

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту двигуна
ЕСОТЕС Z 14 ХЕР

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Олександр
МЕЛЬНИЧУК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Тетяна НАВРОЦЬКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Марія СПРАВСЬКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2024

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)

(прізвище та ініціали)

«29» січня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Мельничуку Олександр Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту двигуна
ECOTEC Z 14 XEP

Керівник роботи Навроцька Т.Д., к.т.н., ст. викл.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17 червня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту двигуна ECOTEC Z
14 XEP

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Пристосування для зняття клапанних пружин – А1;

Відомість технологічного обладнання – А1;

Стенд для обкатування двигунів – 2А1;

Дільниця для ремонту двигунів – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 29.січня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	14.02.2024	
2	Технологічний розділ	13.03.2024	
3	Конструкторський розділ	17.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	09.05.2024	
5	Оформлення графічної частини	21.05.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	27.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Олександр МЕЛЬНИЧУК

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тетяна НАВРОЦЬКА

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу ремонту двигуна ECOTEC Z 14 XEP».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра к.т.н., старший викладач Навроцька Т.Д.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 52 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 1 сторінки додатків.

Ключові слова: діагностика двигуна, заміна компонентів двигуна, технічне обслуговування, ефективність, ремонт.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Бензиновий агрегат ECOTEC Z14XEP.....	7
1.2 Принцип роботи двигуна.....	9
1.3. Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра...	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Методи і способи діагностики двигунів ECOTEC Z 14 XEP.....	15
2.2 Розроблення ТП ремонту двигунів ECOTEC Z 14 XEP.....	22
2.3 Визначення варіантів технологічних засобів.....	28
2.4 Визначення площі секції з урахуванням потрібних проходів.....	31
2.5 Обчислення щорічної економічної вигоди від удосконалення обладнання.....	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
3.1 Огляд дизайнів стендів для монтажу та демонтажу двигунів.....	37
3.2 Викладення запропонованих вдосконалень.....	38
3.3 Обрахунок та добір різьбового пристрою.....	40
3.4 Визначення діаметру болтів.....	43
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	44
4.1 Безпека при перевірці технічного стану транспортних засобів, митті автомобілів, агрегатів, вузлів, деталей.....	44
4.2 Охорона праці під час ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ).	45
4.3 Безпека виконання обов'язкових робіт профілактичного обслуговування та ремонту.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
БІБЛІОГРАФІЯ	51
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасний світ вимагає від автомобільної індустрії не лише ефективності у виробництві, але й забезпечення надійності та довговічності автомобільних компонентів. Двигуни серії ECOTEC, розроблені корпорацією General Motors, є втіленням передових технологій і широко використовуються у багатьох моделях автомобілів. Серед них, ECOTEC Z 14 XEP вирізняється своїми характеристиками, але як і будь-яка техніка, вимагає періодичного технічного обслуговування та ремонту.

Важливість розроблення оптимального технологічного процесу ремонту для таких двигунів є незаперечною. Ефективний ремонтний процес не тільки продовжує термін служби двигуна, але й забезпечує його надійну роботу, що має критичне значення для безпеки водіїв та пасажирів. Це ставить підвищені вимоги до інженерів та механіків, які повинні володіти глибокими знаннями в механіці, електроніці та комп'ютерних технологіях для діагностики та виправлення поломок.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу ремонту двигуна ECOTEC Z 14 XEP, який включатиме діагностику, виявлення несправностей, ремонтні втручання та випробування після ремонту. Робота базуватиметься на аналізі технічної документації двигуна, використанні сучасних діагностичних інструментів і матеріалів, а також оптимізації часу та вартості ремонту.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Бензиновий агрегат ECOTEC Z14XEP

Двигун ECOTEC Z14XEP рис 1.1., 1.2. - це бензиновий двигун з родини ECOTEC, розроблений корпорацією General Motors. Ось деякі ключові характеристики та інформація про цей двигун:

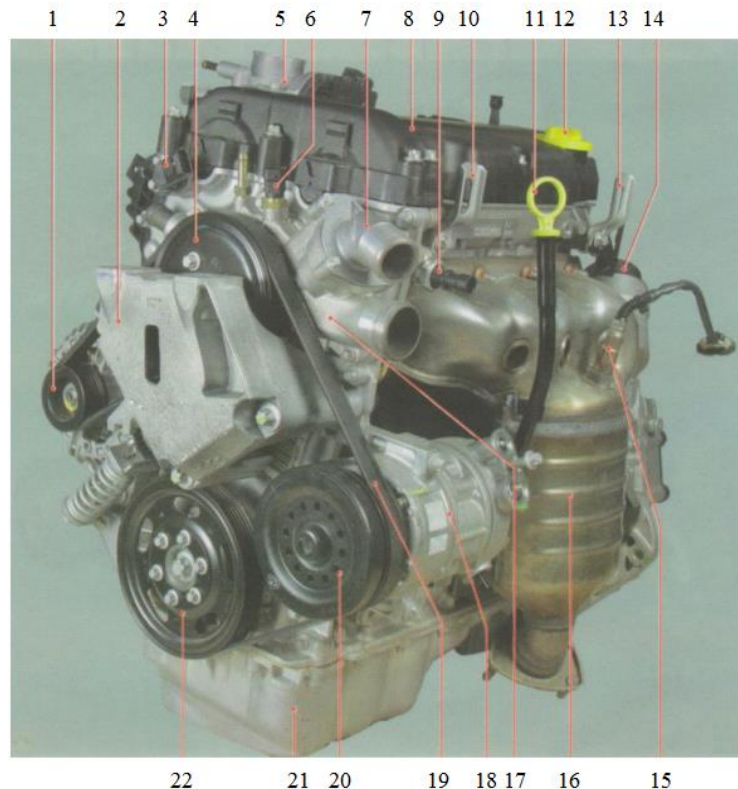
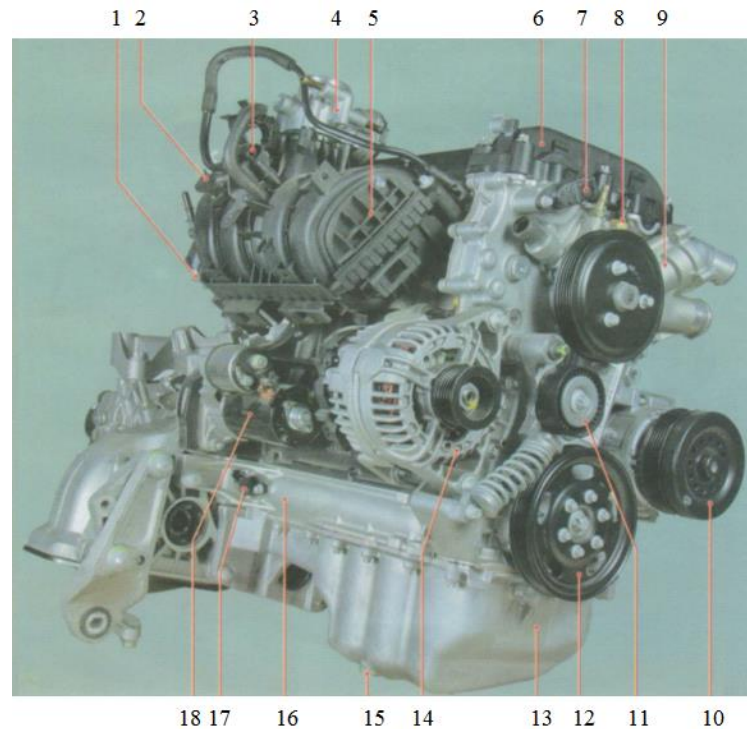


Рис. 1.1. Двигун ECOTEC Z 14 XEP:

- 1 - шків генератора; 2 - кронштейн правої опори підвіски силового агрегату;
- 3 - датчик положення розподільного вала впускних клапанів (датчик фази);
- 4 - шків водяного насоса; 5 - дросельний вузол; 6 - датчик температури охолоджуючої рідини; 7 - корпус термостата; 8 - кришка головки блока циліндрів;
- 9 - датчик аварійного падіння тиску оливи; 10,13 - транспортні вушка;
- 11 - покажчик (щуп) рівня оливи; 12 - пробка оливозаливної горловини;
- 14 - корпус оливного фільтра; 15 - керуючий датчик концентрації кисню у відпрацьованих газах; 16 - катколектор; 17 - корпус водяної помпи;
- 18 - компресор кондиціонера; 19 - пас приводу допоміжних агрегатів;
- 20 - електромагнітна муфта приводу компресора кондиціонера; 21 - оливний картер; 22 - шків приводу допоміжних агрегатів.



1.2. Двигун ECOTEC Z 14 XEP:

1 - електронний блок керування двигуном; 2 - датчик абсолютного тиску повітря у впускному колекторі; 3 - електромагнітний клапан продувки адсорбера; 4 - дросельний вузол; 5 - впускний колектор; 6 - кришка головки блоку циліндрів; 7 - датчик положення розподільного валу впускних клапанів (датчик фази); 8 - датчик температури охолоджуючої рідини; 9 - водяний насос; 10 - електромагнітна муфта приводу компресора кондиціонера; 11 - ролик натяжного пристрою паса приводу допоміжних агрегатів; 12 - шків приводу допоміжних агрегатів; 13 - оливний картер; 14 - генератор; 15 - пробка отвору для зливу оливи; 16 - плита кришок корінних підшипників колінчастого вала; 17 - датчик положення колінчастого вала; 18 - стартер.

Тип двигуна: Z14XEP є частиною ECOTEC-сімейства, яке відоме своєю ефективністю та надійністю. Це 1.4-літровий бензиновий двигун з 4 циліндрами.

Потужність та обертальний момент двигуна зазвичай виробляє близько 90 кінських сил і має максимальний обертальний момент у діапазоні від 125 до 130 Нм.

Технологія Twinport Z14XEP використовує технологію Twinport, яка дозволяє двигуну бути більш економічним завдяки кращому контролю впуску

повітря та палива. Ця технологія також допомагає знизити емісію вихлопних газів.

Цей двигун встановлювався на багато моделей автомобілів Opel/Vauxhall, таких як Corsa, Astra, та Meriva, забезпечуючи хороше поєднання потужності та економічності для малолітражних автомобілів.

Загалом двигуни ECOTEC відомі своєю надійністю. Проте, як і будь-який автомобільний двигун, Z14XEP вимагає регулярного технічного обслуговування, включно з заміною масла, фільтрів та ременів. Ключовими питаннями, на які слід звернути увагу при експлуатації, є стан системи охолодження та управління двигуном.

Ці особливості роблять Z14XEP популярним вибором для тих, хто шукає надійний і економічний двигун для свого автомобіля.

При частковому навантаженні мотору, повітря потрапляє до кожного з циліндрів через один з впускних каналів. В той же час, другий впускний клапан, хоча й може відчинятися, не приймає повітря, оскільки його канал блокується спеціальною заглушкою.

