

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки

Кафедра автомобілів і транспортних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

АіТТ.274220.019-00 ПЗ

до кваліфікаційної роботи

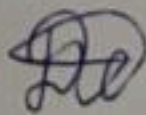
освітнього ступеня «бакалавр»

Галузь знань 27 – «Транспорт»

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

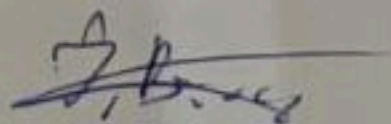
на тему: **«Удосконалення технологічного процесу у відділенні
діагностики та обслуговування систем живлення легкових
автомобілів»**

Виконав: студент групи ААГ – 22



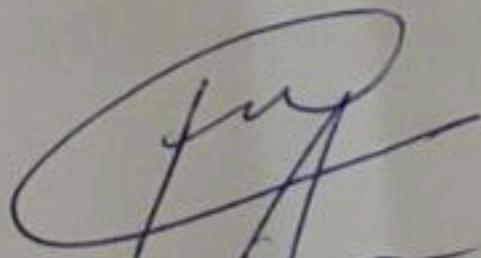
Дмитро СТЕЛЬМАХ

Керівник роботи



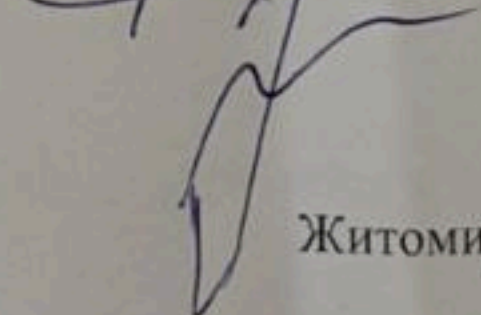
Іван ВІТЮК

Завідувач кафедри



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент



Микола Монзаровський

Житомир – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра: автомобілів і транспортних технологій
Освітній ступінь: «бакалавр»
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 274 – Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АіТТ
Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ
« 28 » 05 2024р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня бакалавр
Стельмаха Дмитра Володимировича

- 1. Тема роботи: «Удосконалення технологічного процесу у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів» затверджена наказом вищого навчального закладу від «28» травня 2024 року №220\с Керівник роботи: Іван ВІТЮК
- 2. Строк подання студентом завершеної роботи 08.06.2024 р.
- 3. Вихідні дані до роботи: довідникова література, нормативно-правові документи, зібрані дані з переддипломної практики.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): технологічний розділ, конструкторський розділ, економічний розділ, список використаних джерел, додатки.

Дата видачі завдання «15» лютого 2024 р.

					АіТТ.274220.019-00 ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Технологічний розділ	20.02.2024	виконано
2.	Конструкторський розділ	11.04.2024	виконано
3.	Економічний розділ	02.05.2024	виконано
4.	Висновки до роботи	24.05.2024	виконано
5.	Оформлення роботи	05.06.2024	виконано

Студент



Дмитро СТЕЛЬМАХ

Керівник роботи

AB = 2

Іван ВІТЮК

					АИТТ.274220.019-00 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

[illegible]

АНОТАЦІЯ

До кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» на тему: «Удосконалення технологічного процесу у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів» студента групи ААГ-22 державного університету «Житомирська політехніка» Стельмаха Дмитра Володимировича, керівник Вітюк Іван Васильович.

Пояснювальна записка виконана у об'ємі 56 сторінок та 6 листів формату А1 графічного матеріалу.

У цій кваліфікаційній роботі розглядається конструкція стенду для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна.

У технологічному розділі проведено розрахунок річного об'єму робіт у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів та проведено розрахунок площі відділення та підбір необхідного обладнання.

У конструкторському розділі роботи описано стенд та особливості його конструкції, розраховано окремі механізми та деталі на міцність. Розроблена технологічна карта на діагностику та промивання форсунок інжекторного двигуна.

В економічному розділі проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у відділенні.

На завершення зроблені висновки про актуальність роботи.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
Висновки до розділу.....	26
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	27
Висновки до розділу.....	46
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	47
Висновки до розділу.....	52
ВИСНОВКИ.....	53
Список використаних джерел.....	54
Додатки.....	56

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технологічного процесу у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Стельмах							
Перевір.	Вітюк						6	56
						«Житомирська політехніка» зп ААГ-22		
Н. Контр.	Вітюк							
Затверд.	Шумляківський							

ВСТУП

Сучасні автомобілі забезпечені передовими пристроями контролю роботи двигуна та трансмісії, комп'ютер розраховує майже все. Комп'ютер сучасного автомобіля розраховує кількість повітря, що надходить в циліндри двигуна, залишок кисню у відпрацьованих газах до каталізатора та після, враховує якість палива, стиль водіння і на підставі цього подає необхідну кількість палива в циліндри.

Бензин – неоднорідна рідина, а суміш легких і більш важких фракцій вуглеводнів. Відповідно, ті з них, що легше – згоряють швидше та безболісніше, а важкі горять довше і утворюють нагар на елементах двигуна. Але крім самих вуглеводнів у бензині є й інші речовини, які не сприяють здоров'ю двигуна: смоли, домішки, присадки та добавки[7,8].

Саме вони в міру проходження паливним трактом і, особливо, згорання в циліндрах двигуна, покривають все, з чим мають справу, небажаними відкладеннями. І якщо в паливній магістралі нічого особливого не відбувається, так як температура трохи вище атмосферної, то в гарячому двигуні страждають не тільки циліндри, поршні та прилеглі деталі, а й пристрої паливоподачі – форсунки.

Форсунка – пристрій, що впорскує паливо в камери згорання двигуна, яка безпосередньо впливає на те, як це паливо буде виконувати свої функції. Справна та чиста форсунка розпорошує паливо подібно до простого побутового балончика зі спреєм, і, зрозуміло, форма рідини, що розпилюється, в цьому випадку - конусоподібна.

Основні характеристики форсунки, які нас цікавлять це кут розпилення палива та розмір мікро-крапельок, що утворюються при цьому. Разом вони формують так званий факел розпилення, який тим краще, чим краще кожна з характеристик, зазначених вище, адже паливо згорятиме швидше і повніше у разі, якщо воно буде розпорошено на більший кут і з меншим розміром частинок.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При роботі форсунки нагріваються, і з часом на робочій частині сопла з'являється наліт тих речовин, про які ми говорили на початку. Результат очевидний: факел розпилу змінює свою ідеальну конусоподібну форму, паливо розпорошується гірше, або взагалі починає впорскуватися цівкою. Система керування двигуном намагається компенсувати погіршення згоряння кількістю палива, що подається і втрата динаміки разом з провалами при русі: паливо горить нерівномірно, не дозволяючи забезпечувати заявлені характеристики двигуна[9,10].

Як будь-який механізм, двигун і його системи вимагають постійного обслуговування, яким би не був у вас сучасним автомобіль, і паливна система не виняток. Під час експлуатації форсунки система живлення забруднюється смолами та шлаками, які не здатний утримати жоден фільтр. Процес забруднення протікає досить повільно і водій поступово адаптується до цього не помічаючи процес[11].

Мета і задачі роботи:

Мета бакалаврської роботи - представлення заходів, щодо удосконалення технологій проведення робіт у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести розрахунок у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів;
- провести аналіз обладнання для обслуговування форсунок;
- розробити конструкцію стенду для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна;
- розробити технологічну карту на діагностику та промивання форсунок інжекторного двигуна;
- провести розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1. Розробка проекту виробничого приміщення

1.1. Ознайомлення з модельним рядом автомобілів.

1.1.1. Легковий автомобіль DAEWOO LANOS

Daewoo Lanos (рис. 1.1) — легковий передньопривідний автомобіль малого класу із варіантами кузова седан, хетчбек, фургон та кабріолет.

Вперше був представлений на Женевському автосалоні 1997 року. В Україні складався з 1998 року: спочатку методом великовузлового складання з корейських машинокомплектів на Чорноморському заводі автоагрегатів. На початку 2000 року було розпочато великовузлове збирання з польських машинокомплектів заводу FSO. 2004 року налагоджено повномасштабне виробництво на Запорізькому автомобілебудівному заводі, яке закінчилось у 2017 році. Бензинові двигуни різних модифікацій вироблялися на заводах: Кореї, Польщі, Румунії, та Мелітопольському моторному заводі в Україні.

