

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ
СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ OPEL
ASTRA J»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-41
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Віталій Гарасимович
(ім'я та прізвище)

Керівник: Руслан Барабаш
(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент А.О. Шарибура

“ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Гарасимовичу Віталію Мар'яновичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і діагностування системи запалювання бензинових двигунів автомобілів Opel Astra J»

Керівник роботи: к.т.н., доцент Барабаш Руслан Іванович

Затверджена наказом по університету 27 листопада 2023 року 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.06.2024 року.

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J, науково-технічна література з питань ремонту та випробування автомобілів Opel Astra, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються діагностування системи запалювання легкових автомобілів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

- 4.1 Характеристика автомобіля
- 4.2. Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля
- 4.3 Розробка схеми виробничого посту для діагностування
- 4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища
- 4.5 Економічна частина
5. Перелік ілюстраційного матеріалу
- 5.1 Технічні характеристики автомобіля Opel Astra J
- 5.2 Річна трудомісткість робіт ТО за видами робіт
- 5.3 Схема процесу діагностування
- 5.4 Схема універсального виробничого посту для діагностування
- 5.5 Схема первинної напруги системи запалення Opel Astra J

5.6 Коефіцієнти технічної готовності в залежності від середньодобового пробігу

5.7 Загальні витрати на обслуговування та ремонт Opel Astra J

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Барабаш Р.І. доцент, кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О. Семковича			
4	Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Написання розділу: «Характеристика автомобіля»</i>	27.11.23-30.12.23	
2	<i>Виконання другого розділу: «Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля»</i>	01.01.24-25.02.24	
3	<i>Виконання третього розділу: «Розробка схеми виробничого посту для діагностування»</i>	26.02.24-30.03.24	
4	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>	31.03.24-30.04.24	
5	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	01.05.24-25.05.24	
6	<i>Завершення розрахунково-пояснювальної записки</i>	25.05.23-10.06.24	

Студент _____ Віталій Гарасимович
(підпис)

Керівник роботи _____ Руслан Барабаш
(підпис)

УДК 629.7.018.4

Гарасимович В.М. Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і діагностування системи запалення бензинових двигунів Opel Astra J: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 60 с.

Табл. 14; рис. 7; бібліогр. джерел 21.

Описано загальні відомості автомобіля Opel Astra J, особливості конструкції бензинового двигуна та його технічні характеристики. Подано показники якості та надійності автомобіля.

Проведено розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і діагностування, трудомісткості за цикл експлуатації автомобіля та проведено розподіл за відповідними видами робіт. Розраховано чисельності виконавців з технічного обслуговування і ремонту для кожного виду виробничих робіт.

Здійнено розрахунок площі ділянки з урахуванням необхідного обладнання автомобіля Opel Astra. Подано функціональні схеми системи запалювання. Запропоновано діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи запалювання Opel Astra J. Проведено аналіз впливу на коефіцієнт технічної готовності автомобіля.

Описано загальні вимоги щодо впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище, а також заходи по зменшенню шкідливого впливу автомобілів та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище. Здійснено розрахунок освітлення.

Обчислено загальні витрати для обслуговування автомобіля Opel Astra за період його експлуатації.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП	6
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБІЛЯ	7
1.1 Короткий опис автомобіля	7
1.2 Визначення показників якості автомобіля	10
1.3 Визначення показників надійності автомобіля	13
2. ФОРМУВАННЯ НОРМАТИВІВ СИСТЕМ ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ	16
2.1 Розробка план-графіка робіт з ТО автомобіля	18
2.2 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту	21
2.3 Розробка технологічного процесу діагностування системи запалювання бензинового двигуна Opel Astra J	23
2.3.1 Формування переліку робіт діагностування	23
2.4 Нормування трудомісткості операцій діагностування	27
3. РОЗРОБКА СХЕМИ ВИРОБНИЧОГО ПОСТУ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ	28
3.1 Розробка системи діагностування системи запалювання бензинового двигуна автомобіля Opel Astra J	31
3.1.1 Функціональна схема та опис об'єкта діагностування	31
3.2 Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи запалювання Opel Astra J	35
3.3 Розробка діагностичної моделі системи запалювання автомобіля Opel Astra J	37
3.4 Розробка алгоритму оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови	39
3.5 Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля	40

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	43
4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек	43
4.2 Розрахунок освітлення	44
4.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище	48
4.4 Заходи по зменшенню шкідливого впливу автомобілів та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище	50
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	51
5.1 Собівартість запасних частин	51
5.2 Визначення витрат на оплату праці	51
5.3 Розрахунок витрат електроенергії	53
5.4 Витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобіля	54
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Одним із методів удосконалення є впровадження актуальних способів діагностики, таких як комп'ютерний аналіз електронних систем керування. Ці методи дозволять точно виявляти недоліки в системі запалення, включаючи несправності в ігніційних катушках, свічках запалювання, датчиках положення колінвала та інших компонентах.