1.2 Принцип роботи двигуна

Двигун продовжує бути складною установкою, скомпонованою з множини механізмів та як машина. Будь-то чотиритактний або двотактний, бензиновий або дизельний, з одним або кількома циліндрами. Для здійснення перетворення енергії, виконання робочого циклу та забезпечення тривалої стабільної роботи потрібні наступні механізми та системи.

Ключовий рухливий елемент двигуна, який забезпечує виконання робочого циклу та завершення перетворення енергії, становить кривошипно-шатунна система рис. 1.3. Цей компонент включає в себе групу з колінчастого вала та маховика, а також блок корпусу. Під час робочого такту поршень переносить тиск газів, що спричиняє лінійне рухання циліндра. Таке рухання трансформується в обертовий рух колінчастого вала через шатун, внаслідок чого колінчастий вал генерує енергію. У тактах впуску, стиснення та випуску маховик забезпечує вивіл



Рис. 1.3. Кривошипно-шатунні механізми.

Система розподілу газів рис. 1.4. циклічно відчиняє та зачиняє впускні та випускні клапани згідно з робочим порядком та технологічною схемою роботи двигуна, щоб забезпечити потрапляння у циліндр горючої суміші або повітря та виведення з циліндра вихлопних газів, необхідних для проведення вентиляції. У більшості систем розподілу газів застосовуються конструкції з верхнім розташуванням клапанів, де ключовими елементами є групи клапанів, групи трансмісії клапанів та групи приводу клапанів.

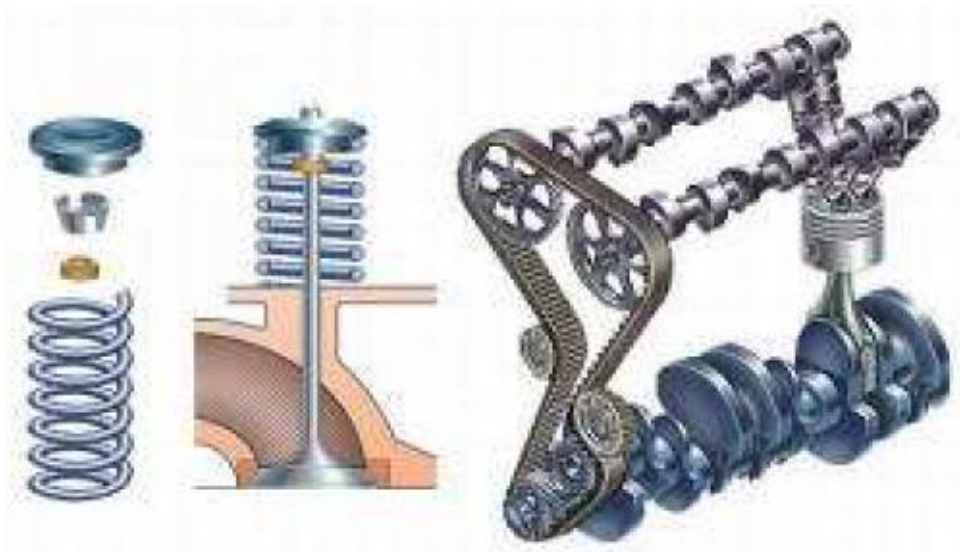


Рис. 1.4. Механізм розподілу газів у двигуні.

У бензиновому двигуні система рис. 1.5. забезпечення паливом формує необхідний обсяг та концентрацію суміші газу згідно з потребами двигуна,

передає її до циліндра та випускає вихлопні гази в атмосферу. В дизельному двигуні система доставки палива забезпечує окрему подачу дизельного палива та повітря, змішує їх у камері згоряння, де відбувається спалювання, а потім вивільняє вихлопні гази після згоряння.

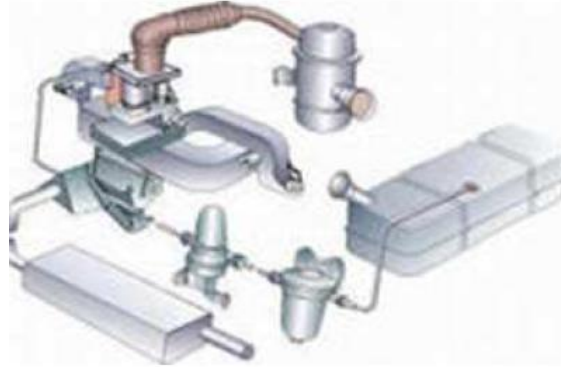


Рис. 1.5. Система постачання палива.

Задача системи мащення рис. 1.6. надавати необхідну кількість чистого масла на поверхні рухомих відносно одне одного елементів для створення рідинного тертя, зниження трення та зменшення витрати механічних частин. Поверхні компонентів очищують та охолоджують. Система мащення зазвичай включає олійні фільтри, клапани та канали для мастила.

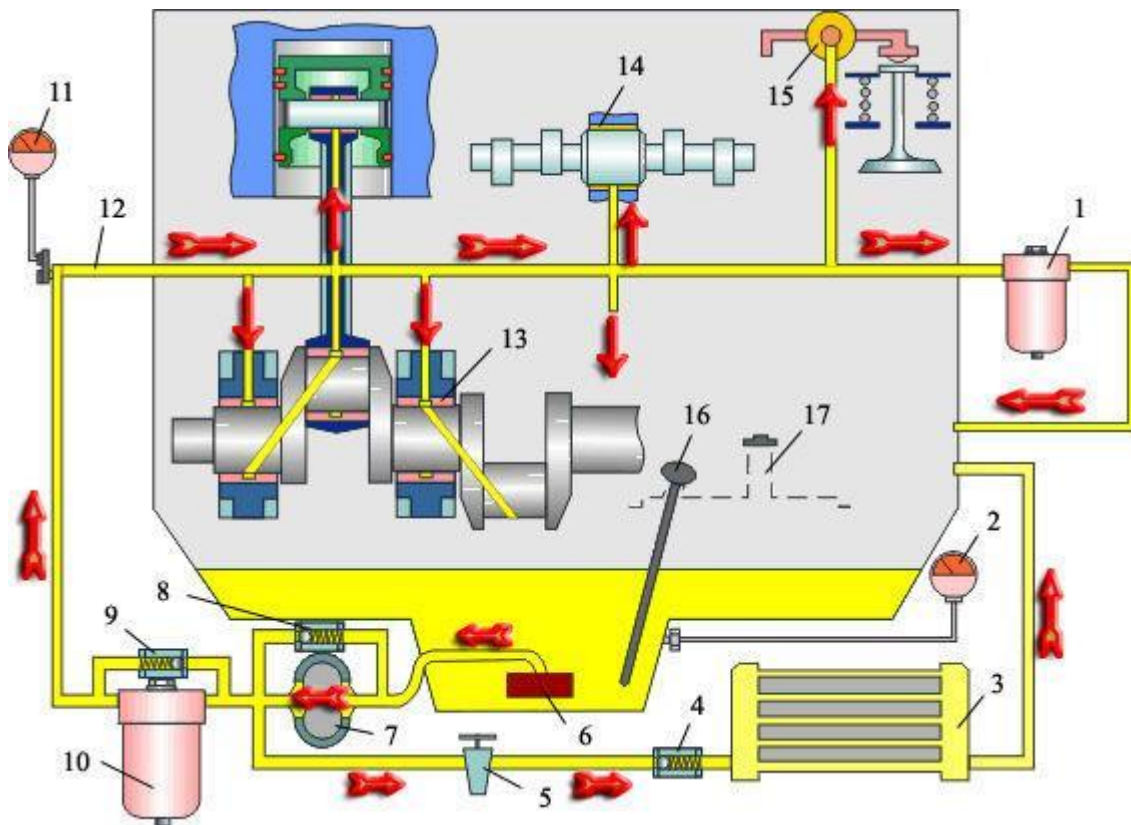


Рис. 1.6. Система мащення.

Функція системи охолодження рис. 1.7. полягає у відведенні частини тепла, яке швидко абсорбується розігрітими деталями, для того щоб двигун працював за оптимальною температурою. Охолоджувальна система водного типу включає в себе охолоджувальну рубашку, вентилятор, резервуар для води, термостат та інші компоненти.



Рис. 1.7. Система охолодження.

Система запалення. В бензинових моторах кінець свічки входить у камеру згоряння, щоб ініціювати займання горючої суміші у циліндрі, тому встановлена вона на верхній частині блоку циліндрів бензинового двигуна. Визначення система запалення включає будь-який апарат, який може створювати електричні іскри між електродами свічки запалення на вимогу. Зазвичай, система запалення містить генератор, котушку запалення та свічку запалення.

Система старту рис. 1.8. Щоб двигун перейшов зі статичного стану в активний, у циліндрі повинна спалюватися горюча суміш, яка розширюється. На початку потрібно вручну обернути колінчастий вал двигуна за допомогою зовнішньої сили. Це викликає поступально-зворотний рух поршня і обертання колінчастого вала. Після цього двигун може працювати самостійно, і робочий цикл продовжується автоматично. Весь процес, який починається з моменту обертання колінчастого вала під дією зовнішньої сили до самостійного холостого ходу двигуна, називається системою старту. Ця система є важливим компонентом для завершення процедури запуску. Вона складається з механізмів шатунно-кривошипного зв'язку, розподілу газів, подачі палива, змащення, охолодження, запалювання та старту; дизельний двигун має ті самі

механізми і системи, крім системи запалювання, яка не потрібна через компресійне запалювання.

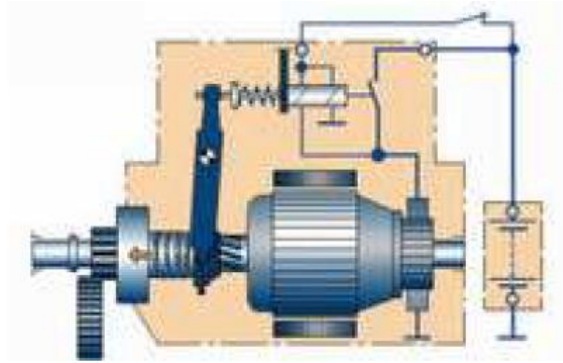


Рис. 1.8. Система запуску.