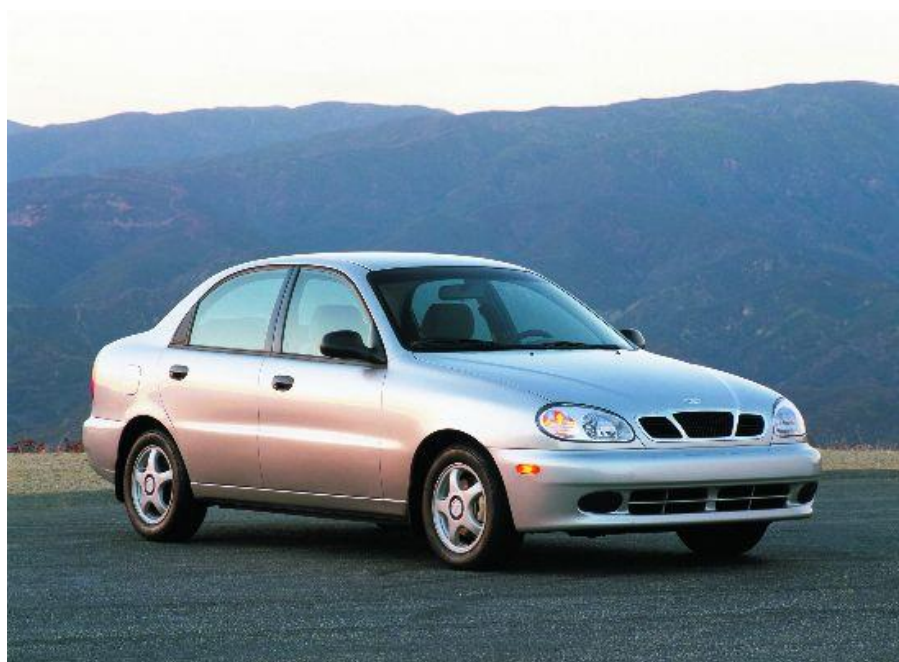


Рис.1.1. - Автомобіль DAEWOO LANOS

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Автомобіль має загальну довжину до 4,2 метрів, висоту до 1,4 метра та ширину до 1,6 метра (рис 1.2).

Кузов Lanos має простий і практичний дизайн, з мінімалістичними лініями та формами, що робить його вигідним у виробництві та зручним для обслуговування. Кузов виготовлений із сталі, що забезпечує міцність та стійкість до пошкоджень. Однак, з часом, він може бути схильний до корозії, особливо в умовах високої вологості або у використанні в регіонах з соленою атмосферою. Має хороші аеродинамічні характеристики, що допомагає знизити опір повітря та підвищити паливну ефективність.

Кузов Lanos компактний, що робить автомобіль маневровим та зручним для водіння в міських умовах, а також полегшує паркування.

Незважаючи на компактні розміри кузова, автомобіль пропонує достатній простір для пасажирів та багажу, забезпечуючи зручність під час поїздок. Хоча дизайн кузова Daewoo Lanos може здатися простим, він має функціональність і задовольняє потреби більшості користувачів.

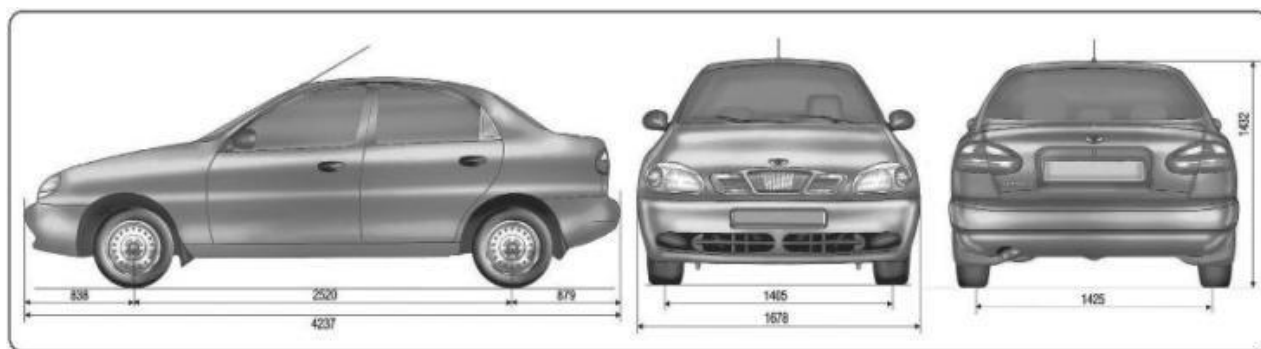


Рис. 1.2. – Габаритні розміри DAEWOO LANOS

Daewoo Lanos залишається популярним автомобілем серед тих, хто шукає доступний і надійний транспортний засіб. Ключові особливості кузова сприяють його популярності та довговічності на ринку.

1.2. Легковий автомобіль Chevrolet Aveo

Chevrolet Aveo (рис.1.3) — це компактний автомобіль, який був розроблений південнокорейською компанією Daewoo (зараз частиною General Motors) і продавався під різними брендами, включаючи Chevrolet. Aveo був вперше представлений у 2002 році і став популярним у різних країнах завдяки своїй доступності, надійності та простоті обслуговування.



Рис.1.3. – Автомобіль Chevrolet Aveo

В Україні Aveo другого покоління збиралося з SKD комплектів на ЗАЗі.

У стандартну комплектацію Chevrolet Aveo першого покоління входить водійська подушка безпеки, підтягувачі ременів безпеки, кріплення ISOFIX. У більш дорогих комплектаціях присутні обидві передні подушки безпеки (пасажирська з функцією деактивації), антиблокувальна система гальм. А в топової комплектації передбачені і бічні подушки. У той же час, автомобіль отримав неважливі оцінки в краш-тестах різних організацій. Наприклад, у випробуваннях EuroNCAP в краш-тесті 2006 року Aveo продемонстрував непоганий результат по захисту дітей і пішоходів, але ось що стосується дорослих, що сидять попереду, то ризик отримання травм, несумісних з життям, виявився занадто високим, особливо у водія.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Автомобіль має загальну довжину до 3,9 метрів, висоту до 1,5 метра та ширину до 1,5 метра (рис 1.4).

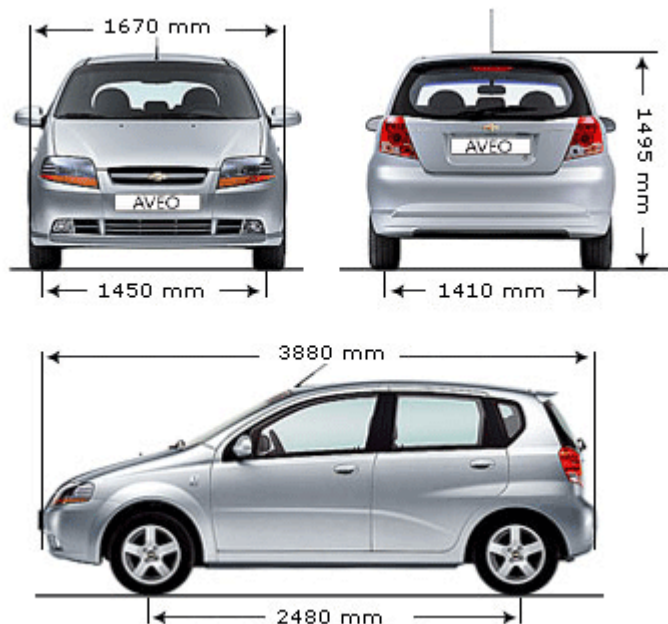


Рис. 1.2. – Габаритні розміри Chevrolet Aveo

Кузов Chevrolet Aveo має кілька особливостей:

Типи кузова: Chevrolet Aveo доступний у кількох варіантах кузова, включаючи седан і хетчбек. У деяких країнах також пропонуються варіанти купе та універсал.

Дизайн: Кузов Aveo має сучасний і стильний дизайн, який підкреслює його компактність та практичність. Лінії та контури кузова плавні, що покращує аеродинаміку.

Матеріали: Кузов виготовлений із сталевих панелей, що забезпечує міцність та безпеку. Водночас це може робити кузов більш чутливим до корозії в умовах підвищеної вологості або впливу солі.

Аеродинаміка: Дизайн кузова Aveo сприяє гарній аеродинаміці, що допомагає підвищити паливну ефективність та стабільність на дорозі.

Просторий салон: Незважаючи на компактні розміри кузова, Chevrolet Aveo

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

пропонує достатньо місця для пасажирів та багажу. Ергономічно розташовані сидіння та функціональний інтер'єр забезпечують комфорт під час подорожей.

Безпека: Chevrolet Aveo оснащений стандартними системами безпеки, такими як подушки безпеки, системи контролю стабільності та антиблокувальна система гальм (ABS).

Естетика: Кузов Chevrolet Aveo може мати різні кольорові варіанти та елементи дизайну, що надають йому сучасний і привабливий вигляд.

Загалом, кузов Chevrolet Aveo пропонує функціональність, стиль та доступність, що робить цей автомобіль привабливим вибором для багатьох водіїв.