Крім того, важливо періодично проводити профілактичне технічне обслуговування, включаючи заміну свічок запалювання та фільтрів повітря та палива згідно з рекомендаціями виробника. Це допомагає запобігти виникненню проблем і забезпечує оптимальну роботу системи запалення.

Для ефективного удосконалення процесу технічного обслуговування і діагностики системи запалення Opel Astra J також важливо подати механікам доступ до потрібної інформації про технічні характеристики автомобіля та рекомендації з обслуговування, які можуть бути забезпечені виробником або третіми сторонами.

Сучасні технології та методи діагностики, такі як комп'ютерний аналіз електронних систем управління, які забезпечують високу точність виявлення проблем у системі запалення.

Більше того, удосконалення технологічного процесу включає регулярне проведення планових технічних обслуговувань, які включають у себе заміну фільтрів, огляд та регулювання системи запалення, а також дотримання рекомендацій виробника щодо заміни запчастин та рідин.

Досягнення оптимальної ефективності системи запалення також може бути забезпечено шляхом використання якісних запчастин та відповідних матеріалів під час обслуговування.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБІЛЯ

1.1 Короткий опис автомобіля

В 2009 році під час Франкфуртського автосалону було вперше представлено нове покоління Opel Astra. Ця модель, яка вийшла у 2010 році, базується на передньопривідній платформі Delta II від GM. Колісна база автомобіля збільшилась на 71 мм (до 2685 мм) у порівнянні з попередньою версією, а ширини передньої та задньої колії зросли на 56 і 70 мм відповідно. Це призвело до підвищення кутової жорсткості підвіски та жорсткості кузова на 43% на крутіння і на 10% на згин.

Автомобіль доступний з бензиновими двигунами об'ємом 1.4 літра (101 к.с.) і 1.6 літра (116 к.с.), а також з турбодвигунами об'ємом 1.4 літра (140 к.с.) і 1.6 літра (180 к.с.). Усі двигуни оснащені 16 клапанами і сучасними системами оптимізації впускного повітря, зроблені з легких матеріалів для мінімізації маси. Інженери також поєднали їх з 5- або 6-ступінчастими механічними коробками передач. Гама дизельних двигунів включає моделі об'ємом 1.3 літра (95 к.с.), 1.7 літра (110 к.с. і 125 к.с.) і 2.0 літра (160 к.с.).

Шасі Astra 2010 має передню підвіску зі стійками Мак-Ферсон, аналогічну тій, що використовується на Insignia, і нову задню підвіску з торсійною балкою і механізмом Уатта, які зменшують шуми та вібрації, підвищуючи комфорт та керованість автомобіля.

Також варто зазначити опціональну адаптивну підвіску FlexRide, яка автоматично регулює параметри систем допомоги при водінні залежно від умов руху. Щодо недоліків, "люфт" супортів задніх гальм, витікання масла з клапанних кришок та трубок охолодження коробки у автомобілях з автоматичною трансмісією - це основні проблеми, які можуть виникнути, залежно від стилю водіння попереднього власника.