Двигуни внутрішнього згоряння з поршнями, що здійснюють зворотно-поступальний рух, містять кілька ключових елементів: механізм шатунно-кривошипного зв'язку, корпус, механізм розподілу газів, системи подачі олії, змащення, охолодження та запуску. Циліндр є металевим пристроєм циліндричної форми і служить основою для робочого циклу та генерації енергії. Кожен циліндр закривається зверху кришкою, а всередині вмонтована втулка циліндра, створюючи ущільнювальний простір зі змінюваним об'ємом, де спалюється паливо і виробляється газова енергія для руху поршня. Головною частиною системи передачі сили в двигуні внутрішнього згоряння є механізм шатунно-кривошипного зв'язку, що включає поршневу групу, шатуни, колінчастий вал і маховик. Поршнева група складається з поршнів і поршневих кілець, що герметизують циліндр під час руху поршня. Нижні кільця, звані олійними, видаляють зайву олію зі стінок циліндра, щоб запобігти її потраплянню у циліндр, а верхні кільця, іноді називані повітряними, служать для запечатування циліндра та запобігання витоку газів. Поршневий палець, що з'єднує поршень із шатуном, вміщується в отвір на поршні та малому кінці шатуна. При роботі шатуна, малий кінець здійснює зворотно-поступальні рухи з поршнем, великий кінець обертається разом із шийкою колінчастого валу навколо його осі, створюючи складний маятниковий рух.

Маховик, що знаходиться на задньому кінці колінчастого валу, приймає енергію з такту розширення, перетворюючи поступальний рух поршня на обертовий. Маховик акумулює енергію та забезпечує рівномірне обертання

колінчастого вала, що дозволяє іншим поршням функціонувати ефективно. Маса, розташована на колінчастому валу двигуна внутрішнього згорання, оптимально вирівняна, щоб нівелювати інерційні сили та зменшити вібрацію.

1.3 Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Виходячи з проведеного аналізу, бензиновий двигун ECOTEC Z14XEP демонструє ефективність та надійність.

Навести існуючі методи та способи діагностики двигунів ECOTEC Z14XEP. Аналізуйте їхні переваги та недоліки, визначте потенціал для покращень. Розробити детальний технологічний процес ремонту для двигунів ECOTEC Z14XEP. Зосередьте увагу на підвищенні ефективності ремонтних робіт. Описати можливі технологічні засоби, які можна використовувати у процесі ремонту. Обґрунтуйте вибір найбільш підходящих варіантів. Визначити необхідну площу секції для ремонту двигунів, враховуючи всі необхідні проходи та обладнання. Провести розрахунок щорічну економічну вигоду, яка може бути досягнута завдяки впровадженню удосконалень у обладнанні та процесах.

Провести аналіз існуючих дизайни стендів для монтажу та демонтажу двигунів ECOTEC Z14XEP і вкажіть, які з них потребують покращень. Провести вдосконалення для стендів, які допоможуть підвищити ефективність і безпеку робіт. Розрахувати та вибрати оптимального різьбового пристрою для використання в стендах, зосередившись на його міцності та довговічності. Визначити оптимальний діаметр болтів, що будуть використовуватися у складанні і розбиранні двигунів, для забезпечення максимальної надійності з'єднань.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Методи і способи діагностики двигунів ECOTEC Z 14 XEP

Діагностика бензинових чотирьохциліндрових двигунів здійснюється за допомогою різних методів і способів, які дозволяють виявити проблеми в роботі двигуна і запобігти серйозним поломкам. Ось декілька основних методів діагностики:

Візуальний огляд є критично важливим кроком у діагностиці бензинових чотирьохциліндрових двигунів, який дозволяє швидко ідентифікувати очевидні проблеми, які можуть вплинути на роботу двигуна. Давайте детальніше розглянемо ключові аспекти цього процесу:

Перевірка на витоки масла і охолоджувальної рідини.

Витік масла може бути видимим на зовнішніх частинах двигуна, під двигуном, або на піддоні. Це може бути ознакою несправності ущільнювачів, прокладок або інших компонентів.

Сліди антифризу на двигуні або під автомобілем можуть свідчити про проблеми з радіатором, шлангами або корпусом помпи.

Перевірка стану ременів і шлангів. Необхідно перевірити наявність тріщин, розривів або стирання на ременях привода генератора, кондиціонера, помпи охолодження. Перевірка натягу ременів також важлива для запобігання їх обриву.

Шукайте ознаки старіння, такі як тріщини, затвердіння або набрякання, які можуть призвести до витоку або зниження ефективності системи.

Загальний огляд компонентів двигуна. Переконайтесь, що всі електричні з'єднання міцні і не мають корозії, а датчики правильно прикріплені і не пошкоджені.

Включає свічки запалювання, високовольтні проводи та катушки запалювання. Необхідно перевірити їх на наявність ушкоджень або зносу.

Перевірка на наявність блокувань або витоків, які можуть вплинути на ефективність двигуна.

Цей візуальний огляд дозволяє швидко виявити очевидні проблеми, які можуть бути вирішені без глибокого розбирання двигуна, тим самим економлячи час і кошти на більш серйозні ремонти.

Перевірка рівня масла та його стану є одним із фундаментальних аспектів обслуговування та діагностики бензинових чотирьохциліндрових двигунів. Цей процес дозволяє не тільки підтримувати двигун в оптимальному стані, але й виявляти потенційні проблеми рано, що може запобігти дорогим ремонтам.

Кроки перевірки рівня масла. Запаркуйте автомобіль на рівній поверхні - це забезпечить точне вимірювання рівня масла. Дайте двигуну охолонути - ідеально вимірювати масло, коли двигун не гарячий. Це дозволяє маслу осісти в картері.

Вийміть мірний щуп - витягніть щуп, витріть його чистою безворсовою тканиною або папером і занурте назад у повній мірі.

Поновно вийміть щуп і перевірте рівень - на щупі зазвичай є позначки "MIN" та "MAX". Рівень масла повинен бути між цими позначками.

Оцінка стану масла. Чисте масло має бути прозорим з легким золотистим відтінком. Якщо масло темне або має чорний колір, це може вказувати на його високу використаність або забруднення відгоранням. В'язкість масла також важлива; якщо воно відчувається занадто густим або занадто рідким, це може свідчити про проблеми.

Наявність металевих стружок або води в маслі є явними ознаками серйозних внутрішніх проблем у двигуні. Металеві частинки можуть вказувати на аномальний знос внутрішніх компонентів.

Масло забезпечує неперервне змащення рухомих частин двигуна, знижуючи тертя та знос.

Масло переносить забруднення та відкладення від внутрішніх частин до масляного фільтра, де вони утримуються і усуваються.

Масло допомагає відводити тепло від гарячих частин двигуна.

Забезпечення чистоти та адекватного рівня масла є ключем до довговічності і надійності двигуна. Недбалість у цьому аспекті може призвести до передчасних поломок та підвищених експлуатаційних витрат.

Комп'ютерна діагностика в автомобілях здійснюється за допомогою діагностичного обладнання, яке підключається до бортового комп'ютера автомобіля через стандартний інтерфейс - зазвичай це OBD-II (On-Board Diagnostics, версія II) порт. Цей порт зазвичай розташований під кермом автомобіля.

Діагностичний прилад підключається до OBD-II порту, який є вихідним місцем для зчитування даних з різних датчиків і систем автомобіля.

Бортовий комп'ютер автомобіля записує специфічні коди помилок (DTCs), коли відчуває аномалії у роботі систем. Ці коди дозволяють механіку швидко ідентифікувати джерело проблеми.

Сучасне діагностичне обладнання може не тільки зчитувати коди, але й надавати детальний аналіз параметрів роботи двигуна та інших систем у реальному часі.

Після виправлення проблеми механік може використовувати діагностичний інструмент для скидання кодів помилок та ліквідації індикаторів несправностей на панелі приладів.

Переваги комп'ютерної діагностики. Значно скорочує час, необхідний для ідентифікації проблем.

Знижує ймовірність помилкових діагнозів та непотрібних ремонтів.

Дозволяє глибше зрозуміти роботу автомобіля, аналізуючи детальну інформацію, яку не можна отримати іншими методами.

Виявлення потенційних проблем до їх переростання в серйозні несправності.

Комп'ютерна діагностика є ключовим елементом у сучасному обслуговуванні автомобілів і є незамінним інструментом для забезпечення їх надійної та ефективної роботи.

Перевірка свічок запалювання є важливим аспектом діагностики та обслуговування бензинових чотирьохциліндрових двигунів. Стан свічок запалювання може вказувати на багато аспектів стану двигуна і якості згоряння.

Кроки перевірки свічок запалювання. Переконайтеся, що двигун вимкнено та охолонув, а автомобіль знаходиться на рівній поверхні з застосуванням усіх необхідних заходів безпеки. В залежності від моделі

автомобіля, свічки можуть бути розташовані під капотом у кожному циліндрі. Видаліть будь-які компоненти, які блокують доступ до свічок. Використовуйте спеціальний ключ для свічок, щоб уникнути пошкодження. Обережно вийміть свічки з гнізд.

Оцінка стану свічок. Наявність чорного кіптявого відкладення може вказувати на забруднення через надлишок палива або низьку температуру згоряння. Це нормальний колір відкладень, який свідчить про правильне згоряння палива. Зношені або еродовані електроди свідчать про необхідність заміни свічок, так як це може знижувати ефективність згоряння. Тріщини або сколи на керамічному ізоляторі можуть призвести до витoku напруги, що зменшує ефективність запалювання.

Вплив стану свічок на роботу двигуна. Зношені свічки можуть призвести до слабкого іскроутворення, що впливає на якість згоряння і знижує потужність двигуна. Неефективне згоряння через погане запалювання підвищує споживання палива. Неповне згоряння може призводити до збільшення токсичних викидів, таких як вуглекислий газ і нітроген оксиди.

Перевірку і заміну свічок запалювання рекомендується проводити відповідно до графіка обслуговування автомобіля, який може варіюватись від одного виробника до іншого. Регулярна заміна свічок допомагає підтримувати оптимальну роботу двигуна і мінімізувати експлуатаційні витрати.

Тест компресії є важливим діагностичним інструментом для виявлення стану внутрішніх компонентів двигуна, таких як поршні, кільця, клапани та циліндрова головка. Цей тест дозволяє оцінити здатність циліндра утримувати тиск, який є критичним для належного згоряння палива та повітря в двигуні. Двигун повинен бути теплим, щоб забезпечити точніше вимірювання. Запустіть двигун на кілька хвилин, щоб прогріти його до робочої температури.

Відключення системи запалювання та паливної системи. Це запобігає запуску двигуна під час тестування. В багатьох автомобілях може бути достатньо від'єднати кабель маси від акумулятора.

Зніміть всі свічки, щоб дозволити компресору вимірювати тиск безпосередньо в циліндрах.

Компресометр встановлюється у свічковий отвір. Переконайтеся, що він герметично прилягає, щоб уникнути витоку повітря.

Крутіть стартером двигун (без запуску), доки манометр не покаже максимальний тиск, який циліндр може створити. Запишіть тиск для кожного циліндра.

Залежать від моделі двигуна, але зазвичай коливаються в межах 10-15% для кожного циліндра.

Може вказувати на проблеми з поршневими кільцями, клапанами або циліндровою головкою в конкретному циліндрі.