1.2. Розрахунок річної виробничої програми рухомого складу автотранспорту

Розрахунок виконується за методикою прискореного розрахунку програми, заснованої на першочерговому розрахунку коефіцієнтів α_T та α_1 та річного пробігу $\sum L$ всього парку [1,2,4]. Результати розрахунків виконуємо, як таблиці. Склад наведеного парку автомобілів представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Склад наведеного парку автомобілів

Моделі автомобілів		Кількість, шт	Питома трудомісткість ТР, люд.- год/1000 км	Коеф. приведення	Кількість наведених автомобілів, $A_{сп}$	$L_{сд}$, км
Основна	Наведена					
Daewoo Lanos		50	8,5	1	50	350
Chevrolet Aveo		50	9,0	1	50	340

Коефіцієнт технічної готовності

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + L_{\text{сд}} \left(\frac{d}{1000} + \frac{D_{\text{кр}}}{L_{\text{кр}}} \right)} \quad (1.1)$$

де $L_{\text{сд}}$ - середньодобовий пробіг, км;

d – нормативні дні простою; приймаємо $d = 0,5$ дні;

$D_{\text{кр}}$ - простий у КР[6]; приймаємо $D_{\text{кр}} = 24$ дні;

$L_{\text{кр}}$ - прийнятий пробіг до капітального ремонту, км.

Пробіг до капітального ремонту визначається за формулою:

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{кр}}^{\text{н}} k, \quad (1.2)$$

$$k = k_1 k_2 k_3 k_{\text{к}}, \quad (1.3)$$

де $L_{\text{кр}}^{\text{н}}$ - нормативний пробіг до КР[1]; для DAEWOO LANOS $L_{\text{кр}}^{\text{н}} = 450\,000$ км; для Chevrolet Aveo $L_{\text{кр}}^{\text{н}} = 420\,000$ км;

k_1 - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації, $k_1 = 0,9$;

k_2 - коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу, для автомобілів DAEWOO LANOS та Chevrolet Aveo $k_2 = 1,0$;

k_3 - коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови; $k_3 = 1$;

$k_{\text{к}}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь зношеності парку автомобілів,

Зробимо розрахунок для першої групи машин, у якій базовою машиною є DAEWOO LANOS. Отримуємо

$$k = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,837;$$

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{пр}}^{\text{н}} k, \quad (1.4)$$

$$L_{\text{пр}} = 450000 \cdot 0,837 = 376650 \text{ км};$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 350 \left(\frac{0,5}{1000} + \frac{24}{376650} \right)} = 0,921.$$

Коефіцієнт використання визначається за формулою:

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{D_p}{366} \cdot \alpha_T, \quad (1.5)$$

де D_p - число робочих днів у році; $D_p = 256$ днів.

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{256}{366} \cdot 0,921 = 0,644.$$

Загальний груповий пробіг автомобілями групи DAEWOO LANOS:

$$\sum L = 366 A_{\text{сн}} L_{\text{СС}} \alpha_{\text{в}}, \text{км}, \quad (1.6)$$

$$\sum L = 366 \cdot 50 \cdot 350 \cdot 0,644 = 849538 \text{ км}.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для групи автомобілів, у яких базовою машиною є Chevrolet Aveo. Розрахункові дані вносимо до таблиці 1.2.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Річний пробіг автомобілів

Модель автомобіля	L _с , км	A _{сп}	α _т	ΣL, км
1. DAEWOO LANOS	350	50	0,921	849538
2. Chevrolet Aveo	340	50	0,924	918884

Коригування періодичності ТО для першої групи машин, в якій базовою є DAEWOO LANOS, виконується за формулами:

$$L_{TO-1}^1 = L_{TO-1}^H \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (1.7)$$

$$L_{TO-2}^1 = L_{TO-2}^H \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (1.8)$$

де L_{TO-1}^H, L_{TO-2}^H – нормативна періодичність ТО-1 та ТО-2 відповідно; для DAEWOO LANOS $L_{TO-1}^H = 5000$ км; $L_{TO-2}^H = 20000$ км.

k_1 - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації; $k_1 = 0,9$.

$$L_{TO-1}^1 = 5000 \cdot 0,9 \cdot 1 = 4500 \text{ км};$$

$$L_{TO-2}^1 = 20000 \cdot 0,9 \cdot 1 = 18000 \text{ км}.$$

Необхідно провести коригування періодичності ТО та ПР з урахуванням кратності середньодобового пробігу:

$$n_{TO-1} = \frac{L_{TO-1}^1}{L_{cd}}, \quad (1.9)$$

$$L_{TO-1} = L_{cd} \cdot n_1, \quad (1.10)$$

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$n_{TO-2} = \frac{L_{TO-2}^1}{L_{c\partial}},$$

$$L_{TO-2} = L_{c\partial} n_2,$$

$$n_{np} = \frac{L_{np}^1}{L_{TO-2}},$$

$$n_{TO-1} = \frac{4500}{350} = 13,0; \text{ приймаємо } n_{TO-1} = 13,$$

$$L_{TO-1} = 350 \cdot 13 = 4500 \text{ км};$$

$$n_{TO-2} = \frac{18000}{340} = 53,0; \text{ приймаємо } n_{TO-2} = 53,$$

$$L_{TO-2} = 53 \cdot 340 = 18000 \text{ км};$$

$$n_{np} = \frac{376650}{18000} = 21,925; \text{ приймаємо } n_{np} = 21,$$

$$L_{kp} = 18000 \cdot 21 = 376650 \text{ км}.$$

Аналогічний розрахунок провадимо для групи автомобілів, у яких базовою машиною є Chevrolet Aveo. Основні розрахункові дані вносимо до таблиці 1.3

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Таблиця 1.3

Відкориговані періодичності ТО та ремонту автомобілів

Модель автомобіля	Вид ТО та ПР	Кор. коеф. D_o	Періодичність ТО та ПР, км		
			Нормативна L_n	Для заданих умов L	з урахуванням L_c
1. DAEWOO LANOS	ТО-1	0,9	5000	4500	4500
	ТО-2	0,9	20000	18000	18000
	КР	0,837	450000	376650	376650
2. Chevrolet Aveo	ТО-1	0,9	5000	4500	4500
	ТО-2	0,9	20000	18000	18000
	КР	0,837	420000	351540	351540

Нормативна трудомісткість ТО та ремонтів підлягає коригуванню з урахуванням умов експлуатації автомобілів за формулами:

$$t_{\text{ЩО}} = t_{\text{ЩО}}^H k_2 k_5, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.11)$$

$$t_{\text{ТО-1}} = t_{\text{ТО-1}}^H k_2 k_5, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.12)$$

$$t_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}}^H k_2 k_5, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.13)$$

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^H k_1 k_2 k_3 k_4 k_5, \text{люд.} - \text{год.} / \text{тис.км}; \quad (1.14)$$

$t_{\text{ЩО}}^H, t_{\text{ТО-1}}^H, t_{\text{ТО-2}}^H, t_{\text{ПР}}^H$ - нормативні трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР відповідно, чол.-год.;

k_1 - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації, $k_1 = 1,1$;

k_2 - коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу, для автобусів $k_1 = 1$;

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

k_3 - коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови, $k_3 = 1$;

k_4 - коефіцієнт, що враховує пробіг а/м з початку експлуатації, $k_4 = 1$;

k_5 - коефіцієнт коригування нормативів ТО та ремонтів залежно від кількості а/м у парку та числа технічно сумісних груп, для групи автомобілів DAEWOO LANOS $k_5 = 1,27$; для групи автомобілів Chevrolet Aveo $k_5 = 1,27$.

В результаті розрахунку отримуємо

$$t_{\text{цО}} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,27 = 1,52 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 9,5 \cdot 1 \cdot 1,27 = 12,07 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 35,0 \cdot 1 \cdot 1,27 = 44,45 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$t_{\text{ПР}} = 8,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,27 = 11,87 \text{ люд.} - \text{год.} / \text{тис.км.}$$

Аналогічний розрахунок проводимо для групи автомобілів, у яких базовою машиною є Chevrolet Aveo. Основні розрахункові дані вносимо до таблиці 1.4

Таблиця 1.4

Відкориговані трудомісткості ТО та ремонту автомобілів

Модель автомобіля	Нормативний				Відкоригований			
	$t_{\text{цОн}}$	$t_{\text{ТО-1н}}$	$t_{\text{ТО-2н}}$	$t_{\text{ПРн}}$	$t_{\text{цО}}$	$t_{\text{ТО-1}}$	$t_{\text{ТО-2}}$	$t_{\text{ПР}}$
1. DAEWOO LANOS	1,2	9,5	35,0	8,5	1,52	12,07	44,45	11,87
2. Chevrolet Aveo	1,4	10,0	40,0	9,0	1,78	12,70	50,80	12,57

Річна кількість обслуговувань та ремонтів автомобілів для групи, у яких базовою машиною є DAEWOO LANOS:

$$N_{KP} = \frac{\sum L}{L_{KP}}, \quad (1.15)$$

$$N_{KP} = \frac{849538}{376650} = 2,60 = 2.$$

$$N_{TO-2} = \frac{\sum L}{L_{TO-2}} - N_{KP}, \quad (1.16)$$

$$N_{TO-2} = \frac{849538}{18000} - 2 = 50,05 = 50.$$

$$N_{TO-1} = \frac{\sum L}{L_{TO-1}} - N_{KP} - N_{TO-2}, \quad (1.17)$$

$$N_{TO-1} = \frac{749538}{4500} - 2 - 50 = 156,20 = 156.$$

$$N_{\text{що}} = \frac{\sum L}{L_{\text{сд}}}. \quad (1.18)$$

$$N_{\text{що}} = \frac{849538}{350} = 4996,92 = 4996.$$

Аналогічний розрахунок проводимо для групи автомобілів, у яких базовою машиною є Chevrolet Aveo. Основні розрахункові дані вносимо до таблиці 1.5.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблиця 1.5

