$$B(t, X) = [b_1(t, x_1, \dots) \dots b_n(t, x_1, \dots) \dots d_{n+1}(t, x_1, \dots) \dots d_{n+m}(t, x_1, \dots)]^T \quad (4.28)$$

Вихідні дані алгоритму – функції, що входять до визначення $A(t+X)$ та $B(t+X)$, крок інтегрування – h , одновимірні масиви X_k , X_{k+1} , Y , S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , та B , а також двовимірний масив A .

Розглянемо загальний крок алгоритму.

Нехай уже обчислено момент часу $t_k = t_0 + kh$, масиви $X_k = X(t_k)$ и Q_4 .

А. З рівняння $A(t_k, X_k) S_1 + B(t_k, X_k) = 0$ визначаємо S_1 приймаємо, що

$$Q_1 = Q_4 + \frac{3}{2}(hS_1 - 2Q_4) - \frac{1}{2}hS_1; Y = X_k + \frac{1}{2}(hS_1 - 2Q_4).$$

В. З рівняння $A\left(t_k + \frac{1}{2}h, Y\right) S_2 + B\left(t_k + \frac{1}{2}h, Y\right) = 0$ знаходимо S_2 і приймаємо, що

$$Q_2 = Q_1 + 3\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot (hS_2 - Q_1) - \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}hS_2\right); Y = Y + \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot (hS_2 - Q_1).$$

С. З рівняння $F\left(t_k + \frac{1}{2}h, Y\right) S_3 + B\left(t_k + \frac{1}{2}h, Y\right) = 0$ визначаємо S_3 і рахуємо, що

$$Q_3 = Q_2 + 3\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot (hS_3 - Q_2) - \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}hS_3\right); Y = Y + \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot (hS_3 - Q_2).$$

Д. З рівняння $A(t_k + h, Y) S_4 + B(t_k + h, Y) = 0$ визначаємо S_4 .

$$\text{Рахуємо, що } Q_4 = Q_3 + \frac{1}{2} \cdot (hS_4 - 2Q_3) - \frac{1}{2}hS_4; Y_{k+1} = Y + \frac{1}{6} \cdot (hS_4 - 2Q_3)$$

Е. Приймаємо далі, що $t_k = t_k + h$, $k = k + 1$ та переходимо до пункту А. При цьому слід враховувати, що початкове значення вектора Q_4 , відбиває накопичення помилок у обчисленнях, приймається рівним нулю.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика ділянки щодо небезпечності роботи

До першого виду потенційної небезпеки відноситься динамічний вплив на людину (поштовхи, удари та ін.) виконавчих пристроїв чи інших механізмів верстатів, що рухаються.

До другого виду потенційної небезпеки відноситься механічний вплив на людину (захоплення, притиски, здавлювання та ін.) виконавчими пристроями або механічними елементами, які переміщуються один відносно одного.

До третього виду потенційних небезпек відносяться фактори, властиві для експлуатації електрообладнання: електричний струм, електричний удар, електродуга.

При роботі на ділянках ремонтного виробництва основним небезпечним фактором, загрожуючим життю працюючих є враження їх електричним струмом.

Основними причинами електротравматизму являються:

1. Поява напруги на частинах установки і машин, що не знаходяться під напругою в нормальних умовах експлуатації (корпуса, пульти та інше). Найчастіше це відбувається при пошкодженні ізоляції в електродвигунах, кабелях і проводах.

2. Поява крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання струмоведучих проводів на землі.

3. До інших можна віднести неузгодженість і помилкові дії персоналу та відсутність нагляду за електроустаткуванням.

У відношенні небезпеки враження електричним струмом, ділянку можна віднести до категорії приміщень без підвищеної небезпеки враження людини електричним струмом, тобто це приміщення з нормальною температурою, вологістю до 60%, із ізольованими підлогами та невеликою кількістю заземлених предметів.

Також небезпечним фактором є наявність у відділенні мостового крану і кран-балок, які використовуються для переміщення важких та великогабаритних предметів.

При роботі із кран-балкою необхідно дотримуватися норм і правил техніки безпеки при роботі з підйомно-транспортними машинами.

5.2 Технічні заходи, передбачені в проекті для безпеки праці

При розробці і організації на АРЗ технологічних процесів із них по мірі можливості необхідно вилучити операції і роботи, які супроводжуються виділенням надлишкового тепла, вологи і шкідливих речовин, а при монтажі і експлуатації технологічного обладнання слід передбачувати заходи по попередженню або зменшенню до мінімуму шкідливих виділень в повітря приміщення.