Низька компресія в декількох циліндрах: Якщо низькі показники спостерігаються одночасно в декількох циліндрах, особливо якщо вони знаходяться поруч, це може вказувати на більш серйозні проблеми, такі як тріщина в циліндровій головці або блоку циліндрів.

Тест компресії може рано виявити серйозні проблеми, перш ніж вони призведуть до дорогого ремонту або повної відмови двигуна. Регулярне тестування допомагає підтримувати двигун в оптимальному стані, забезпечуючи його ефективність і надійність. Виявлення і усунення невеликих проблем на ранніх стадіях може значно продовжити термін служби двигуна.

Перевірка системи запалювання та паливної системи - оцінка компонентів, таких як котушки запалювання, паливний насос, і фільтри, щоб забезпечити належне запалювання і подачу палива.

Аналіз вихлопних газів є критичним інструментом для визначення загального стану двигуна та його впливу на довкілля. Цей процес дозволяє виявити рівні окремих компонентів вихлопних газів, які можуть вказувати на різні проблеми з двигуном або його системами.

Зазвичай використовується спеціалізоване обладнання, яке під'єднується до вихлопної системи автомобіля. Це обладнання збирає гази, які виходять з двигуна під час роботи.

Використовуючи газоаналізатор, можна виміряти рівні різних складників, таких як вуглекислий газ (CO₂), монооксид вуглецю (CO), водень (H₂), оксиди азоту (NO_x), та вуглеводні (HC).

Результати аналізу порівнюються зі стандартами, щоб визначити, чи працює двигун ефективно та чи відповідають викиди нормативам.

Високий рівень CO (монооксид вуглецю). Це може вказувати на неповне згоряння палива. Проблеми можуть включати неправильну регулювання карбюратора чи системи впорскування палива, несправність свічок запалювання або проблеми з системою запалювання.

Високий рівень HC (вуглеводні). Вказує на витік палива у вихлопні газу без згоряння. Це може бути викликано несправними клапанами, зношеними поршневыми кільцями, або неправильною роботою каталізатора.

Високий рівень NOx (оксиди азоту). Виникає при високих температурах згоряння, що може бути результатом занадто малої кількості палива (перегрів) або несправності системи EGR (вихлопної рециркуляції газів).

Діагностика допомагає ідентифікувати конкретні проблеми в двигуні та потребу в регулюванні або ремонті.

Екологічна безпека забезпечує, що викиди від автомобіля не перевищують дозволені норми, сприяючи зменшенню забруднення повітря.

Правильно налаштований двигун з оптимальним спалюванням палива може знизити витрати на паливо та підвищити ефективність автомобіля.

Таким чином, регулярний аналіз вихлопних газів є ключовим для підтримання здоров'я двигуна та зниження екологічного впливу транспортних засобів.

Динамічні випробування двигуна є важливою складовою загального процесу діагностики та обслуговування автомобілів. Ці тести дозволяють оцінити реальну роботу двигуна в умовах, що максимально наближені до експлуатаційних. Такий підхід допомагає виявити потенційні проблеми, які можуть не бути очевидними при статичних випробуваннях. Види динамічних випробувань

На стенді (Bench Testing):

Моторний стенд. Тестування двигуна на спеціальному обладнанні, що імітує роботу двигуна під різними навантаженнями і в різних режимах. Це дозволяє точно виміряти потужність, крутний момент, споживання палива, викиди та інші важливі параметри.

Динамометричний стенд. Використовується для вимірювання вихідної потужності двигуна безпосередньо через його вал. Це дає змогу точно оцінити продуктивність двигуна і виявити втрати потужності в трансмісії.

Дорожні випробування. Виконуються на звичайних дорогах або спеціалізованих треках. Такі тести дозволяють оцінити, як двигун поводить себе в реальних дорожніх умовах, включаючи реакцію на прискорення, стабільність на високих швидкостях, поведінку при різких змінах навантаження та ефективність використання палива.

Потужність і крутний момент. Визначають здатність двигуна розвивати максимальну продуктивність.

Робочі температури. Моніторинг температур двигуна в різних режимах роботи для визначення його охолоджувальної ефективності.

Викиди. Аналізується склад вихлопних газів для перевірки екологічності двигуна.

Споживання палива: Вимірюється кількість палива, яке двигун використовує в різних умовах.

Значення динамічних випробувань. Виявлення проблем, які можуть не проявлятися під час звичайних перевірок.

Оптимізації роботи двигуна, що дозволяє підвищити ефективність, знизити споживання палива і зменшити викиди.

Планування технічного обслуговування та ремонтів на основі отриманих даних про реальну роботу двигуна.

Динамічні випробування, таким чином, є невід'ємною частиною комплексної програми діагностики та обслуговування, забезпечуючи довговічність та надійність транспортного засобу.

Комбінація цих методів дозволяє глибоко проаналізувати стан чотирьохциліндрового бензинового двигуна і вчасно виявити потенційні проблеми, щоб забезпечити надійну роботу автомобіля.

2.2 Розроблення ТП ремонту двигунів ECOTEC Z 14 XEP

Основні проблеми, що виникають у бензиновому моторі ECOTEC Z 14 XEP, та методи їх вирішення представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Перелік типових проблем бензинового двигуна ECOTEC Z 14 XEP та методи виправлення.

Неспрпвності	Методи усунення
Мотор не запускається	
Відсутній тиск палива у паливній лінії: заблоковані паливні шланги	Очистити та прочистити паливний резервуар і паливні лінії.
нефункціональний паливний насос	Встановити нову помпу.
забитий паливний фільтр	Поміняти фільтр.
дефектний регулятор тиску палива	Оглянути регулятор, у разі виявлення несправності - замінити.
Дефекти в системі заплення	Оцінити справність свічок запалювання (забруднення, вологість на електродах, знос електродів та інтервал), блоку запалювання, а також надійність електричного з'єднання у роз'ємі блоку запалювання.
Мотор функціонує нерівно або зупиняється при роботі на холостих обертах.	
Низький тиск у паливній системі.	Див. проблему Мотор не стартує.
Дефектний регулятор холостих оборотів.	Замініть регулятор холостих оборотів.
Проникнення повітря через шланги системи вентиляції картера та шланг, що з'єднує впускний маніфолд з вакуумним підсилювачем гальм.	Затягніть хомутні з'єднання, зношені шланги замінить.
Непрацездатна система запалення.	Перевірте ефективність системи налаштування кута займання за допомогою стробоскопа.

Мотор не досягає максимальної потужності.	
Недостатнє відчинення дроселя.	Очистіть або поміняйте дросельну заслінку.
Пошкоджений сенсор положення дросельної заслінки.	Поміняйте дросельну заслінку.
Дефектний сенсор положення акселератора.	Поміняйте акселератор.
Низький тиск у паливній системі.	Див. проблему Мотор не стартує.
Засмічений фільтр повітря.	Замініть повітряний фільтр.
Нефункціональна система запалення.	Див. проблеми Мотор не стартує і Мотор функціонує нерівно або зупиняється на холостих.
Занижена компресія - менше 1 мегапаскаля.	
Пошкоджена прокладка головки блоку циліндрів	Замініть прокладку.
Прогоріння поршнів, злам або закоксування поршневих кілець	Видаліть нагар з кілець та канавок поршнів, замініть пошкоджені кільця та поршень.
Недостатнє прилегання клапанів до їхніх місць	Встановіть нові клапани, відполіруйте сидла.
Значне зношування циліндрів та поршневих кілець	Поміняйте поршні, проведіть розточування та хонінгування циліндрів.
Знижений тиск масла у розігрітому моторі.	
Застосування непідходящого типу масла.	Використовуйте масло, яке рекомендовано виробником.
Розведення або утворення піни в маслі через втручання палива або охолоджувальної рідини у масляний картер.	Усуньте причини потрапляння палива або охолоджувальної рідини в масляний картер.
Засмічення внутрішньої камери або	Очистіть або відновіть масляний

знос компонентів масляного насоса. Забруднення масляного фільтра.	насос.
Ослаблення монтажу або забруднення маслоприймача.	Поміняйте масляний фільтр. Зафіксуйте маслоприймач, очистіть його фільтр.
Збільшені зазори між корінними та шатунними вкладишами підшипників та шийками колінчастого валу.	Відшліфуйте шийки колінчастого валу і замініть вкладиші.
Тріщини або пори у стінках масляних каналів блоку циліндрів або забруднення масляних магістралей.	Відремонтуйте блок циліндрів або замініть його, якщо не можливо усунути дефекти.
Негерметичне прилягання або відсутність заглушок масляних каналів.	Відновіть герметичність заглушок і встановіть недостаючі заглушки.
Гул корневих підшипників колінчастого валу.	
Зазвичай це глухий, металевий стук. Він проявляється при раптовому розкритті дросельної заслінки на холостих обертах. Частота цього стуку зростає зі збільшенням швидкості обертання колінчастого валу. Надмірний осьовий зазор у колінчастому валу призводить до більш гострого стуку з непостійними інтервалами, який стає особливо помітним при плавному збільшенні та зменшенні обертів колінчастого валу.	
Занижений тиск масла.	Див. проблему Знижений тиск масла у розігрітому моторі.
Ослаблення болтів кріплення маховика.	Затягніть болти.
Зростання зазору між шийками і корінними вкладишами підшипників.	Відшліфуйте шийки і встановіть нові вкладиші.
Збільшення зазору між торцевими фланцями вкладишів четвертого корінного підшипника та колінчастим валом.	Поміняйте вкладиші четвертого корінного підшипника на нові та перевірте зазор.

Гул підшипників шатунних.	
<p>Переважно, гул шатунних підшипників гостріший, ніж у корневих. Його можна почути на холостих обертах мотора при раптовому відкритті дросельних заслінок. Локалізувати джерело стуку можна, послідовно вимикаючи свічки запалювання.</p>	
Занижений тиск масла.	Див. проблему Знижений тиск масла у розігрітому моторі.
Збільшений зазор між шатунними шийками колінчастого вала та вкладишами.	Замініть вкладиші та відшліфуйте шийки.
Поршні стукають	
<p>Стук зазвичай м'який, тихий; спричинений "ударами" поршня у циліндрі. Найчіткіше його можна почути при низьких обертах колінчастого вала та під час навантаження.</p>	
Зрослий зазор між поршнями та циліндрами.	Встановіть нові поршні, проведіть розточування та хонінгування циліндрів.
Занадто великий зазор між поршневыми кільцями та їхніми канавками у поршні.	Замініть кільця або комплекти поршнів з кільцями.
Некоректне монтаж поршня (орієнтація отвору під поршневий палець спрямована до лівого боку двигуна).	Монтуйте поршень коректно.
Збільшений шум від механізму розподілу газів.	
Зменшений тиск масла в системі змащення.	Див. проблему Знижений тиск масла у розігрітому моторі.
Злам пружини клапана.	Замініть пружину.
Збільшений зазор між стержнем клапана та направляючою втулкою через їх знос.	Встановіть клапан наступного розміру після ремонту, відповідно розточивши отвір його направляючої.