Річна виробнича програма по автомобілям

Модель автомобіля	Кількість			Трудовісткість, люд.-год.			
	N _{що}	N _{ТО-1}	N _{ТО-2}	П _{що}	П _{ТО-1}	П _{ТО-2}	П _{пр}
1. DAEWOO LANOS	4996	156	50	7593,92	1882,9	2222,5	8897,02
2. Chevrolet Aveo	6563	198	61	11682,1	2514,6	3098,8	11550,37

Загальна річна трудовісткість (виробнича програма) за видами ТО та ремонту для групи автомобілів з базовим автомобілем DAEWOO LANOS

$$P_{\text{що}} = N_{\text{що}} t_{\text{що}}, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.19)$$

$$P_{\text{що}} = 4996 \cdot 1,52 = 7593,92 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$P_{\text{ТО-1}} = N_{\text{ТО-1}} t_{\text{ТО-1}}, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.20)$$

$$P_{\text{ТО-1}} = 156 \cdot 12,07 = 1882,92 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$P_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2}} t_{\text{ТО-2}}, \text{люд.} - \text{год.}; \quad (1.21)$$

$$P_{\text{ТО-2}} = 50 \cdot 44,45 = 2222,50 \text{ люд.} - \text{год.};$$

$$P_{\text{пр}} = \sum L_{\text{пр}} t_{\text{пр}} / 1000, \text{люд.} - \text{год.} / \text{тис.км.} \quad (1.22)$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{749538 \cdot 11,87}{1000} = 8897,02 \text{ люд.} - \text{год.} / \text{тис.км.}$$

Аналогічний розрахунок провадимо для групи автомобілів, у яких базовою

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

машиною є Chevrolet Aveo. Основні розрахункові дані також вносимо до таблиці 1.5.

Тоді виробнича програма для відділення обслуговування та ремонту систем живлення:

$$\sum P_{ВД} = 0,02 \cdot 4P_{ТО}^{ДМ} + 0,02 \cdot 4P_{ТО}^{АМ}, \text{ люд.} - \text{год.}, \quad (1.23)$$

$$\sum P_{ВД} = 0,02 \cdot 4(P_{ТО-1}^{ДМ} + P_{ТО-2}^{ДМ}) + 0,02 \cdot 4(P_{ТО-1}^{АМ} + P_{ТО-2}^{АМ}), \text{ люд.} - \text{год.},$$

$$\sum P_{ВД} = 0,02 \cdot 4 \cdot 2840,78 + 0,02 \cdot 4 \cdot 9718,82 = 1004,76 \text{ люд.} - \text{год.}$$

1.3. Розрахунок кількості виробничих робітників

Кількість робітників визначається за формулою

$$N_P = \frac{P_{ТО(P)}^{ЗАГ}}{8 \cdot k_{дн}} \cdot k_H \quad (1.24)$$

де $k_{дн}$ - кількість робочих днів на рік; у 2024 році 256 робочих днів;

k_H - коефіцієнт враховує плановані невиходи робочих, $k_H = 1,08$.

$$N_P = \frac{1004,76}{8 \cdot 256} \cdot 1,08 = 0,52 \approx 1 \text{ люд.}$$

Кількість допоміжних робітників становить 18–20% від кількості виробничих робітників:

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$N_{\text{доп}} = 1 \cdot 0,2 = 0,2 = 0 \text{ люд.}$$

Враховуючи специфіку робочого місця, приймаємо кількість допоміжних робітників, що дорівнює 1 людині. Кількість керівників та спеціалістів становить 10–15% від числа виробничих та допоміжних робітників:

$$N_p = 2 \cdot 0,1 = 0,4 = 0$$

Молодший обслуговуючий персонал становить 2–4% від числа виробничих та допоміжних робітників:

$$N_{\text{моб}} = 0$$

1.4. Розрахунок кількості постів

Кількість постів ТО та поточного ремонту:

$$M_{\text{ТО(Р)}} = \frac{\Pi_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{рм}} P_{\text{ср}} \eta n}, \quad (1.25)$$

де $\Phi_{\text{рм}}$ - фонд часу робочого місця, год;

$P_{\text{ср}}$ - середня кількість робітників, що припадають на один пост; приймаємо рівним 4 чол.;

n – кількість робочих змін на добу; $n = 1$;

η - коефіцієнт використання робочого місця; приймаємо $\eta = 0,87$.

Фонд часу робочого місця:

$$\Phi_{\text{рм}} = (D_{\text{к}} + D_{\text{в}} + D_{\text{н}}) \cdot t_{\text{см}} - D_{\text{м}} \cdot t_{\text{см}}^{\text{м}}, \quad (1.26)$$

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

де D_k, D_v, D_n, D_{nn} — кількість календарних, вихідних, святкових та передсвяткових днів на рік відповідно;

t_{cm}, t_{cm}^{nn} — тривалості звичайної та передсвяткової зміни (8 та 7 годин відповідно).

$$\Phi_{pm} = 256 \cdot 8 - 8 \cdot 7 = 1992 \text{ год.}$$

Тоді кількість постів:

$$M_{TO(P)} = \frac{1676,53}{1992 \cdot 4 \cdot 0,87 \cdot 1} = 0,24$$

Приймаємо кількість постів $M_{TO(P)} = 1$.

1.5. Розрахунок та підбір обладнання у відділення

Перелік підбраного обладнання зводиться до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Підібране обладнання

Найменування обладнання	Тип обладнання	К-ть	Габаритні розміри	Площа, м ²	
				Один.	Заг.
Зона для транспортного засобу	-	1	4200x1800	7,6	7,6
Стенд для промивання форсунок	Власн.	1	400x160	0,1	0,1
Компресор	DPO22	1	400x250	0,05	0,05
Верстат слюсарний	W18-25D	1	2500x1200	3,0	3,0
Електрощиток	РП-100	1	450x350	0,05	0,05
Комплект інструментів	-	1	-	-	-
Разом					11,0

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

1.6. Розрахунок виробничих площ відділення

Площа приміщень відділення визначається за фактичною площею, що займає обладнання, інвентар, а також автомобіль, що обслуговується, з урахуванням коефіцієнта щільності розміщення обладнання, що дорівнює 3,5.

$$F_{від.} = F_{сум} \kappa_{об}, \text{м}^2, \quad (1.27)$$

$$F_{від.} = 11,0 \cdot 3,5 = 38,5 \text{ м}^2$$

Ширину зони приймаємо рівною 6 м [4]. З огляду на це розраховуємо довжину зони:

$$Z_{зони} = \frac{F_{зони}}{B}, \text{м}, \quad (1.28)$$

$$Z_{зони} = \frac{38,5}{6} = 6,41 \text{ м}$$

З урахуванням кроку колон приймаємо остаточну довжину відділення $Z_{від.} = 8 \text{ м}$. Потім уточнюємо площу відділення:

$$F_{від.} = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу відділення діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів 48 м^2 .

Стіни відділення – цегляні, завтовшки 300 мм, перегородки – каркасні панелі завтовшки 200 мм.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Висновки до розділу:

- проведено розрахунок річного об'єму робіт на АТП;
- проведено розрахунок відділення діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів та підбір необхідного обладнання.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз несправностей паливної системи

Характеристики двигуна та автомобіля загалом не можуть бути реалізовані без чистих форсунок. Що відбувається з форсунками при роботі двигуна, як підтримувати їх у чистому стані і як їх очистити, якщо вони засмітилися – про це й йтиметься.

Спочатку коротко про предмет розмови. Розглядатимуться електромагнітні форсунки бензинових двигунів, які застосовуються в розподілених системах упорскування палива сучасних автомобілів. Форсунки одноточкових систем упорскування палива не розглядатимуться, так як вони в силу своїх конструктивних особливостей "хворіють" рідше, хоча багато питань, що розглядаються, повною мірою будуть справедливі і для них.

У системі упорскування форсунки є основним виконавчим пристроєм, який видає певну дозу палива і розпорошує його на дрібні частинки поблизу впускного клапана кожного циліндра двигуна. Не вдаючись у конструктивні особливості форсунок та принцип їх роботи, відзначимо три основні параметри, які дуже важливі в реальних умовах експлуатації: продуктивність форсунки, факел розпилення, що характеризується кутом розпилення у градусах та дисперсністю частинок палива, герметичність сполучення сідло – клапан. Встановлено, що коли паливо розпорошується на частинки діаметром менше 15мкм, його змішування з повітрям відбувається на молекулярному рівні, паливо - повітряна суміш виходить однорідною і найбільш повно згоряє в циліндрах двигуна, забезпечуючи йому максимальну потужність і крутний момент.