На рисунку 1.1 представлена загальна схема автомобіля Opel Astra J

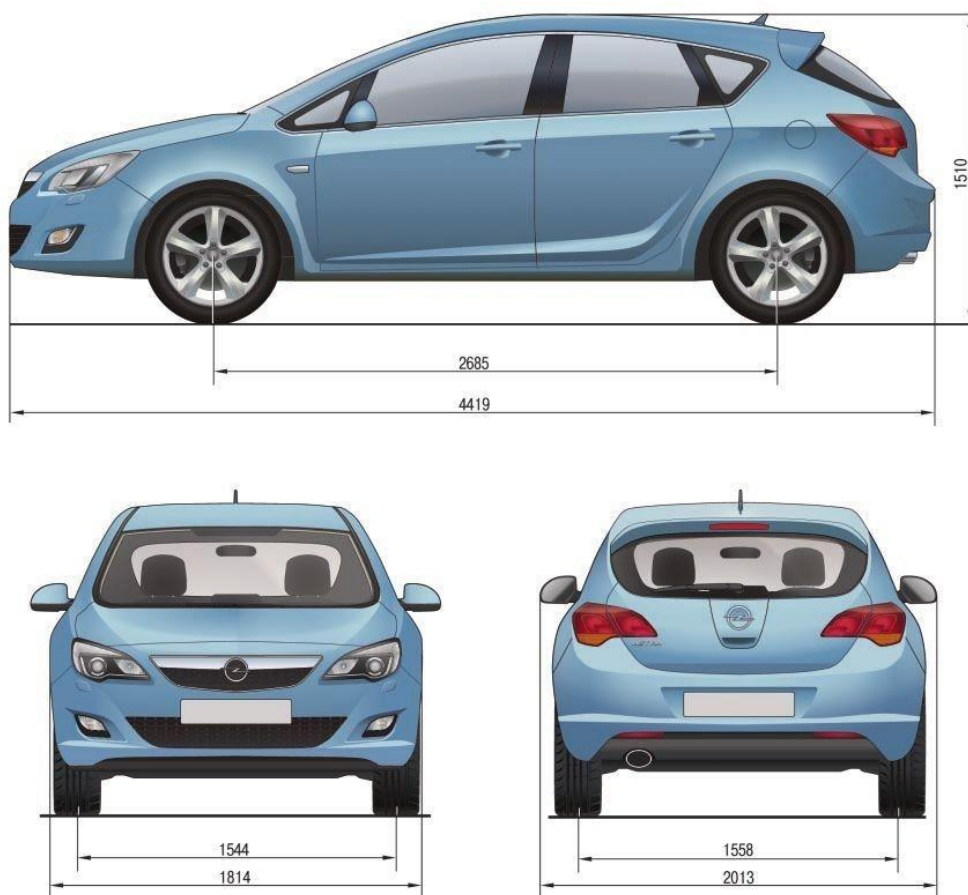


Рисунок 1.1 - Загальна схема автомобіля Opel Astra J

Технічні характеристики автомобіля Opel Astra наведені у таблиці 1.1 та [1]

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики автомобіля

Параметри	Значення
1	2
Загальні дані	
Рік початку випуску	2009
Рік закінчення випуску	2016
Кількість посадкових місць	5
Кількість верей	5
Тип кузова	Хетчбек
Клас автомобіля	С
Положення керма	Зліва

Продовження таблиці 1.1

1	2
Країна виробник	Німеччина
Двигун	
Тип двигуна	Бензин
Робочий об'єм, см ³	1598
Потужність, к. с./кВт/хв ⁻¹	115/85/6000
Крутний момент, Н·м/хв ⁻¹	155/4000
Положення циліндрів	L4
Система подачі палива	інжектор, розподілене впорскування
Положення клапанів та розподільчого вала	верхнеклапанний з двома розподільними валами
Клапанів на циліндр	4
Тип палива	Бензин АІ-95
Трансмісія	
Тип коробки передач	механічна
Кількість передач	5
Тип приводу	передній
Підвіска	
Передня підвіска	незалежна McPherson
Задня підвіска	напівзалежна
Гальмівна система	
Передні тормоза	дискові вентильовані
Задні тормоза	дискові
Експлуатаційні показники	
Розхід палива, л/100 км.	11,7
Розміри	
Довжина, мм.	4419

Продовження таблиці 1.1

1	2
Ширина, мм.	2013
Висота, мм.	1510
Кліренс, мм.	160
Колісна база, мм.	2685
Коля передніх коліс, мм.	1544
Коля задніх коліс, мм.	1558
Розмір шин	215/50 R17
Споряджена маса, кг.	1373
Повна маса, кг.	1870
Об'єм багажника, л.	475/532
Об'єм паливного бака, л.	56

1.2 Визначення показників якості автомобіля

Можна подати автомобіль як систему, яка потребує проведення заходів для забезпечення його працездатності протягом періоду користування. Це можна зробити, проаналізувавши його характеристики, які визначають його придатність для виконання необхідних завдань. Список цих показників з вказівкою їхніх позначень, характеризованих властивостей та їхніх значень представлений у таблиці 1.2 та [1]