Знос кулачків на розподільчому валу.	
Ослаблення монтажу компонентів, що активуються розподільним валом.	Замініть розподільний вал. Перевірте та за потреби затягніть кріплення.
Стукіт у холодному моторі, що спостерігається протягом 2-3 хвилин після старту і посилюється зі зростанням швидкості обертів колінчастого валу.	
Стукіт поршнів, який припиняється після розігріву двигуна, не вказує на поломку.	
Розширений зазор між поршнями та циліндрами.	У разі стійкого стуку виконайте заміну поршнів, проведіть розточування та хонінгування циліндрів.
Миттєвий стук відразу після запуску мотора.	
Застосування масла неправильної специфікації (з пониженою густиною).	Здійснити заміну масла на рекомендоване.
Підвищений осьовий проміжок у колінчастому валу.	Оновити вкладиші четвертого основного підшипника.
Розширений проміжок у передньому основному підшипнику.	Замінити вкладиші в передньому основному підшипнику.
Шуми у розігрітому моторі на холостих обертах.	
Зменшення натягу та знос ременя, що приводить у дію додаткове обладнання.	Здійснити заміну ременя, що приводить допоміжні агрегати.
Шум компонентів механізму розподілу газів.	Перегляньте проблему Збільшений шум механізму розподілу газів.
Застосування масла невідповідної марки.	Замініть масло на те, яке рекомендовано.
Розширені проміжки між поршневыми штифтами та отворами у сківах поршнів.	Оновіть поршні та їх штифти.
Розширені проміжки між шатунними шийками колінчастого вала та їх шийки.	Замініть вкладиші та відшліфуйте шийки.

вкладишами.	
Нерівномірність вісей верхньої та нижньої головок шатуна.	Оновить шатун.
Некоректне встановлення поршня (позиціонування отвору для поршневого штифта спрямоване до лівої сторони двигуна).	Коректно встановить поршень.
Гучні ударні звуки у нагрітому моторі зі зростанням оборотів колінчастого вала.	
Злам демпфера торсійних коливань або основи шківів.	Замістити зламану компоненту.
Занадто тісне натягування ременя, що приводить допоміжні агрегати, або поява тріщин та поривів на ньому.	Настроїти тягучість ременя, оновити пошкоджений ремінь.
Ослаблення фіксації маховика.	Закрутити болти фіксації маховика.
Значне розширення проміжків між вкладишами шатунних і корінних підшипників колінчастого вала.	Переобробити шийки до ремонтного розміру та оновити вкладиші.
Зростання вібрацій мотора.	
Незбалансованість колінчастого вала.	Демонтувати та відкалібрувати колінчастий вал.
Різні показники компресії у циліндрах.	Оцінити рівень компресії у циліндрах.
Підушки кріплення двигуна сильно зношені або стали жорсткими.	Оновити підушки.
Ослаблені кріплення шківів.	Закрутити кріплення.
Детонаційні звуки мотора при роботі під навантаженням.	
Застосування палива з нижчим октановим індексом.	Заправити паливом з належним октановим індексом.
Поломка електронного блоку управління двигуном.	Оновити блок.
Двигун перегрітий	

Незадовільний обсяг охолоджувальної рідини у системі.	Додати охолоджувач до системи охолодження.
Засмічена зовнішня сторона радіатора.	Промити зовнішню частину радіатора водяним потоком.
Поломка термостата.	Оновити термостат.
Дефектний електровентилятор охолоджувальної системи.	Перевірити мотор вентилятора, датчик температури охолоджувальної рідини, реле активації вентилятора. Замінити дефектні компоненти.
Нефункціональний клапан кришки радіатора (не закривається, через що система перебуває під атмосферним тиском).	Оновити кришку розширювального бачка.

2.3 Визначення варіантів технологічних засобів

До складу технологічного оснащення належать як стаціонарні, так і мобільні станки, а також інструменти, необхідні для проведення технічного обслуговування та поточних ремонтних робіт на транспортних засобах.

У комплект організаційного устаткування входять шафи, робочі столи та полиці для зберігання компонентів, модулів та деталей, а також підставки для обладнання та контейнери, що займають простір у приміщенні.

До комплекту технологічних засобів включені апаратура та інструментарій, необхідні для реалізації завдань у приміщенні.

Кількість основної апаратури визначається на основі рівня її використання. Якщо апаратура функціонує безперервно протягом зміни, то обсяг таких одиниць, позначений як Q_{OB} , вираховується згідно із трудомісткістю завдань, що виконуються на ній, за вказаною формулою:





$$Q_{OB} = \frac{T_{OB}}{\Phi_{OB}}, \text{ одиниць}$$









При інтервальному застосуванні апаратура вибирається з урахуванням можливості виконання усіх дій технологічного ланцюга проектуємого відділу, а також з метою максимізації механізованої та автоматизованої роботи відповідно до останніх прогресів у сфері створення авторемонтного та діагностичного обладнання. Під час відбору апаратури слід застосовувати схему технологічного процесу відділу.

Зазвичай, устаткування, необхідне для роботи у виробничому цеху, вибирається на основі технічних вимог, оскільки його застосування є інтервальним. Вид та модель устаткування визначаються відповідно до специфікацій технологічного ланцюга виробництва.

Обране устаткування, включаючи організаційне та технологічне оснащення, представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.– Перелік технологічного устаткування.

№ п/п	Назва	Тип, модель	Зовнішній вигляд	Кількість	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²
1	2	3	4	5	6	7
1	Мийна ванна для деталей	Flexbimesc 5903		1	700×500	0,35
2	Мийна машина (мийка великих деталей, вузлів, агрегатів)	MAGIDO L916		1	1460×1670	2,44
3	Верстат для розточування циліндрів двигуна	277П		1	1200×1170	1,4
4	Верстат для хонінгування циліндрів двигуна	3K833		1	1300×1470	1,91

5	Слюсарний верстак двотумбовий	01-205-GL		1	1600×866	1,39
6	Лещата	100MM INTER- TOOL HT-0051		1	100×320	0,032
7	Тумба інструментальна пересувна	ТИП-1		1	450×500	0,22
8	Прилад універсальний для перевірки і правки шатунів	221 Ш		1	580×260	0,15
9	Прилад для визначення пружності клапанних пружин і поршневих кілець	КИ - 40		1	570×170	0,097
10	Стенд для запресування поршневих пальців			1	900×400	0,36
11	Стенд кантувач для ремонту двигунів	R11 RAV		1	1490×900	1,34
12	Підвісна кран-балка	ПТ-054		1	4000×1500	6,0
13	Верстат для шліфування клапанів	SERDI HVR90		1	805×866	0,7
14	Верстат для притирання клапанів	SERDI S3.0		1	1440×1050	1,51
15	Шафа для зберігання деталей ШПГ і ГРМ	СШІ- 01.10.00		1	950×500	0,48

16	Стенд для розбирання і збирання головок блоків циліндрів			1	870×400	0,35
17	Стед для випробування масляних насосів	СТ.441429		1	2400×2000	4,8
18	Стенд для випробування компресорів	АКТБ - 133		1	884×710	0,63
19	Скрина для відходів			1	700×400	0,28
20	Скрина для обтиральних матеріалів	2249 -П		1	800×400	0,32
Разом						24,76

2.4 Визначення площі секції з урахуванням потрібних проходів

У випадку, коли в приміщенні не планується розташування автомобіля або кузова, площу приміщення обчислюємо використовуючи наступну формулу:

$$F_{\text{сід}} = f_{\text{об}}^{\text{заг}} \cdot K_{\text{ц}}$$

$$f_{\text{об}}^{\text{заг}} = 24,76 \text{ м}^2.$$

$$K_{\text{ц}} = 4.$$

Тоді.

$$F_{\text{сід}} = 24,76 \cdot 4 = 99 \text{ м}^2 .$$

Приймаємо $F_{\text{сід}} = 99 \text{ м}^2$.

Під час проектування вибір розмірів простору для зони ремонту двигунів становить 9×11 метрів.

2.5 Обчислення щорічної економічної вигоди від удосконалення обладнання

Застосування обладнання для монтажу та демонтажу двигунів вантажних транспортних засобів забезпечує покращення якості технічного обслуговування та ремонтів, а також зменшення часу, необхідного для їх виконання. Рішення щодо доцільності введення нових пристосувань, які вдосконалюють процеси сервісу транспортних засобів, базується на оцінці економічної вигоди, що вимірюється річним обсягом виробництва в автотранспортній галузі за розрахунковий рік.

Застосування обладнання для монтажу та демонтажу двигунів вантажних транспортних засобів з ручним управлінням сприяє покращенню якості технічного обслуговування та зниженню часу, потрібного для його виконання.

Розрахунок економічного ефекту проводимо відповідно до наступної формули:

$$E_{\phi} = (C_o - C_n) \cdot N_p - E_n \cdot B_m$$

Обчислимо вартість виробництва до та після удосконалення.

Вартість проведення процедур включає розрахунок матеріалів, витрат на робочу силу та амортизацію обладнання, що дозволяє отримати повне уявлення про економічну ефективність модернізації.

$$C_o = Z_o + Z_{\delta} + B_{c.сmp.} + B_n$$

За стандартним сценарієм, проводиться порівняння ключових показників ефективності до та після впровадження змін, що дозволяє оцінити реальну вигоду від модернізації.

$$Z_o = \frac{l_{\text{год(III)}} \cdot t_n^{\delta}}{60} = \frac{9,64 \cdot 2}{60} = 0,32 \text{ грн.}$$

Приймаємо $t_n^{\delta} = 2 \text{ хв.}$

$$Z_{\delta} = 0,3 \cdot Z_o = 0,3 \cdot 0,32 = 0,096 \text{ грн.}$$

$$B_{c.сmp.} = 0,38 \cdot (Z_o + Z_{\delta}) = 0,38 \cdot (0,32 + 0,096) = 0,158 \text{ грн.}$$

$$B_n = \frac{130}{100} \cdot (Z_o + Z_{\delta}) = \frac{130}{100} \cdot (0,32 + 0,096) = 0,541 \text{ грн.}$$

$$C_o = 0,32 + 0,096 + 0,158 + 0,541 = 1,115 \text{ грн.}$$

За запропонованою моделлю, аналізуємо потенційні покращення процесів та можливі зменшення витрат, що надасть змогу краще розуміти ефективність запланованих змін.

$$z_o = \frac{l_{\text{год(III)}} \cdot t_n^n}{60} = \frac{0,64 \cdot 0,4}{60} = 0,064 \text{ грн.}$$