Що ж відбувається з форсунками при роботі двигуна, які з'являються симптоми при брудних (закоксованих) форсунках, як підтримувати їх у чистому стані, як оцінити їх стан не виймаючи з двигуна і як очистити їх при необхідності - ось ті питання, які будуть розглянуті нижче .

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На сідлах форсунок і на пов'язаних з ними поверхнях запірних клапанів з часом утворюються смолисті відкладення, і запірний клапан не може щільно сісти на сідло. В результаті форсунка втрачає герметичність, і після зупинки двигуна паливо капає у впускний колектор, де випаровується, що призводить до важкого пуску гарячого двигуна. Смолисті відкладення зменшують і прохідний переріз сопла форсунки, він як би "заростає" і зменшується у розмірах. В результаті зменшується продуктивність форсунки і змінюється смолоскип розпилення, форсунка вже не робить "туман", а у смолоскипі з'являються "струмені" палива, які погано змішуються з повітрям або часто спрямовані убік від впускного клапана. В результаті при різкому натисканні на педаль дросельної заслінки з'являється "провал" динаміки розгону автомобіля, одночасно зростає і витрата палива. Пояснюється це тим, що лямбда - зонд (датчик кисню) видає сигнал у контролер про "бідну" паливо-повітряну суміш і час відкритого стану форсунок до певної межі збільшується, тобто. система лямбда – регулювання намагається компенсувати зменшення продуктивності форсунок збільшенням часу упорскування палива.

Є ще одна деталь у форсунці, яка забруднюється смолистими відкладеннями, дрібними механічними включеннями і "закривається" водою, що потрапила в неї - це вхідний фільтр. Він дуже маленьких розмірів і відповідно з маленькою поверхнею, що фільтрує. Маленькі осередки сітки не пропускають воду та механічні забруднення, які під тиском бензонасоса пройшли через магістральний паливний фільтр. Бруд і вода дуже часто "закупорюють" фільтр під самий "дах" і паливо взагалі не проходить через форсунку. Процес забруднення вхідних сіток форсунок йде інтенсивно при заправці автомобіля на АЗС, де немає фільтрів для відділення води та механічних домішок, при нерегулярній зміні магістрального паливного фільтра, чим більший тиск розвиває бензонасос і чим більша вона має продуктивність. В останніх двох випадках інтенсивніше йде "вимивання" бруду з магістрального паливного фільтра та "заштовхування" його у вхідні фільтри форсунок. Ось чому вхідна сітка форсунки центрального

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

впорскування, маючи порівняно велику поверхню, що фільтрує, і працює при порівняно низькому тиску (0,8 - 1,2 кг*см²) при тих же несприятливих умовах засмічується незрівнянно рідше.

Які зовнішні прояви на автомобілі, з форсунками якого відбулися вищеописані процеси? Це важкий пуск двигуна, особливо з настанням холодів, коли випаровуваність палива погіршується, "провал" у динаміці розгону, слабка динаміка в русі, підвищена витрата палива, нестійка робота двигуна на холостому ході, "гуляння" обертів холостого ходу. Тут слід зазначити, що такі прояви можуть бути з інших причин. Наприклад, "провал" може бути через недостатній тиск у системі впорскування або дефекту в датчику положення дросельної заслінки, підвищена витрата палива через лямбду - зонд, що вийшов з ладу, і багатьом іншим причинам. Тому, перш ніж "списати" всі ці прояви на форсунки і прийняти рішення про необхідність їхнього чищення і бути впевненим у тому, що все буде усунено, потрібно провести діагностику всіх датчиків і систем, задіяних в керуванні двигуном на предмет їхньої справності.

Із вище викладеного мимоволі виникає питання - як протримати форсунки в чистому стані чи можливо більший термін до настання проблем? Перше і найбанальніше правило - заправлятися потрібно там, де є гарантія, що в бак не потрапить бруд та вода. В іншому випадку відразу доведеться міняти паливний фільтр, чистити сітку бензонасоса і відкачувати бруд із бензобака. Якщо це не зробити своєчасно, то через день-другий доведеться виймати і форсунки з двигуна для чищення. Якщо автомобіль із пристойним пробігом не застосовувати жодних присадок до палива для чищення форсунок, що заливаються у паливний бак. Позитивного ефекту від застосування не доводилося спостерігати, а негативний — дуже часто. І причина не як ефективність таких засобів, а як паливо. Справа в тому, що відкладення, які "сидять" на стінках бензобака, магістральних трубопроводах, у самому паливному фільтрі розчиняються під дією цих присадок та "пластівці" цих відкладень намертво "закупорюють" вхідні фільтри форсунок. Форсунки швидше закоксовуються якщо автомобіль

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

експлуатується тільки в міському циклі їзди та ще й з короткими пробігами та багаторазовим остиганням двигуна. У таких випадках періодично потрібно виїжджати на замиську трасу та проїхати кілька десятків кілометрів на великій швидкості. Форсунки не зберігають своїх характеристик, коли автомобіль тривалий час (понад півроку) не експлуатується. У разі якщо й вдається запустити двигун, то їздити практично неможливо. Якщо автомобіль із живленням "газ-бензин" то користуватися форсунками потрібно не тільки для запуску двигуна, а потрібно хоча б один раз на тиждень їздити на бензині.

Отже, з урахуванням всього вищевикладеного, можна перейти до питання оцінки стану форсунок та прийняття рішення про їхнє чищення. Як вже було сказано вище, потрібно перевірити та виключити з подальшого розгляду всі датчики системи задіяні в керуванні двигуном, несправність яких призводить до таких же симптомів, як і брудні форсунки. Якщо в арсеналі СТО є мотор-тестер, то побічно стан форсунок можна визначити в процедурі де вимірюються пробивні напруги іскрових проміжків свічок запалювання. біля електродів свічки під час пробою. Якщо суміш "бідна" то пробивні напруги будуть більшими (порядку 10...12кв), і навпаки, при "багатій" суміші будуть маленькими (порядку 2...3кв). Якщо після цього викрутити свічки та візуально оглянути стан керамічних ізоляторів на центральних електродах свічок, то прямим підтвердженням стану форсунок буде чорний ізолятор до самого основи, де суміш "багата", "сивий" ізолятор, де суміш "бідна" і світло-коричневий де суміш нормальна. Звичайно, отримана таким чином інформація не дає відповіді, яка у форсунок продуктивність, але щоб прийняти рішення - чистити, цілком достатня.

Ще один спосіб оцінити стан форсунок за допомогою мотор-тестера або осцилографа. Для цього необхідно виміряти тривалість імпульсу упорскування на форсунках у режимі холостого ходу (при справному лямбді - зонді на повністю прогрітому двигуні). Ця тривалість при засмічених форсунках буде в середньому на 20% більше від номінального значення.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Аналіз існуючих способів очищення форсунок

Існує два способи чищення.

Перший - це коли форсунки чистяться на працюючому двигуні за так званою "штатною" схемою.

Другий – це коли форсунки виймаються з двигуна та чистяться окремо від нього.

Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки. Переваги першого способу – досить нескладна процедура, невеликі витрати часу та невисока вартість роботи. Одночасно з форсунками чистяться від смолистих наростів і нагару впускні клапани, камери згоряння, днища поршнів, звільняються закоксовані кільця і вирівнюється компресія по циліндрах. Все це разом сприяє більш повному наповненню циліндрів свіжої паливо - повітряною сумішшю, зменшується схильність двигуна до калильного запалення, яке згубно для двигуна в режимі великих навантажень та високих оборотів колінвала.

Недолік способу - немає об'єктивних даних про продуктивність форсунок, факел розпилення і про чистоту форсунок можна судити тільки з кращої роботи двигуна і динаміки автомобіля.

Переваги другого способу є об'єктивні дані про стан форсунок після вилучення їх з двигуна, і чистити їх можна до тих пір, поки не будуть отримані необхідні параметри.

Недолік методу - нерідко досить складна операція зі зняття форсунок так як доводиться знімати частину навісного обладнання аж до впускного колектора, великі витрати часу і, відповідно, вище вартість робіт, форсунки ставляться назад чистими, а все інше (клапани, поршні, кільця, камери згоряння) залишилися зі смолистими відкладеннями та нагаром. В результаті повністю не настає очікуваний ефект.

Тому приймати рішення яким способом чистити потрібно відповідно до конкретних умов виникнення проблеми. Наприклад, якщо форсунки не чистили

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

100 тис. км. пробігу і більше, або проблеми виникли після чергової заправки (а заміна фільтра нічого не змінила) або після заливання в бак присадок до палива, то про перший спосіб потрібно відразу забути. Якщо форсунки регулярно чистилися (приблизно через 20 тис.км.) і є впевненість у тому, що в бак не потрапляла бруд і вода, немає глибокого "провалу", а лише нестійкий холостий хід - то можна рекомендувати перший спосіб.

2.3 Аналіз обладнання для обслуговування форсунок

2.3.1 Апарат Jet Clean Plus



Рис. 2.1. - Апарат Jet Clean Plus

Призначення: Апарат Jet Clean Plus для професійного очищення та профілактики паливних систем бензинових та дизельних автомобілів без розбирання та зняття форсунок.