Нормальні метеорологічні умови можуть бути забезпечені такими основними організаційними і інженерно-технічними заходами: механізацією; дистанційним керуванням виробничими процесами; засобами особистої гігієни; обладнанням ефективної вентиляції і опалення.

Важка фізична праця при високих температурах повітря сприяє більш швидкому порушенню терморегуляції організму, тому в першу чергу механізувати ручну роботу необхідно в приміщеннях із значним надлишком тепла.

В якості основних заходів по захисту від шкідливих речовин необхідно виділити: розробку інструкцій по безпеці праці при застосуванні шкідливих речовин; своєчасний контроль за вмістом шкідливих речовин в повітрі робочої зони; спеціальну підготовку і інструктаж обслуговуючого персоналу; обладнання місцевої витяжної вентиляції; застосування засобів індивідуального захисту робітників.

Вентиляція передбачається для забезпечення в виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях АРЗ параметрів повітряного середовища, які задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам. В основному на АРЗ

проектуються загальнообмінна механічна приточно-витяжна вентиляція, місцева витяжна і в деяких випадках місцева приточна вентиляція. При проектуванні вентиляції повинні виконуватися вимоги ДБН В.2.5-67:2013 – «Опалення, вентиляція та кондиціонування» і ДСТУ 16798-3:2020 – «Енергоефективність будівель. Вентиляція приміщень. Частина 3: Виконання вимог до вентиляції та кондиціонування повітря».

В приміщеннях, в яких виділяються шкідливі гази і пари 1-3 класів небезпеки, при приляганні до них приміщень з виробництвом категорій В, Г і Д і допоміжних приміщень повинні передбачуватися продуктивність приточної вентиляції на 5% менше продуктивності витяжної вентиляції. При цьому розрідження не слід передбачати, якщо прилягаючі приміщення відділені стінами або перегородками без дверних або інших прорізів.

Загальнообмінна витяжка і місцева витяжна вентиляція (місцеві відсоси) повинні бути відокремлені.

Окремо від інших місцевих відсосів повинні проектуватися місцеві відсоси від робочих постів.

Приміщення дільниці розбирання ДВЗ обладнується витяжною вентиляцією, яка повинна бути від всіх місць можливого виділення шкідливих речовин: стендів, робочих місць та столів. Проточне повітря на дільницю необхідно подавати розсіяно в робочу або верхню зону. Витяжку слід робити з нижньої зони на висоті 0,5-0,7 м від підлоги. Місцеві відсоси повинні бути передбачені також від стендів розбирання.

В виробничих приміщеннях не допускається безпосереднє розміщення вентиляції, крім віконних. Працювати в приміщеннях, де несправна або не увімкнена вентиляція, заборонено.

Вентиляційне обладнання повинне працювати по графіку, який складається з розрахунком часу прибуття машини на ремонтні пости, вибуттям з них і рух по ним. Графік затверджується головним інженером ремонтно-механічного заводу за згодою з профспілковим комітетом. Графік повинен знаходитися біля пульта управління вентиляційної установки.

За експлуатацію вентиляційних установок відповідає особа, яка назначається наказом по АРЗ, з числа інженерно-технічних працівників.

Кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища, визначають на основі кількості тепла, вологи і шкідливих речовин, які поступають в приміщення. При цьому повинно враховуватися кількість повітря, яке видаляється місцевим підсосом від обладнання загально обмінної вентиляції, на технологічні або інші потреби. Визначати необхідну кількість повітря, яке подається, необхідно окремо для теплого, перехідного і холодного періодів року. Густина повітря необхідно приймати рівною $1,2 \text{ кг/м}^3$. В тому випадку, коли необхідно враховувати дійсну густину повітря, виконується перерахунок.

Визначаємо об'єм повітря, яке відсмоктується зонтом, встановленим над столом комплектувальним.

Розмір столу $1 \times 1,5 \text{ м}$; швидкість розповсюдження парів речовин та пилу $0,2 \text{ м/с}$; швидкість всмоктування їх біля поверхні ванни $v_{xy} = 0,3 \text{ м/с}$; габарити зонти на $0,2 \text{ м}$ більша за габарити ванни по всьому параметру: $a \times b = 1,7 \times 1,2 \text{ м}$; висота від борта ванни до зонти $0,6 \text{ м}$; кут розкриття зонти $\alpha = 60^\circ$; висота зонти $H = 1,4 \text{ м}$.