Приймаємо. $t_n^n = 0,4 \text{ хв.}$

$$z_o = 0,3 \cdot z_o = 0,3 \cdot 0,064 = 0,019 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{с.стр.}} = 0,38 \cdot (z_o + z_o) = 0,38 \cdot (0,064 + 0,019) = 0,032 \text{ грн.}$$

$$B_n = \frac{130}{100} \cdot (z_o + z_o) = \frac{130}{100} \cdot (0,064 + 0,019) = 0,108 \text{ грн.}$$

$$C_n = 0,064 + 0,019 + 0,032 + 0,108 = 0,223 \text{ грн.}$$

Щорічні заощадження становлять: значення, яке відображає зменшення витрат у результаті оптимізації процесів, підвищення ефективності виробництва та зниження експлуатаційних витрат.

$$E_p = (C_o - C_n) \cdot N_p = (1,115 - 0,223) \cdot 1000 = 892,1 \text{ грн.}$$

Обчислюємо збільшення витрат, пов'язані з удосконаленням обладнання, включаючи витрати на закупівлю нових компонентів, внесення змін у конструкцію та потребу в додаткових ресурсах для встановлення та налагодження нового обладнання.

$$B_m = B_{\text{пр}} + B_{\text{мат}} + z_{\text{дод}} + B_{\text{с.стр.}} + B_n.$$

Визначаємо витрати на проектування за наступним рівнянням, яке враховує кількість годин роботи інженерів, ставки оплати та вартість використаних матеріалів та ресурсів.

$$B_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ГОД.К}} \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{Д}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{B_{\text{ідр}}}{100}\right) \cdot K_{\text{НВ.К}}.$$

Приймаємо. $T_{\text{пр}} = 3,5 \text{ год}$ $l_{\text{ГОД.К}} = 4,3 \text{ грн.}$

$$H_{\text{Д}} = 30\% \quad B_{\text{ідр}} = 38\% \quad K_{\text{НВ.К}} = 130\%. \quad H_{\text{Д}}=30\% \quad B_{\text{ідр}}=38\% \quad K_{\text{НВ.К}}=130\%.$$

$$B_{\text{пр}} = 3,5 \cdot 4,3 \cdot \left(1 + \frac{30}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{38}{100}\right) \cdot 2,3 = 264,28 \text{ грн.}$$

Обчислюємо вартість матеріалів, необхідних для створення обладнання, включаючи витрати на метал, пластик, електронні компоненти та інші спеціалізовані матеріали, які потрібні для виготовлення та зборки пристосування.

Таблиця 2.3. Затрати на придбання готової продукції.

Деталі, вузли	Кількість	Ціна в грн. за одиницю	Всього, грн.
Гвинтова передача	1	268,2	368,2
Надставка	1	85,56	85,56
Хомут	8шт.	0,95	5,19
Метиз	38шт.		22,96
Всього по деталям			494,83

Таблиця 2.4. Затрати на матеріали для виробництва обладнання.

Деталі	Кільк.	Маса, кг.	Матеріал	Ціна грн за кг.	Всього, грн.
Підставка	1	3,02	Сталь 3	5	25,67

Загальні витрати на матеріали та купівлю деталей включають вартість сировини, компонентів та комплектуючих, необхідних для повного виготовлення та збирання пристосування.

$$B_{mat} = 484,53 + 26,67 = 511,2 \text{ грн.}$$

Оплата праці за модернізацію обладнання включає заробітну плату інженерів, технічного персоналу та інших фахівців, залучених до процесу вдосконалення, а також додаткові виплати за понаднормову роботу та стимулюючі премії.

$$Z_{od} = \sum_{i=1}^m t_{H(i)} \cdot Z_{zod(i)} \cdot K_o$$

Винагорода за додаткову працю включає оплату за понаднормові години, премії за досягнення визначених результатів, а також інші додаткові виплати, передбачені за виконання додаткових обов'язків.

$$Z_{zod} = 1,3 \cdot 6,04 = 7,85 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.5. Оплата праці за модернізацію обладнання.

Назва операції	Трудоміст - кість, год.	Розряд роботи	Тарифна ставка, грн.	Коефіцієнт, що враховує умови роботи	Зарплата, грн
Зварювальна	0,25	4	11,34	1,11	3,15
Складальна	0,3	3	9,64	1,0	2,89
Всього					6,04грн.

Внески до соціального страхування включають обов'язкові платежі на медичне страхування, пенсійні відрахування та інші соціальні гарантії, передбачені законодавством для забезпечення соціального захисту працівників.

$$B_{c.ctr.} = 0,38 \cdot 7,85 = 2,98 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати включають непередбачені витрати, витрати на транспорт і логістику, адміністративні збори, а також будь-які інші витрати, що можуть виникнути в процесі реалізації проєкту.

$$B_n = 1,3 \cdot 7,85 = 10,21 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на модернізацію обладнання включають всі витрати на матеріали, закупівлю деталей, оплату праці, внески до соціального страхування, а також додаткові та непередбачені витрати, пов'язані з удосконаленням процесу.

$$B_m = 264,28 + 511,2 + 7,85 + 2,98 + 10,21 = 796,52 \text{ грн.}$$

Фінансова вигода включає в себе сумарні заощадження, отримані в результаті зниження витрат на виробництво, підвищення ефективності та продуктивності, а також інші економічні переваги, досягнуті завдяки впровадженню удосконалень.

$$E = E_p - 0,15 \cdot B_m = 892,1 - 0,15 \cdot 796,52 = 772,62 \text{ грн.}$$

Термін повернення інвестицій визначається як період, протягом якого початкові вкладення в модернізацію повністю компенсуються за рахунок отриманої фінансової вигоди та знижених витрат на виробництво.

$$T_{ок} = \frac{B_m}{E_{рiч}} = \frac{796,52}{892,1} = 0,89 \text{ року.}$$

Досягнутий економічний ефект у розмірі 772,62 грн та термін окупності, що є меншим за нормативний ($T_p = 0,89 < T_n = 6,67$ років), підтверджують доцільність впровадження даного пристосування.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд дизайнів стендів для монтажу та демонтажу двигунів

Стенд універсального типу Р776Е (див. рис. 3.1) створений для монтажу та демонтажу V-образних двигунів, трансмісій, задніх осей та інших компонентів вітчизняних та зарубіжних виробників з максимальною вагою до 2000 кг. Управління стендом відбувається вручну за допомогою черв'ячного редуктора. Обертання конструкції можливе на 360 градусів.

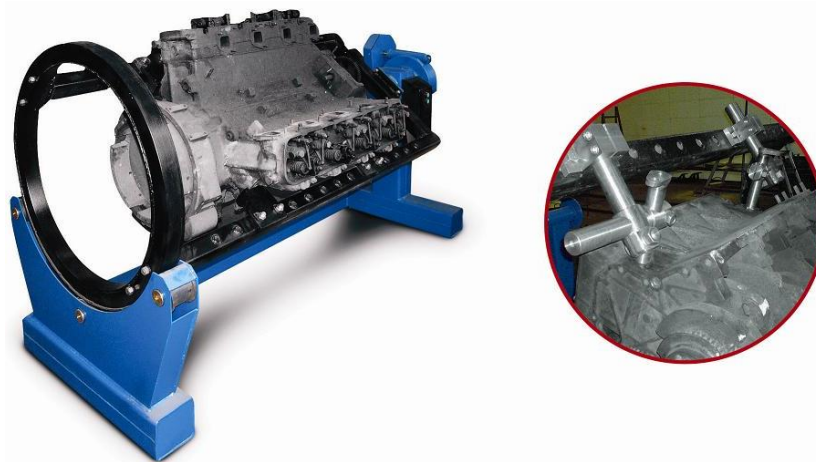


Рис. 3.1. Універсальний стенд для монтажу та демонтажу двигунів Р776Е.

Стенд універсального типу Р1250 (див. рис. 3.2) розроблений для монтажу та демонтажу двигунів, які важать до 1250 кг у підвішеному стані. Управління стендом відбувається вручну за допомогою черв'ячного редуктора. Обертання конструкції можливе на 360 градусів.



Рис. 3.2. Універсальний стенд для монтажу та демонтажу двигунів Р1250.

Стенд WW-HV-1500 для демонтажу двигунів (див. рис 3.3) створений для обслуговування двигунів та трансмісій. Його вантажопідйомність складає 1,5 тони. Функція обертання встановленого двигуна на 360 градусів та можливість регулювання висоти (250 мм) сприяють зручності роботи. Автоматична зупинка забезпечує безпеку при обертанні та позиціонуванні вантажу.

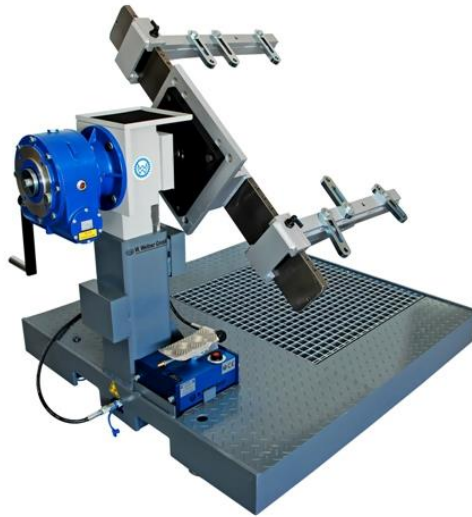


Рис. 3.3. Стенд WW-HV-1500 для демонтажу двигунів.

Для фіксації двигунів застосовуються спеціалізовані адаптери, призначені для певних моделей двигунів, які придбаваються окремо.

3.2 Викладення запропонованих вдосконалень

Структурне проектування кваліфікаційної роботи стосується устаткування для обслуговування та ремонту двигунів. Універсальний стенд призначений для виконання демонтажних та монтажних операцій двигунів, вага яких не перевищує 900 кг.

Модель стенду – стаціонарна, дозволяє обертати двигун у одному напрямку.

Метод фіксації двигуна – через фланець картера зчеплення.

Приводна система – використовує електромотор, який через клинопасову передачу та черв'ячний редуктор з верхнім розміщенням вала передає рух.

Швидкість обертання фланця – 6 об/хв.

Конструкція стенду (див. рис. 3.4) дозволяє виконувати обертання двигуна навколо його осі, що паралельна осі колінчастого вала.