Характеристики:

максимальний тиск - 7 атм,

об'єм балона – 5 літрів.

Особливості: відмінною особливістю даної установки є повна автономність,

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

тобто для її роботи не потрібно ніяких джерел живлення.

Апарат Jet Clean Plus призначений для подачі рідин для чищення при рекомендованому тиску в паливні магістралі автомобілів, обладнаних інжекторними системами подачі палива будь-якої конструкції, карбюраторами і дизельними системами паливоподачі.

Робота стенду:

Для роботи даної установки не потрібна електроенергія або стиснене повітря, необхідний для промивання тиск створюється ручним насосом. Максимальний робочий тиск 7 атмосфер дозволяє працювати з системами механічного впорскування палива. Якщо автосервіс обладнаний централізованою повітряною магістраллю високого тиску, установку можна підключити і до неї.

При промиванні бензинових двигунів з різними системами живлення апарат підключається за одноконтурною схемою, тобто зворотна паливна магістраль заглушується, а на установці виставляється номінальний робочий тиск, конкретний для кожного двигуна.

Під час роботи з дизельними двигунами установка підключається за двоконтурною схемою (зворотна магістраль підключається до установки). У стандартну комплектацію установки входить велика кількість перехідників для підключення до будь-яких автомобілів європейських марок. Для найбільшої ефективності промивання апарат рекомендується використовувати з фірмовими засобами Benzin-System-Intensiv-Reiniger та Diesel-System-Reiniger.

Перед переходом з очищувача бензинових систем на дизельний очищувач і навпаки рекомендується промити апарат Jet Clean Plus відповідно дизельним паливом або бензином і висушити його.

То скільки апарат Jet Clean Plus є професійним приладом, підключення його до автомобіля та промивання паливної системи повинен виконувати спеціаліст. Апарат Jet Clean Plus і витратні рідини до нього офіційно дозволені концерном VW до застосування на автомобілях, що випускаються ним.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3.2 Пристрій для промивання та тестування форсунок "Tectronik"



Рис. 2.2. - Пристрій "Tectronik" TT-061

Виробники обіцяють усунути в сімействі установок, що включає моделі ТТ-041, ТТ-061 і ТТ-081, численні недоліки, що створюють незручності для діагностування на всіх етапах роботи з демонтованою форсункою: під час підготовки до тестування, діагностики та промивання.

Спочатку розберемося із моделями. — Tectronik ТТ-061 (на рис 2.2) ТТ-041 та ТТ-081 призначені для тестування, аналізу та очищення відповідно чотирьох, шести та восьми бензинових форсунок одночасно. Комплектація установки дозволяє обслуговувати форсунки всіх основних типів та конструкцій відомих світових виробників (Bosch, Siemens, Nipondenso, Weber, Delphi, Jecs, Hitachi та інші). Установкою керує — електронний мозок – високопродуктивний процесор, що встановлює режими діагностування, очищення та забезпечує контроль безпеки роботи.

Блок промивання є ультразвуковою ванною, потужність випромінювання якої підібрана спеціально для чищення відкладень, характерних для бензинових форсунок. Конструкція ложементу ванни розроблена з урахуванням найефективнішого положення форсунки щодо джерела випромінювання. Ванна оснащена зливом рідини для промивання.

Тестовий блок установок — Tectronik, як і в аналогічних пристроїв, оснащений візуальною вимірювальною системою із градуйованими колбами, що складаються з двох частин. Верхня, широка частина виконана з кварцового скла та підсвічена потужними світлодіодами, що забезпечують хорошу видимість смолоскипа розпилу. Нижня частина – безпосередньо вимірювальна, з високоточними колбами німецького виробництва.

Програмне забезпечення установки містить усі необхідні тестові режими: статичний, динамічний, дозволяє спостерігати формування та напрямок факела та вимірювати відносну продуктивність форсунок в активному стані з різною частотою та тривалістю їх активації, тест на витіки при підвищеному тиску, комплексний, імітація реальних режимів експлуатації, у тому числі перехідних. Спеціальний сервісний режим дозволяє статистику використання установки.

Виробники випускають установки з можливістю оновлення програмного забезпечення, свіжі версії якого виходять регулярно.

2.3.3 Встановлення SMC 2001

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



Рис. 2.3. - Пристрій SMC 2001

Пристрій є системою для очищення різних паливних систем ДВЗ (бензинові, дизельні) легкових і вантажних автомашин, стаціонарного обладнання.

Установка проектувалась з метою максимальної адаптації до українських умов, мобільності, надійності та зручності експлуатації.

Можливість створення та регулювання тиску від 0 до 7 бар з ціною поділу 0,2 бар.

Електроживлення 12 вольт (автомобільний акумулятор)

Штатна система автомобіля не потребує змін, розбирання тощо. Продуктивність насоса 127-210 л/год, що є достатньою для очищення будь-яких систем.

Під час проведення очищення штатну систему автомобіля закріплюють, тобто. з'єднують напірний та зворотний шланги системи, або шляхом відключення запобіжника, реле. Цикл очищення можна переривати не завдаючи шкоди системі. З'єднання призначені для очищення будь-яких систем упорскування. Установка має насос "BOSCH" з охолодженням ротора сольвентом.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

2.3.4 Встановлення КС-120



Рис. 2.4. – Пристрій КС-120 Рис. 2.5 - Комплект переходників

Пристрій призначений для очищення та повної діагностики паливних систем автомобілів. Установка КС-120 розрахована на обслуговування будь-яких паливних систем існуючих марок автомобілів та забезпечує найбільш якісне їх обслуговування.

Функціональні особливості:

Очищення від смолистих та лакових відкладень у форсунках, паливній рейці, регулятора тиску, паливопроводах, жиклерах карбюраторів, а також очищення впускних клапанів двигуна, очищення камер згоряння бензинових двигунів, контроль очищення інжекторних систем за допомогою вимірювання вакууму за дросельною заслінкою двигуна тиску в процесі очищення, вимірювання тиску паливного насоса автомобіля, перевірка зворотного клапана паливного насоса автомобіля, перевірка працездатності та тиску спрацьовування клапана паливної рейки автомобіля, цифровий тест продуктивності паливного насоса автомобіля та чистоти паливного фільтра з індикацією на РК-дисплеї даного параметра вимірювання обертів двигуна, вимірювання напруги акумулятора і генератора автомобіля, напруга живлення 12 В, від акумулятора

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

автомобіля, що обслуговується

2.4 Конструкторська розробка

Пропонований стенд для діагностики та промивання форсунок інжекторного двигуна представлено на рис. 2.6.

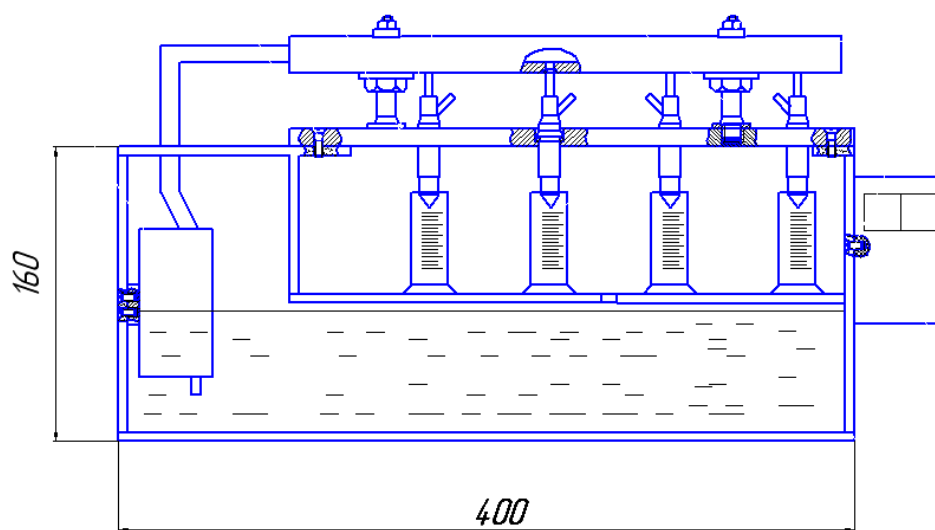


Рис. 2.6. - Стенд для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна

Корпус пристрою виготовляється з листового заліза, зварюванням деталей у стик за допомогою електродугового зварювання.

Етапи підготовки пристрою до роботи:

Пристрій готовий до роботи в режимі перевірка відразу після подачі на нього живлення напругою 12 В, про що свідчить напис на екрані блоку управління .

При необхідності можна встановити рекомендовані параметри імпульсів для перевірки форсунок. Для цього необхідно натиснути клавішу ➡ після чого за допомогою клавіш ⬆ і ⬆ встановити час уприскування, що дорівнює 9,9 мс. Далі необхідно знову натиснути клавішу ➡ і за допомогою клавіш ⬆ і ⬆

встановити часовий проміжок між імпульсами 10 мс. Після натискання клавіші ➡ встановити кількість імпульсів, яка дорівнює 2000 та знову натиснути клавішу ➡. Після цього з'явиться напис ESE, що свідчить про готовність до режиму "перевірка".