Визначаємо еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми $d_{ек}$, м

$$d_{ек} = \frac{2ab}{(a + b)}, \quad (5.1)$$

де a – довжина зонти, м;

b – ширина зонти, м.

$$d_{ек} = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 1,2}{(1,7 + 1,2)} = 1,4. \quad (5.2)$$

Визначаємо відносні величини в долях еквівалентного діаметру

$$x_0 = \frac{x_0}{d_{ек}}, \quad (5.3)$$

де $d_{\text{ае}}$ – еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми.

$$x_0 = \frac{0,85}{1,4} = 0,67. \quad (5.4)$$

$$y_1 = \frac{y_1}{d_{ек}}, \quad (5.5)$$

Тоді одержимо

$$y_1 = \frac{0,6}{1,4} = 0,42. \quad (5.6)$$

$$x = \frac{x}{d_{ек}}, \quad (5.7)$$

Тоді

$$x = \frac{0,5}{1,4} = 0,35. \quad (5.8)$$

$$H = \frac{H}{d_{ек}}, \quad (5.9)$$

де H – висота зонта, м;

$d_{\hat{a}\hat{e}}$ – еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми.

Тоді

$$H = \frac{1,4}{1,4} = 1,0. \quad (5.10)$$

Знаходимо $y=0,42$ значення $\frac{v_y}{v_u} = 0,31$.

Визначаємо значення швидкості повітря в центрі зонта v_u , м/с

$$v_u = \frac{v_{xy}}{\left[\frac{v_y}{v_u} - 0,1 \frac{x^2}{x_0^2 - (y_1 + 0,27)H} \right]}, \quad (5.11)$$

де v_{xy} – швидкість всмоктування парів біля поверхні ванни, м/с;

x , x_0 , y_1 , H – відносні величини в долях еквівалентного діаметру.

$$v_u = \frac{0,3}{\left[0,31 - 0,1 \frac{0,35^2}{0,67^2 - (0,42 + 0,27) \cdot 1,4} \right]} = 0,83. \quad (5.12)$$

Середня швидкість всмоктування v_0 , м/с

$$v_0 = \eta v_y, \quad (5.13)$$

При $\alpha = 60^\circ$ визначаємо поправочний коефіцієнт $\eta = 1$.

$$v_0 = 1 \cdot 0,83 = 0,83. \quad (5.14)$$

Об'єм відсмоктуючого повітря L , м³/год., визначається з формули

$$L = abv_0 \cdot 3600, \quad (5.15)$$

де a, b – габарити ванни, м;

v_0 – середня швидкість всмоктування, м/с.

Тоді одержимо

$$L = 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,83 \cdot 3600 = 6095. \quad (5.16)$$

5.3 Заходи з техніки безпеки на дільниці

Роботи повинні виконуватися тільки на дільницях, які оснащені примусовою вентиляцією і засобами пожежної техніки.

Всі особи, які зв'язані з роботами на дільниці, повинні проходити попередні і періодичні медичні огляди. До самостійної роботи вони можуть бути допущені тільки після навчання, інструктажу і перевірки знань правил безпечної роботи і протипожежної безпеки.

При очищенні поверхонь від іржі, старої фарби, при шліфуванні поверхонь робітники повинні використовувати безклапанний респіратор.

При небезпечних роботах робітник повинен застосовувати спецодяг, респіратор, захисні окуляри і захисні дерматологічні засоби.

При використанні переносного електрифікованого інструменту (електрощітки, електрошліфовки) необхідно надівати діелектричні гумові рукавички, а в вологих місцях – діелектричні калоші. При перерві в роботі електрофікований інструмент повинен бути відключений.

Основними причинами ураження персоналу електричним струмом є доторкання до відкритих струмоведучих частин або струмопровідних не струмоведучих елементів обладнання, які опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції або з інших причин.

Джерела живлення обладнання живляться від мережі із змінним струмом з напругою 380 В, тому ми застосовуємо занулення для захисту від ураження струмом в аварійному стані.

Зануленню підлягає електрообладнання у виробничих приміщеннях, що живиться струмом з напругою понад 42 В змінного та 110 В постійного струму. Нульовий провід додатково заземлено (багатократно), у разі не спрацювання занулення він виступить в ролі заземлення.