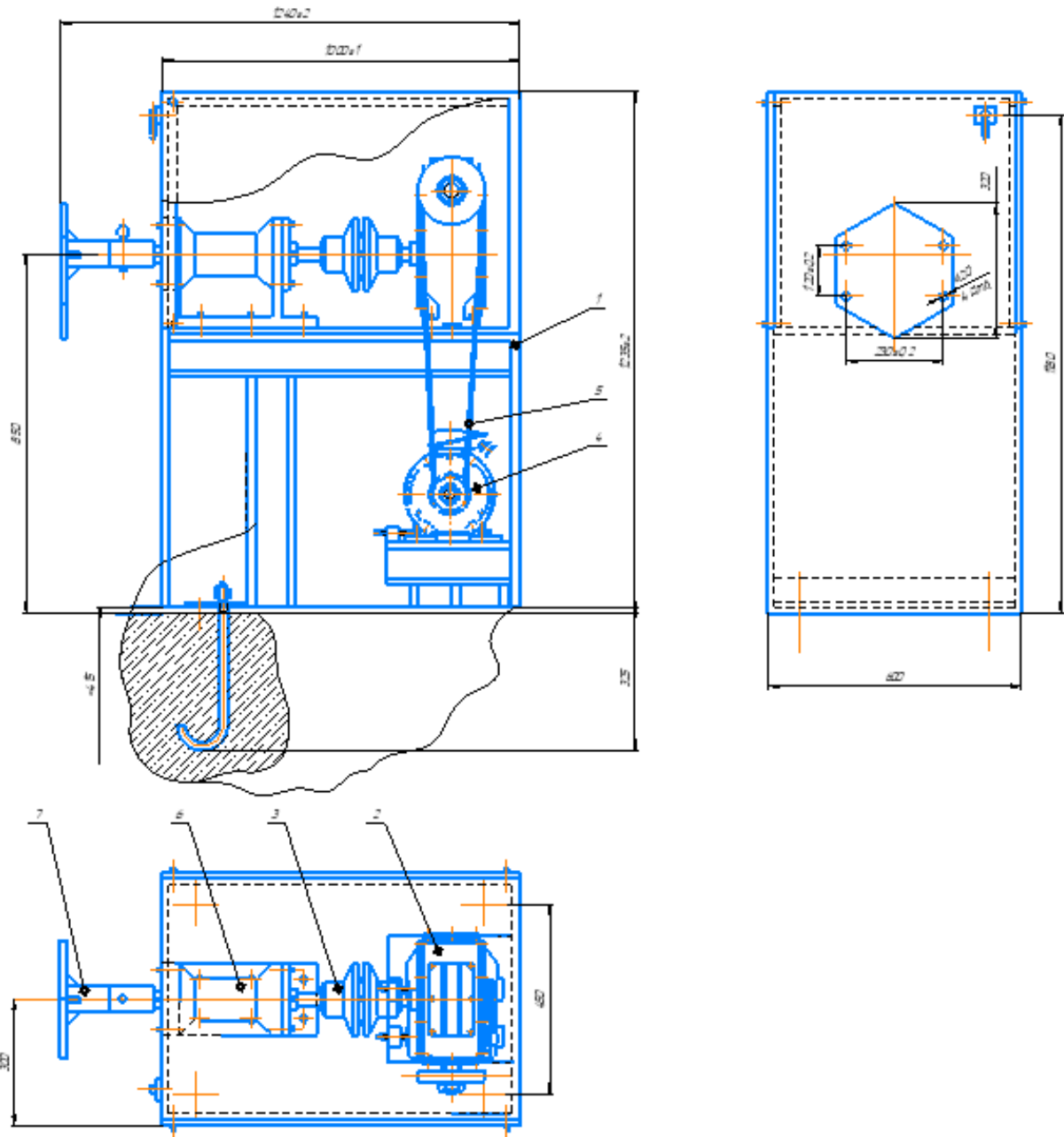


Рис. 3.4. Універсальний стенд для монтажу та демонтажу двигунів:
1 – рама; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – муфта; 4 – електродвигун; 5 – клинопасова передача; 6 – опора; 7 – фланець.

Стенд оснащено рамою 1, на якій встановлений механізм для обертання, що включає черв'ячний редуктор 2, муфту 3, електромотор 4 та клинопасову передачу 5. На рамі розміщена опора 6, до якої прикріплено вал на підшипниках. На кінці вала встановлено фланець 7, нижня частина якого зроблена зігнутою і з'єднана з знімним фланцем за допомогою двох стопорних штифтів, фіксація яких забезпечується за допомогою засувки. Під шків

встановлюваного двигуна передбачено монтаж опорної стійки, яка знижує навантаження на вал і зменшує дію моменту перекидання на раму стенду. Для керування роботою стенду використовується барабанний перемикач.

Функціонування стенду відбувається наступним способом. До картера зчеплення ремонтного двигуна приєднується знімний фланець, і за допомогою ліфтингового обладнання двигун розміщується на стенді таким чином, що знімний фланець охоплює круглу кромку стаціонарного фланця стенду, встаючи між опорами. Відповідно, отвори на фланцях зливаються. У ці отвори вставляються штифти, які закріплюються засувкою. Запуск механізму стенду виконується за допомогою ручки барабанного перемикача, що має три положення ручки.

нейтральна позиція – зупинка;

крайня права – обертання за годинниковою стрілкою;

крайня ліва – обертання проти годинникової стрілки.

Крутний момент передається від електромотора через клинопасову передачу, черв'ячний редуктор і з'єднувальну муфту до валу, на якому закріплено двигун. Робітник за допомогою ручки контролює стенд, розташовуючи двигун у вигідному положенні для проведення розбирання чи складання встановленого двигуна.

3.3 Обрахунок та добір різьбового пристрою

Шуруп діє за принципом компресії та обертання. Встановлюємо середні розміри діаметру різьблення, виходячи з критеріїв довговічності:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \psi_z \xi [p]}}$$

Приймаємо: $P = 16 \text{кН}$. $\psi_z = 2$; $\xi = 0,541266$. $[p] = 13 \text{ Н/мм}^2$.

$$d_2 = \sqrt{\frac{16000}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,541266 \cdot 13}} = 29,03 \text{мм}$$

Конструкційно обираємо метричне навінчування з такими характеристиками: зовнішній розмір діаметра $d = 30 \text{мм}$ діаметр середній

$d_2 = 28,51$ мм діаметр внутрішній $d_1 = 26,752$ мм різьбовий крок $s = 2,5$ мм, глибина робочого контуру $H_1 = 1,624$ мм, радіус $r = 0,288$ мм.

Для комфорту та захисту під час фіксації, різьблення силового болта має відповідати критеріям самоблокування:

$$\alpha < \phi'.$$

Встановлюємо величину кута нахилу спіральної траєкторії:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d^2}.$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,5}{3,14 \cdot 20,0} = 0,02654.$$

За величиною $\operatorname{tg} \alpha$ визначаємо безпосередньо кутовий параметр $\alpha = 1^{\circ}52'$.

Обчислюємо відповідний кут обрису:

$$\phi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \delta}.$$

Приймаємо: $f = 0,15$; $\delta = 30^{\circ}$.

$$\phi' = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^{\circ}} = 9^{\circ}50'.$$

Отже, критерій самоблокування різьби болта дотримано, оскільки еквівалентний кут профілю перевищує кут нахилу спіральної траєкторії.

Здійснюємо оцінку болта на міцність. Для цього обчислюємо його гнучкість:

$$\lambda_1 = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}}.$$

Приймаємо: $\mu = 2$; $l = 640$ мм.

Обчислюємо радіус інерції, використовуючи наступне рівняння:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}}.$$

$$I_{\min} = \frac{\pi d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 26,752^4}{64} = 3863,6 \text{ мм}^4.$$

Визначаємо об'єм поперечного профілю болта визначається шляхом множення площі його поперечного перерізу на довжину.

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 26,752^2}{4} = 220,3 \text{ мм}^2$$

Відповідно.

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}} = \sqrt{\frac{3863,6}{220,3}} = 4,19 \text{ мм.}$$

Вносячи отримані дані в рівняння для обчислення гнучкості болта, розраховуємо цю величину, що дозволяє зрозуміти його здатність витримувати навантаження без деформації.

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot 640}{4,19} = 128,88.$$

Розраховуємо кількість обертів різьблення у корпусі болта застосунку згідно з наступними критеріями:

обмеження на одиничний тиск у різьбі при умові рівномірного розподілу навантажень на кожен виток:

$$z = \frac{P}{\pi d_2 H_1 [p]}.$$

Приймаємо: $P = 16000 \text{ Н.}$; $d_2 = 28,51 \text{ мм}$; $H_1 = 1,624 \text{ мм.}$; $[p] = 13 \text{ Н/мм}^2$.

$$z = \frac{16000}{3,14 \cdot 28,51 \cdot 1,624 \cdot 13} = 12,8$$

Приймаємо $z = 13$ витків.

за критерієм довговічності при розрахунку на розрив, визначаємо оптимальну товщину та матеріал гвинта, щоб забезпечити необхідну стійкість до механічних пошкоджень під час експлуатації.

$$z = \frac{P}{\pi d a [\tau]_{\text{сп}}}.$$

Приймаємо: $P = 16000 \text{ Н.}$ $d = 30 \text{ мм.}$

$$a = s - 2r = 2,5 - 2 \cdot 0,288 = 1,924 \text{ мм}$$

Приймаємо: $[\tau]_{\text{сп}} = 100 \text{ Н/мм}^2$.

$$z = \frac{16000}{3,14 \cdot 30 \cdot 1,924 \cdot 100} = 1,32 \text{ витків.}$$

Обираємо кількість витків один.

З двох визначених показників, кількість обертів різьблення вибираємо більшу та розраховуємо загальну висоту різьблення гайки:

$$H = s \cdot z = 2,5 \cdot 25 = 64 \text{ мм}$$

Таким чином, встановлюємо товщину пластинки у 64 мм, що забезпечує достатню міцність та стабільність в з'єднанні деталей.

3.4 Визначення діаметру болтів

Елементи, що вважаються вразливими, зазнають навантажень від сил, генерованих силовим механізмом.

Матеріал болта: Сталь 20Г.

Термічна обробка: нормалізація.

Максимально допустиме напруження на розрив: $[\tau_3] = 50 \text{ МПа}$.

Здійснюємо визначення діаметру болта на основі міцності при розриві:

$$[\tau_3] = \frac{P}{A_3}$$

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{P_{m.u.}}{[\tau_3]}$$

Тоді.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{m.u.}}{\pi \cdot [\tau_3]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,019$$

З огляду на конструкційні вимоги, обираємо діаметр болтів – 20 мм, що забезпечує необхідну міцність та надійність з'єднання в умовах передбачуваних навантажень.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Безпека при перевірці технічного стану транспортних засобів, митті автомобілів, агрегатів, вузлів, деталей

У місцях виконання та під час виконання робіт з перевірки технічного стану т/з можуть мати місце такі основні НШВФ: - наїзди автомобілів на працівників; - падіння працюючих з буфера, підніжки, естакади, в оглядову канаву тощо; - падіння деталей, вузлів, агрегатів;- знижена температура повітря у холодний період року; - недостатня освітленість.

Перевірку технічного стану при випуску т/з на лінію та поверненні їх з лінії необхідно проводити при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах. Виняток - випробування гальм та рульового керування.