Таблиця 1.2 - Номенклатура показників якості автомобіля Opel Astra J

Назва показника якості	Позначення показника якості	Назва характеризованої властивості	Значення і одиниця виміру
1	2	3	4
1 Показники призначення			
1.1 Тип автомобіля (тип кузова, надбудови)	—	—	Хетчбек

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
1.2 Колісна формула	—	Загальна кількість і кількість ведучих колес	4 x 2
1.3 Вмістимість (кількість місць для сидіння, включаючи місце водія)	—	Несуча здатність	5
1.4 Тип трансмісії	—	—	Механічна
1.5 Тип двигуна, кількість і розташування циліндрів	—	Характеристика двигуна	L4
1.6 Показники двигуна	—	Енергетичні можливості двигуна	—
1.6.1 Номінальна потужність, кВт (к.с.) при частоті обертання колінвала, хв^{-1}	N	—	115 (85)/6000
1.6.2 Максимальний крутний момент, Н·м.	$M_{\text{кр. max}}$	—	155
1.6.3 Робочий об'єм, л.	—	—	1,598
1.6.4 Тип палива	—	—	AI-95
1.7 Показники мас	—	—	—
1.7.1 Маса не спорядженого автомобіля, кг.	$M_{\text{н}}$	Несуча здатність	867
1.7.2 Маса спорядженого автомобіля, кг.	$M_{\text{с}}$	Характеристика конструкції	1373
1.7.3 Повна завантажена маса, кг.	$M_{\text{п}}$	Те ж	1870
1.8 Габаритні розміри автомобіля, мм.	—	Характеристика конструкції	—

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
1.9 Коефіцієнт аеродинамічного опору	C_z	Аеродинамічна досконалість	0,28
1.10 Ємність паливного бака, л	–	Автономність	56
1.11 Питома корисна площа салону, м ² /ос.	S	Комфортабельність	0,48
1.12 Об'єм багажного відсіку, дм ³	Q _б	Грузопідйомність	532
1.13 Максимальна швидкість (км/год)	V _{max}	Динамічні якості	188
1.14 Час розгону до 100км/год, с	t _p	Те ж	11,7
1.15 Час розгону на 4-му і 5-му передачах на швидкості від 60 до 100км/год, с	t _{рп}	Те ж	7,3
2. Показники надійності			
2.1 Встановлений ресурс, тис. км.	T _p	Довговічність	210
2.2 Встановлення безвідмовного напрацювання, тис. км.	T _б	Безвідмовність	15
2.3 Напрацювання на відмову, тис. км.	T _о	Те ж	120
2.4 Корозійна стійкість кузова, років	T _с	Довговічність	8
2.5 Гарантійний термін експлуатації, років (тис. км.)	–	Гарантійні зобов'язання	3 роки (100)

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
3. Показники економічного використання сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових ресурсів			
3.1 Споряджена маса, кг/м ²	$K_{ум}$	Характеристика конструкції	152,3
3.2 Розхід палива при руху з постійною швидкістю 120км/год , л/100км	$Q_{л(90)}$	Паливна економічність	4,9
3.4 Розхід палива в міському циклі л/100км.	$Q_{лг}$	Те ж	8,3
3.5 Загальний нормативний розхід палива, л/100км.	$Q_о$	Те ж	6,6

1.3 Визначення показників надійності

Надійність - це основний аспект, який залежить від того, як саме використовується автомобіль та в яких умовах, і включає в себе не лише безвідмовність, довговічність і збереженість, але й здатність до ремонту.

Безвідмовність - це можливість автомобіля безперервно функціонувати впродовж визначеного періоду або пробігу. Для визначення безвідмовності використовуються такі основні показники, як: ймовірність безвідмовної роботи, середній час початку відмови (L_2), інтенсивність відмов для невідновлюваних виробів та параметр потоку відмов для відновлюваних виробів.

Середній час початку відмови приймається як пробіг до ТО-2, $L_2 = 30$ тис.км.