Тепер для початку перевірки необхідно включити бензонасос для подачі палива під тиском на форсунки і натиснути клавішу ⬇ після чого форсунки почнуть працювати і включиться зворотний відлік кількості імпульсів упорскування. Після вимкнення форсунок необхідно вимкнути бензонасос і виміряти та записати кількість палива у мензурках під форсунками. Перед зняттям форсунок необхідно скинути тиск у паливній рампі стенду шляхом увімкнення режиму "перевірка" без включення бензонасоса.

Якщо форсунки дають не однакову кількість палива, це однозначно вказує на необхідність їх очищення. Для того, щоб тепер перевести пристрій у режим "очищення", необхідно натиснути клавішу ⬇, після чого на екрані з'явиться напис CLF. Тепер необхідно по черзі кожен форсунку підключити до пристрою, вихідний отвір форсунки вставити в невелику ємність (5 мл), наповнену рідиною, що чистить, і натиснути клавішу ⬇.

Форсунка почне прокачувати рідину, що чистить, у зворотному напрямку. Через 3 хвилини потрібно знову натиснути клавішу ⬇, щоб вимкнути очищення. Те саме зробити з іншими форсунками.

Після очищення необхідно перевірити продуктивність форсунок. Якщо продуктивність всіх форсунок однакова, то форсунки можна встановлювати на двигун, якщо ні, то необхідно повторити очищення.

Перевагою даного пристрою є простота у виготовленні та обслуговуванні, мала вартість матеріалів. Недоліком є відсутність можливості контролю продуктивності форсунок.

Для усунення нестачі установки пропонуємо використовувати спеціальну вимірювальну колбу (рис. 2.7). На протилежних кінцях колби розташовані

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

електроди із дроту із високим опором. Оскільки промивна рідина є електролітом, то заповнення колби супроводжуватиметься зменшенням опору електродів у порівнянні з іншим, послідовно встановленим опором пропорційно ступеня заповнення колби. Напруга на електродах через диференціюючу RC-ланцюжок і аналого-цифровий перетворювач L-154 подається на ПЕОМ. На моніторі з'являтимуться для кожної форсунки криві з нахилом, що збільшується. Постійність нахилу є ознакою закінчення промивання даної форсунки, яке встановилася величина дозволяє визначити величину витрати форсунки.

На рис. 2.7 представлено пристрій вимірювання продуктивності форсунки.

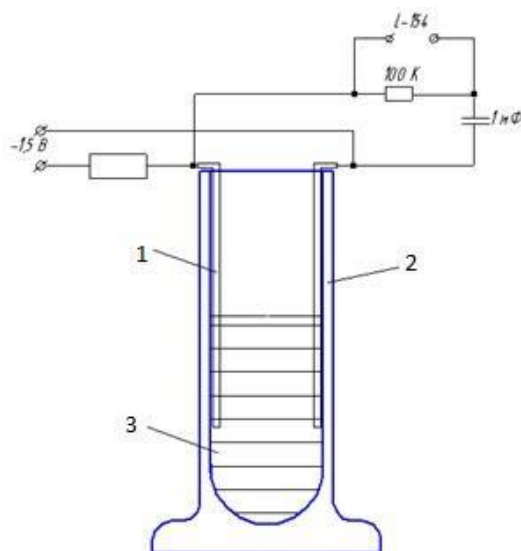


Рис. 2.7. - Пристрій для вимірювання продуктивності форсунки:

1 – електрод; 2 – вимірювальна колба; 3 – промивальна рідина.

Запропонована технологія дозволяє очистити до 95-98% форсунок.

Інші 2-5% - форсунки відбраковані ще до очищення внаслідок виявлення корозії.

Технічні характеристики: - Джерело живлення 12 В;

- обсяг промивної/тестової рідини 2500/2500 мл.;

- кількість імпульсів відкриття форсунок 10-2550;

- час відкриття форсунок 15-99 мс;

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

- Часовий інтервал між імпульсами 10-100 мс.
- Габарити (ДхШхВ): 400х80х160 мм;
- Маса 7 кг.

2.5 Розрахункова частина

2.5.1. Вибір електронасосу

За необхідними параметрами вибираємо насос серії UP-1 на 12В(рис. 2.8)



Рис. 2.8. - Електронасос UP-1.12M

Самовсмоктувальні насоси імпелерного типу серії UP призначені для перекачування води або морського, дизельного палива, антифризів та інших нейтральних по відношенню до робочих частин насоса рідин, навіть із механічними домішками розміром до 3 мм.

Технічні характеристики насоса UP-1:

- робоча температура - від -10 до +60 °С,
- висота самовсмоктування - до 1,5 метрів,
- напруга живлення - постійний струм, 12В
- ступінь захисту двигуна - IP55.

Матеріали робочих частин насоса:

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- матеріал проточної частини - нікельована латунь,
- Вал насоса - нержавіюча сталь.

2.5.2. Розрахунок трубопроводу

Внутрішній діаметр трубопроводу визначається за такою формулою:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{q_{\text{п.ном}}}{V_p}}, \quad (2.1)$$

де:

$q_{\text{п.ном}}$ - номінальна подача насоса (UP-1 12М, $q_{\text{п.ном}} = 0,00058$), м³/с;

V_p - швидкість течії рідини (задається параметром $V_p = 25$), м/с.

Підставивши значення отримаємо:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,00058}{25}} = 0,0054 \text{ м.}$$

Діаметр стінки труби визначається за такою формулою:

$$\sigma = \frac{P_{\text{max}} \cdot d_{\text{вн}}}{(2 \cdot [\delta_p])}, \quad (2.2)$$

де:

P_{max} - тиск запобіжного клапана насоса, МПа (підставляємо з рекомендованих значень);

$[\delta_p]$ - допустимий тиск на розрив шланга (технічна характеристика обраного шлангу).

Вибираємо рукав для палива та мінеральних масел PETROCAR.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



Рис. 2.9. – Рукав для палива та мінеральних олій PETROCAR

Застосування:

Напірний гнучкий рукав, призначений для транспортування палива з вмістом ароматичних сполук до 50 % та мінеральних олій (відповідно до ISO 1307).

Для різного роду застосування у промисловості, у гаражах, заправних станціях та сервісних цехах.

Робоча температура: -40°C/+100°C. Коефіцієнт безпеки: 3:1

Внутрішній шар: гладка чорна поверхня.

Посилення: текстильна навивка

Зовнішній шар: чорний, гладкий, стійкий до стирання та атмосферного впливу.

Маркування: суцільне, жовте.

Підставивши значення отримаємо:

$$\sigma = \frac{0,16 \cdot 0,006}{(2 \cdot 0,6)} = 0,0008 \text{ м.}$$

Приймаємо шланг, для якого стандартні значення $d_{\text{BH}} = 6 \text{ мм}$, товщина стінки $\sigma = 7 \text{ мм}$.

2.5.3 Розрахунок на міцність зварного шва

Проведемо розрахунок зварного шва на міцність.

Зусилля, що розтягує на стінках - $P = 25$ кг.

Матеріал заготівлі - Ст3 [$\tau_{cp} = 600$ кг/см²].

Сила, що діє на зварювальний шов, розраховується за формулою:

$$P = [\tau] \cdot L_m \cdot 0,7 \cdot \delta \quad (2.3)$$

де:

L_m - довжина зварного шва, см.;

δ - катет зварного шва, см.

Виражаючи з формули (2.3) τ отримаємо:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P}{0,7 \cdot l_m \cdot \delta} \leq [\tau], \\ \tau &= \frac{25}{0,7 \cdot 10 \cdot 6} = 0,59 \text{ кг/см}^2 \\ \tau &< [\tau]. \end{aligned} \quad (2.4)$$

2.5.4 Розрахунок болтового з'єднання

Болти розраховуємо на зріз.

Умови міцності болтів, що працюють на зріз

$$\tau_{cp} = \frac{4P}{\pi \cdot i \cdot Z \cdot d^2} \leq [\tau_{cp}], \quad (2.5)$$

де:

τ_{cp} – напруга від дії сили;

P – сила, що діє на болти;

i – число площин зрізу;

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Z – число болтів;

d – діаметр болтів.

$$\tau_{\text{cp}} = \frac{4 \cdot 450}{3,14 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 12^2} = 1,99 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [\tau_{\text{cp}}] = 41,66 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Умова міцності виконується. Дане болтове з'єднання досить міцне.

2.4. Технологічна карта

Технологічна карта на діагностику та промивання форсунок інжекторного двигуна представлена на аркуші графічної частини роботи, а також у Додатку А. цієї роботи. Послідовно розписана кожна операція, яка виконується під час роботи. В технологічній карті, також розраховані норми часу виконання даних операцій та необхідні інструменти і обладнання.