Входити в оглядову канаву для перевірки технічного стану т/з та виходити з неї необхідно через тунель, розташований збоку від проїзду.

Для огляду т/з при недостатньому освітленні необхідно користуватися переносним світильником, який відповідає вимогам безпеки, що були розглянуті раніше.

На території КТП не повинно бути пролитих ПММ та льоду. У холодний період року температура повітря в оглядових канавах КТП повинна бути не нижче +16° С.

Ворота КТП відчиняються тільки для в'їзду /виїзду/ автомобілів. Забороняється утримувати ворота відчиненими та проходження людей через них. Швидкість руху автотранспорту через КТП - не більше 10 км/год.

Випробування гальм на ходу проводять на спеціально обладнаній площадці. Для регулювання гальм після їх перевірки необхідно зупинити автомобіль і виключити двигун. При випробуванні гальм на стенді необхідно вжити заходи, що виключають самовільне скочування автомобіля з валиків стенда.

У місцях миття т/з, агрегатів, вузлів і деталей можуть мати місце такі основні НШВФ: - падіння працівників, а також падіння деталей, вузлів, агрегатів; - наїзди т/з на працівників; - термічні фактори /опіки гарячою

рідиною, концентрованими лужними розчинами, полум'ям; - наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин; - підвищена відносна вологість повітря.

Миття автомобілів, агрегатів, вузлів та деталей повинно проводитися у спеціально відведених приміщеннях або на відкритих площадках. Для миття та знежирення повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки.

Підлога на постах миття повинна мати шорстку /рифлену/ поверхню. Робоче місце машиніста мийних машин при механізованому митті автомобілів повинне розташовуватися у водонепроникній кабіні. Перед в'їздом до приміщення механізованої мийки повинна бути обладнана світлова сигналізація, яка сповіщає, що дозволяється заїзд автомобілів на пост; Під час роботи механізованої мийки забороняється знаходитися на шляху руху автомобілів. Пост відкритого шлангового /ручного/ миття повинен розміщуватись в зоні, ізольованій від відкритих струмонесучих провідників та обладнання, що знаходяться під напругою.

Миття деталей, які контактують з етилованим бензином, здійснюють тільки після нейтралізації відкладень тетраетилсвинцю. Концентрація лугових розчинів повинна бути не більше 2-5 %; після миття ними потрібне обов'язкове промивання гарячою водою. Забороняється застосовувати бензин та інші ЛЗР невідомого складу для протирання автомобілів, знежирення і миття деталей, вузлів і агрегатів.

4.2 Охорона праці під час ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ)

Успішність боротьби з травмами пошкодженнями різного типу під час ремонту ДВЗ залежить переважно від знання правил техніки безпеки та їх чіткого дотримання. При цьому рівень техніки безпеки підвищується в залежності від застосування спеціального пристосування та інструментів: зйомників, розбірних стендів, гідравлічних і пневматичних пресів тощо. Для

кожного типу ДВЗ є свої пристосування, які полегшують працю робітника і зводять до мінімуму роботу за допомогою ручного інструменту, а значить, і ймовірність травм. Працюючий зобов'язаний уміти користуватися спеціальними пристосуваннями, але в тих випадках, коли без найпростіших ручних інструментів не обійтися, слід дотримуватися загальних правил і прийомів техніки безпеки, які прийняті в слюсарному виробництві.

Особа, яка керує ремонтом, несе відповідальність за інструктаж безпосередніх виконавців робіт і бригадирів, за технічну підготовку робіт і забезпечення робітників справним інструментом, пристроями, запобіжними і захисними засобами та здійснює належний контроль за дотриманням правил безпеки. Особи, які беруть участь в ремонті, несуть відповідальність за дотримання правил безпеки в межах правил і обов'язків щодо займаної посади.

Протипожежні пристрої та інвентар на період ремонту, завжди мають бути справні, вентиляція увімкнена особливо при ремонті карбюраторних ДВЗ. У холодну пору року приміщення повинно опалюватися, освітлення на робочому місці має бути рівномірним. Користуватися відкритим по-лум'ям, переносними електролампами напругою більше 12 В забороняється. При випробуванні деталей гідравлічним або повітряним тиском не можна перевищувати значень випробувального тиску.

Роботи, пов'язані з підніманням і переміщенням важких деталей, повинні виконуватися підйомними механізмами і пристосуваннями. Забороняється піднімати колінчасті вали, зав'язані тільки одним кінцем тросу, застосовувати одинарні троси, накладати їх на гак підйомного механізму без петлі, здійснювати будь-які роботи з деталями, що знаходяться в припіднятому стані, проходити або стояти під ними, залишати в такому стані без підмостки не більше 5 хв деталі масою понад 250 кг.

Переносний електричний інструмент застосовують тільки за умови його повної справності і надійного заземлення, яке забезпечується за допомогою спеціальних розеток, у яких розташування контактів має бути таким, щоб увімкнення контакту «земля» штепсельної вилки на фазовий контакт було неможливим.

На обладнанні, введеному в ремонт, вентилях трубопроводів, що знаходяться в ремонті, потрібно вивішувати плакати з написом «Ремонт», а вентилях трубопроводів, які ведуть до діючого обладнання, обв'язувати ланцюгом і замикати на замок або пломбувати. Всі відкриті колодязі, канали, люки мають бути надійно огорожені, а виходи, проходи, трапи — вільні.

Коли при ремонті двигун треба демонтувати і доставити в дільницю, то для транспортування його встановлюють на спеціальні «козли» з обов'язковим закріпленням до них лап, щоб виключити можливість переміщення двигуна. Категорично забороняється розміщувати поблизу двигуна, резервуарів або баків з паливно-мастильними матеріалами балонів з киснем. При найменшому витіканні кисню стане-ться вибух рідкого палива або масла, навіть за відсутності відкритого полум'я.

4.3 Безпека виконання обов'язкових робіт профілактичного обслуговування та ремонту

Основні НШВФ, які можуть мати місце при виконанні таких видів робіт:

- падіння вивішених частин т/з;
- падіння кузова автомобіля-самоскида при обслуговуванні та ремонті гідропідйомника;
- падіння перекидної кабіни вантажного автомобіля;
- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;
- падіння працюючих;
- наїзд автомобіля;
- термічні фактори, в т.ч. пожежі; осколки металу, що відлітають;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин;
- недостатнє освітлення; знижена температура повітря у холодний період року.

Автомобіль на оглядовій канаві повинен бути установлений так, щоб був вільним не тільки основний, а й запасний вихід.

В'їзд - виїзд у приміщення і постановка автомобілів на пости ТО і Р здійснюється з дозволу та під керівництвом відповідальної особи - майстра чи начальника дільниці.

Автомобілі, агрегати та деталі, що направляються на пости ТО і Р, повинні бути вимиті, очищені від бруду і снігу.

При обслуговуванні автомобіля на підйомнику на пульті управління підйомником повинна бути вивішена табличка з написом "Підйомник не включати - працюють люди". Плунжер підйомника у робочому /піднятому/ положенні повинен надійно фіксуватися упором /штангою/що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.

У приміщеннях ТО і Р з потоковим рухом автомобілів обов'язкове улаштування сигналізації яка своєчасно попереджує працюючих на лінії обслуговування про момент початку руху автомобіля з поста на пост або про виїзд автомобіля. Переміщення здійснюється тільки після подання сигналу.

Перед вивішуванням частини автомобіля підйомними механізмами /крім стаціонарних/ необхідно спочатку встановити т/з на рівній поверхні, зупинити двигун, загальмувати стоянкове гальмо, підставити під колеса, що не підіймаються, упорні колодки у автобуса перевірити стан опорної площадки кузова. Під вивішені частини т/з повинні бути встановлені підставки /козелки/ у місцях, вказаних в технологічній документації.

У виконанні робіт, пов'язаних із зняттям та установленням агрегатів, повинні брати участь два слюсарі з ремонту автомобілів /або замість одного слюсаря - водії, після проходження відповідного інструктажу/.

При підніманні перекидної кабіни, вона повинна бути надійно зафіксована. Забороняється підіймати кабіну з несправним запірним механізмом, упором-обмежувачем, страховим пристроєм.

При виконанні робіт на висоті понад 1 м робітники повинні бути забезпечені і користуватися спеціальними помостами, естакадами, площадками або драбинами - стрем'янками. Застосовувати приставні драбини не дозволяється. Забороняється виконувати одночасно роботи в одній площині на декількох рівнях. При проведенні робіт на висоті інструмент, деталі чи матеріали повинні знаходитись у сумці або спеціальних ящиках.

При використанні перекидача попередньо надійно укріплюють на ньому автомобіль, зливають паливо, охолоджувальну рідину, щільно закривають маслорозливну горловину двигуна, знімають акумуляторну батарею.

Забороняється пуск двигуна автомобіля на постах ТО і Р працівникам, які не мають на це права. При включенні двигуна необхідно передбачати відведення вихлопних газів за межі приміщення.

При необхідності виконання робіт під автомобілем, що перебуває поза межами оглядової канави, підйомника, естакади, робітники повинні забезпечуватися і користуватися лежачками.

Для роботи попереду та позаду автомобіля і для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками.

Усі регульовальні роботи на двигуні, за винятком регулювання карбюратора та кута випередження запалювання, повинні проводитися при виключеному двигуні.

При проведенні ремонту паливних баків, а також паливо проводів, через які може витікати паливо із баків, останні перед ремонтом повинні бути повністю звільнені від нього. Зливання палива здійснюється у місцях, що виключають можливість його загорання.

Важкодоступні точки мащення необхідно змащувати за допомогою наконечників з гнучким шлангом або наконечників з шарнірами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота охоплює всебічний аналіз бензинового агрегату ECOTEC Z14XEP, від його принципу роботи до економічних аспектів модернізації обладнання. Технічні та технологічні розділи докладно розглядають методи діагностики, ремонтні процеси, варіанти технологічних засобів та економічні вигоди.

Конструкторський розділ фокусується на огляді та вдосконаленні стендів для роботи з двигунами, включаючи детальні розрахунки необхідних компонентів.

Важливим аспектом є також розрахунок щорічної економічної вигоди від удосконалення обладнання, що підкреслює практичну цінність виконаної роботи. Загалом, робота демонструє комплексний підхід до дослідження та вдосконалення процесів технічного обслуговування та ремонту двигунів, забезпечуючи підвищення якості та ефективності цих процесів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Сахно В. П. Експлуатаційні властивості автомобілів / В. П. Сахно. К.: Видавництво «КВІЦ», 2006. 174 с.
3. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
4. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
5. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
6. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
7. 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.
8. Кузьмінський Р.Д., Шарibuра А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с
9. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.

10. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
11. Шапко В.Ф., Шапко С.В. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.
12. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
17. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184с.