Довговічність - це здатність автомобіля зберігати працездатність до досягнення максимального стану за умови виконання регламентованих

процедур ТО і ремонту. До основних показників довговічності: середній ресурс L_{KP}^H , середній термін служби L_{TC} , а також ймовірність граничного стану [2, 8]:

$$L_{TC} = \frac{L_{KP}^H}{L} = \frac{210}{11,916} = 17 \text{ років} \quad (1.1)$$

Річний пробіг автомобіля визначається як [14]:

$$L_{\Pi} = \frac{A_o \cdot D_p}{\frac{1}{l_{cc}} + \frac{D_{TO} \cdot K_2}{1000}}, \quad (1.2)$$

де A_o – облікова кількість автомобілів і-ї моделі; D_p – тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів; l_{cc} – середньодобовий пробіг автомобіля; D_{TO} – тривалість простою автомобіля на ТО, днів/1000км; K_2 – коефіцієнт корегування нормативів залежно від модифікації рухомого складу.

$$L_{\Pi} = \frac{1 \cdot 220}{\frac{1}{55} + \frac{0,28 \cdot 1}{1000}} = 11916 \text{ км.}$$

Збереженість автомобіля означає його здатність утримувати відповідні показники протягом і після зберігання та транспортування. Ця властивість характеризується середнім терміном збереження (20-30 років) і терміном на уникнення корозії.

Ремонтопридатність автомобіля полягає в його здатності до попередження та відновлення працездатного стану через проведення ТО і ремонту. Основними показниками ремонтпридатності є середня тривалість і складність виконання операцій ТО і ремонту, які використовуються для нормування і порівняння між автомобілями.

Питома оперативна трудомісткість ТО визначається за пробігом між ТО-2 і включає одне ТО-1 і одне ТО-2. Таким чином, формула для визначення цього показника може бути виражена таким чином:

$$S_{TO} = \frac{\left(\frac{L_2}{L_1} - 1\right) \cdot t_1 + t_2}{L_2}, \quad (1.3)$$

де t_1 и t_2 - стандартні витрати часу на ТО-1 та ТО-2 відповідно для визначеної моделі автомобіля, людина/год; L_1 - нормативна періодичність ТО-1, тис. км, $L_1 = 15$ тис.км; L_2 - нормативна періодичність ТО-2, тис. км, $L_2 = 30$ тис.км.

$$S_{TO} = \frac{\left(\frac{30}{15} - 1\right) \cdot 2.8 + 9.3}{30} = 0.4 \text{ людо-год} / 1000 \text{ км.}$$

2. ФОРМУВАННЯ НОРМАТИВІВ СИСТЕМИ ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЯ

Згідно з вихідними даними, в процесі експлуатації до рухомого складу застосовуються наступні види технічних впливів [табл. 2.1] та [2, 3]:

Таблиця 2.1 - Загальні показники щодо технічного обслуговування та ремонту автомобіля Opel Astra J

Показники	Одиниці виміру	Значення показника
Планове технічне обслуговування 1 (ТО-1)	тис.км	$L_1^H = 15$
Планове технічне обслуговування 2 (ТО-2)	тис.км	$L_2^H = 30$
Трудомісткість процедур щоденного обслуговування	люд-год	$t_{ЩО}^H = 0,17$
Трудомісткість робіт з ТО-1	люд-год	$t_1^H = 2,8$
Трудомісткість робіт з ТО-2	люд-год	$t_2^H = 9,3$
Трудомісткість сезонного обслуговування, яка складає 20% від трудомісткості ТО-2	люд-год	$t_{СО}^H = 1,86$
Тривалість стояння автомобіля на ТО.	дні/тис.км	$D_{ТО} = 0,4$
Ресурс автомобіля та їх складових частин (пробіг до капітального ремонту)	тис.км	$L_{КР}^H = 210$

Ці вимоги створені для ідеальних умов першої категорії умов експлуатації, базових моделей автомобілів, помірного кліматичного району, встановленого пробігу транспортних засобів з початку експлуатації до 50% від пробігу до капітального ремонту.

Періодичність проведення даного виду (ТО-1 або ТО-2) з урахуванням умов експлуатації визначається з виразу [2, 7]:

$$L_i = L_i^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

де L – нормативний пробіг автомобіля для цього виду впливів, у км;

K_1, K_3 - коефіцієнти коригування пробігу до i -го виду ТО залежно від відповідності умов експлуатації та природно-кліматичних умов.

$$L_{TO-1} = 15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 12 \text{ тис.км,}$$

$$L_{TO-2} = 30 \cdot 0,8 \cdot 1 = 24 \text{ тис.км.}$$

Загальна трудомісткість річної кількості певного виду та за цикл експлуатації (ТО-1 або ТО-2) визначається за допомогою наступного виразу [7]:

$$t_i = t_i^H \cdot N_i \quad (2.2)$$

де t_i - нормативна трудомісткість даного i -го виду ТО, люд-г; t_i^H - трудомісткість даного виду ТО;

N_i - кількість i -го виду технічного обслуговування;

$$t_{TO-1u} = 2,8 \cdot 10 = 28 \text{ люд-год;}$$

$$t_{TO-2u} = 9,3 \cdot 4 = 37,2 \text{ люд-год.}$$

$$t_{ЩOp} = 0,17 \cdot 220 = 37,4 \text{ люд-год;}$$

Продовжуваність простою в ТО коригується коефіцієнтом:

$$D_{TO} = D_{TO}^H \cdot K_4^1, \quad (2.3)$$

де $D_{TO} = 0,4$ дня/1000 км - продовження простою під час ТО визначається нормативним простоем під час ТО та ремонту.