Двері шаф, при відкриванні яких можливий доступ до відкритих частин, що знаходиться під напругою понад 42 В змінного чи 110 В постійного струму, мають блокування, що забезпечує відключення пристроїв, що знаходяться всередині шафи, які живляться від мережі. При цьому вхідні затиски, що залишаються під напругою, захищені від випадкових доторкань, а блокування не має відкритих струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

На видних місцях шаф, що мають пристрої, які знаходяться під напругою понад 42 В змінного чи 110 В постійного струму, нанесений попереджувальний знак за ДСТУ ISO 7010:2019.

Як засоби безпеки на механічному обладнанні (наприклад, на пресі гвинтовому) використовуємо механічні огороження (панелі) із блокуючими пристроями, що виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону при роботі обладнання. Огороження зовні пофарбовані жовто-чорними смугами, які нахилені під кутом 45°.

Освітлення має істотне значення в зниженні виробничого травматизму, зменшуючи потенційну небезпеку багатьох виробничих факторів, захворювання органів зору, створює нормальні умови праці та підвищує загальну працездатність організму.

З метою оптимізації виробничого освітлення передбачено:

- використання газорозрядних джерел світла, що дає можливість підвищити рівень освітлення при електрозварювальних роботах до 300 лк при загальному освітленні без додаткових витрат електроенергії;

- обмеження прямої блискучості за рахунок вибору конструкції світильників;

- очищення світильників та вікон від забруднень один раз на три місяці;

- фарбування стін титановим або цинковим білилом з високим коефіцієнтом відбивання для видимого світла та низьким коефіцієнтом для ультрафіолетових променів.

Чистити обладнання потрібно інструментом з кольорового металу, який не дає іскри (алюміній, мідь, латунь).

Порожня тара з-під паливо-мастильних матеріалів повинна зберігатися на спеціально виділеній площадці на відстані не менше 25 м від приміщення дільниці.

На дільниці забороняється палити, користуватися відкритим вогнем, нагрітими паяльниками і переносними ручними лампами, зберігати харчові продукти і їсти.

Після закінчення роботи необхідно вимкнути пускове пристосування і рубильники; очистити від забруднень механізми, обладнання і інструменти; очистити робоче місце прибрати обладнання, інструмент, захисне приладдя і спецодяг; ретельно вимити з допомогою щітки руки теплою водою з милом. Якщо робота проводилася з речовинами, які містять свинцеві з'єднання, необхідно попередньо вимити руки 1%-ним розчином кальцеюваної соди, а потім вимити з милом, потім вимити лице теплою водою з милом, прополоскати рот і почистити зуби.

ВИСНОВКИ

У даній роботі на тему «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобіля MAZDA 3 Axela з дослідженням моделі робочого циклу бензинового ДВЗ» було виконано комплексний аналіз і обґрунтовано технічні, технологічні та наукові рішення для підвищення ефективності роботи підприємства.

Наукова новизна роботи полягає в аналізі особливостей роботи бензинового двигуна на основі моделі його робочого циклу з урахуванням сучасних вимог до екологічності та енергоефективності. Запропоновані рішення спрямовані на покращення процесів обслуговування та ремонту двигунів, що дозволяє підвищити якість виконуваних робіт і продовжити ресурс роботи автомобіля.

Практична значущість роботи полягає у створенні проекту сучасного автотранспортного підприємства, здатного відповідати високим стандартам технічного обслуговування. Результати дослідження можуть бути застосовані як у новостворених, так і на діючих підприємствах для вдосконалення процесів обслуговування та ремонту бензинових двигунів.

Отже, реалізація проекту дозволить забезпечити надійність і довговічність експлуатації автомобілів MAZDA 3 Axela, а також зробити значний внесок у розвиток галузі автосервісу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.З. Гудь, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Р.В. Хорошун. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. / О.А. Лудченко. – Київ: Знання-Прес, 2007. – 527с.
4. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисликов, В.В. Лущик – К.: Либідь, 2016. – 400 с.
5. Строков О.П. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. – К.: Грамота, 2005.
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
7. Форнальчик Є. Ю. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є.Ю. Форнальчик, Р.Я. Качмар. – Львівська політехніка, 2017 – 324 с.
8. Кукурудзяк, Ю.Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю.Ю. Кукурудзяк, В.В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
9. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

10. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня "магістр" всіх спец. денної та заочної (дистанційної) форм навч. / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

11. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – Київ: Либідь, 2000. – 400 с.

12. Докуніхін В. З., Кущевська Н. Ф., Малишев В. В. Технологічне проектування автотранспортних підприємств – Видавництво: Університет "Україна", 2021.– 146 с.

13. Андрусенко С.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

14. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

16. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

17. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .

18. Інтернет ресурси.