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Висновки до розділу:

- проведено аналіз обладнання для обслуговування форсунок;
- на основі проведеного аналізу розроблено конструкцію стенду для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна та розраховано окремі механізми та деталі на міцність;
- розроблено технологічну карту на діагностику та промивання форсунок інжекторного двигуна.

					<i>AiTT.274123.019-00 ПЗ</i>	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Калькуляція виготовлення пристрою та його експлуатації

При калькуляції визначається повний об'єм всіх витрат, що необхідні для виготовлення пристрою відповідно до табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Витрати на виготовлення пристрою

№ п.п	Стаття калькуляції	Спосіб розрахунку
1	Сировина, основні матеріали, комплектуючі вироби	По нормам витрат
2	Транспортно-заготівельні витрати	В % до вартості основних матеріалів, комплектуючих виробів
3	Паливо і енергія на технологічні цілі	По нормам витрат
4	Заробітна плата (ЗП) робітників	Сума контрактних витрат
5	Нарахування на соціальне страхування	В % до ЗП робітників
6	Витрати на експлуатацію обладнання	В % до ЗП робітників
7	Цехові витрати	В % до ЗП робітників
8	Додаткові витрати	В % до ЗП робітників
9	Повна собівартість	Сума пунктів 1-8

Визначення витрат на основні матеріали.

Для розрахунку вартості основних матеріалів необхідно знати марку матеріалу, вид заготовки, масу заготовки. Вартість матеріалів приймаємо по заводським даним.

Для розрахунку використовується формула:

$$Z_m = \sum C_i,$$

де C_i – вартість окремих одиниць сировини

Для виготовлення пристрою:

$$З_м = Ц_{ел} + Ц_{вим} + Ц_{лм} + Ц_{кр} \quad (3.1.)$$

де $Ц_{ел}$ – вартість електронасоса, грн./т;

$Ц_{вим}$ – вартість вимірювального обладнання, грн./т;

$Ц_{лм}$ – вартість листового металу, грн./т;

$Ц_{пк}$ – прокат кругляк;

$$З_м = 0,05 \cdot 3030 + 0,05 \cdot 1250 + 0,018 \cdot 1220 = 1400,96 \text{ грн.}$$

$$З_м = 0,04 \cdot 7450 + 0,05 \cdot 7330 + 0,015 \cdot 6780 + 0,018 \cdot 8100 = 9120 \text{ грн.}$$

По рекомендаціям збільшуємо $З_м$ на 5% на невраховані матеріали:

$$З_м = 9120 + 9120 \cdot 0,05 = 9576 \text{ грн.}$$

Витрати на покупні стандартні комплектуючі вироби $З_{\cdot м}$, тоді:

Метизи 1070 грн.

Інші 2870,11 грн.

$$З_{\cdot м} = 1070 + 2870,11 = 3940,11 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на матеріал на виготовлення пристрою:

$$З\Sigma = З_м + З_{\cdot м} = 9576 + 3940,11 = 13516,11 \text{ грн.}$$

Транспортно-заготівельні витрати на виготовлення пристрою складають 2-3% від $З\Sigma$:

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$B_T = 13516,71 \cdot 0,02 = 270,03 \text{ грн.}$$

Електроенергія на технологічні цілі:

$$C_e = \frac{N_y K_N K_e K_{30} i t_{um(\kappa)}}{r} C_e \quad (3.2.)$$

де N_y – встановлена сумарна потужність електродвигунів, кВт;

K_N – коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів по потужності;

K_e – коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів по часу;

K_{30} – коефіцієнт завантаження обладнання по часу;

i – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі;

r – ККД електродвигунів;

C_e – вартість 1 кВт.год електроенергії, 2,64 грн.

$$C_e = \frac{5 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,05}{0,95} 120 \cdot 2,64 = 280,8 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію при монтажі складуть 20% від C_e :

$$C_{em} = 280,8 \cdot 0,2 = 50,76 \text{ грн.}$$

Заробітна плата (ЗП) робітників:

Заробітна плата основних працівників:

$$Z_n = 0,01 C_T K_{03} 120 t \quad (3.3.)$$

де C_T – годинна тарифна ставка даного розряду робітника, грн.;

$K_{дз}$ – коефіцієнт доплати до тарифної ЗП.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{\pi} = 34,5 \cdot 2,8 \cdot 120 = 11590,2 \text{ грн}$$

Нарахування на соціальне страхування складає 31,8% :

$$B_{cc} = 11590,2 \cdot 31,8 / 100 = 3680,62 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію обладнання складають 5% від $З_{\pi}$:

$$B_e = 11590,2 \cdot 0,05 = 570,96 \text{ грн.}$$

Цехові витрати складають 5% від $З_{\pi}$:

$$B_{\pi} = 11590,2 \cdot 0,05 = 570,96 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати виходячи з рекомендацій складають до 5% від $З_{\pi}$:

$$B_{\text{дод}} = 11590,2 \cdot 0,05 = 570,96 \text{ грн.}$$

Повна собівартість:

$$\begin{aligned} C\Sigma &= 13510,71 + 270,03 + 280,8 + 50,76 + 11590,2 + 3680,62 + \\ &+ 570,96 + 570,96 + 570,96 = 31150 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Відповідно до рекомендацій збільшуємо повну собівартість на 10% на проектні роботи:

$$C\Sigma_k = 31150 + 31150 \cdot 0,1 = 34260,5 \text{ грн.}$$

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Розрахуємо економічну ефективність застосування пропонованого пристрою:

$$E_e = C_{\pi} - C_{\Sigma k} = 55000 - 34260,5 = 20769,5 \text{ грн.}$$

Визначимо строк окупності пропонованого пристрою:

$$T_{ок} = C_{\Sigma k} / E_e = 34260,5 / 20769,5 = 1,65 \text{ роки}$$

Таблиця 3.2.

Розраховані економічні показники ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів.

№ п.п	Стаття калькуляції	Вартість, грн.
1	Сировина, основні матеріали, комплектуючі вироби	13510,71
2	Транспортно-заготівельні витрати	270,03
3	Заробітна плата (ЗП) робітників	11590,2
4	Нарахування на соціальне страхування	3620,62
5	Витрати на експлуатацію обладнання	570,96
6	Цехові витрати	570,96
7	Додаткові витрати	240,36
8	Витрати на проектування	570,96
9	Прайсова ціна подібного пристрою	55000
10	Повна собівартість	34260,5
11	Економічний ефект	20769,5
12	Строк окупності	1,65

Висновки до розділу:

- проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів..

- визначено, що термін окупності становить 1,65 роки та економічний ефект за рік – 20769,5 грн.

					<i>AiTT.274123.019-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

ВИСНОВКИ

- проведено розрахунок відділення діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів та підбір необхідного обладнання.
- проведено аналіз обладнання для обслуговування форсунок;
- на основі проведеного аналізу розроблено конструкцію стенду для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна та розраховано окремі механізми та деталі на міцність;
- розроблено технологічну карту на діагностику та промивання форсунок інжекторного двигуна.
- проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у відділенні діагностики та обслуговування систем живлення легкових автомобілів..
- визначено, що термін окупності становить 1,65 роки та економічний ефект за рік – 20769,5 грн.

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про технічне обслуговування дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту / Мінтранс України. Державний департамент автомобільного транспорту. - К., 1998. -16с.
2. Желєзна А.О. Дипломні (курсіві) проекти. Вимоги до оформлення документації:Навчальний посібник. - Житомир:ЖІТІ, 2000.-244с.
3. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник/ Під загальною редакцією В.П. Волкова–Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : Підручник. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
5. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин : Підручник. – К. : Наукова думка, 2002. – 661 с.
6. Марков О. Д. Організація автосервісу. – Львів : Оріяна-Нова, 1998. – 332 с.
7. Ремонт машин / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін.; За ред. О. І. Сідашенко, А. Я. Поліського. – К. : Урожай, 1994. – 400 с.
8. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - К.: Либідь, 1999. - 400 с.
9. Головка А.Б. Формування та статистична оцінка показників якості послуг автосервісу: автореферат дис канд. техн. наук / А.Б. Головка // Москва, 2010. - 15 с.
10. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник / О.А.Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
11. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління / О.А.Лудченко. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
12. Канарчук В.Е. Основи технічного обслуговування та ремонту

					AiTT.274123.019-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

автомобілів. Підручник у 3 кн. / В.Е.Канарчук, О.А.Лудченко, А.А.Чегринєць. –К.: Вища школа, 1994. –342с.

13. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; ред.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. – К. : Каравела, 2009. – 368 с. – (Українська книга)

14. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473с.

15. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є.Ю.Форнальчика. — Львів: Афіша, 2004. — 492 с.

16. Форнальчик Є.Ю. Теоретичні основи технічної експлуатації автомобілів: Конспект циклу лекцій. — Львів: НУ «ЛП», 2001.

17. Методичні рекомендації для виконання бакалаврської дипломної роботи для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня бакалавр спеціальності код спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Кравченко О., Бегерський Д., Ільченко А., Опанасюк Є. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2021. – 16 с.

ДОДАТКИ

					АіТТ.274123.019-00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