Отже, скориговане продовження простою під час ТО дорівнює:

$$D_{TO} = 0,4 \cdot 0,7 = 0,28 \text{ дня/1000 км.}$$

Діагностика автомобіля - це сукупність методів та засобів направлених на визначення технічного стану автомобіля, не розбираючи його. Для діагностування сучасних автомобілів застосовують діагностичні сканери, які підключають до спеціальних діагностичних роз'ємів.

Річна трудоємність діагностичних робіт визначається за формулою [2, 6]:

$$\begin{cases} T_{D-1} = a \cdot t_1 \cdot A_o \\ T_{D-2} = b \cdot t_2 \cdot A_o \end{cases} \quad (2.4)$$

Продовження таблиці 2.2

Бортові комп'ютери	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П
Батарейка у ключі запалювання	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3

де 3 – заміна; П – перевірка.

Такт поста – це час виконання певного технічного обслуговування на одному посту:

$$\tau_n = \frac{(60 \cdot t_{сер})}{P_H} + t_n, \quad (2.5)$$

Визначимо такт поста для проведення робіт з ТО-1 та ТО-2:

$$\tau_{ТО-1n} = \frac{(60 \cdot 2,8)}{2} + 3 = 87 \text{ хв},$$

$$\tau_{ТО-2n} = \frac{(60 \cdot 9,3)}{2} + 3 = 282 \text{ хв}.$$

де $t_{сер}$ – середня трудомісткість одного ТО, люд-год.; P_H – кількість робітників, які одночасно працюють на посту; t_n – час переміщення автомобіля при встановленні його на пост і з'їжджання з поста $t_n = 1-3$ хв. Приймаємо $t_n = 3$ хв.

Кількість універсальних постів ТО для діагностування розраховують за формулою:

$$X_n = \frac{Tr \cdot K_H}{Dpp \cdot n \cdot t_{3M} \cdot p \cdot K_{ВИК}}, \quad (2.6)$$

де Tr – річний обсяг робіт, люд-год.; K_H – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, приймаємо $K_H = 1,1$; Dpp – кількість робочих днів на рік; n – кількість змін роботи на добу, приймаємо $n = 1$; t_{3M} – тривалість зміни, приймаємо $t_{3M} = 7$ годин; p – кількість одночасно працюючих на одному посту, чол.; $K_{ВИК}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста.

Кількість постів ТО:

$$X_{n_{TO}} = \frac{(37,2 + 28) \cdot 1,1}{240 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,98} = 0,02, \text{ приймаємо 1 пост.}$$

Визначивши обсяг робіт за весь цикл ТО, їх класифікують за видами та місяцями виконання. Підсумки заносять у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл трудомісткості робіт з ТО.

Види робіт	%	люд-год
Мастильні роботи	5	5,1
Кріпильні роботи	30	30,7
Регулювання кутів встановлення коліс	7	7,1
Регулювання гальм	8	8,2
Слюсарно-механічні роботи	20	20,5
ТО прил. с-ми жив., електротех. роботи, підзаряд. АКБ	16	16,4
Шиномонтажні роботи	14	14,3
ВСЬОГО	100	102,6

В даний час застосовуються два методи оперативного планування ТО автомобілів: за календарним часом і за фактичним пробігом.

2.2 Формування штату виконавців робіт з ТО

Для розрахунку чисельності виконавців робіт з технічного обслуговування і ремонту спочатку необхідно визначити їх щорічні обсяги.. Щорічний обсяг робіт по кожному i -му виду технічного обслуговування беремо з вихідних даних у таблиці 2.1 [6]:

$$T_{CO} = 2 \cdot \sum t_i \cdot A_o \cdot k_{CO}, \quad (2.7)$$

де k_{CO} - коефіцієнт, який враховує зону експлуатації. Приймається $k_{CO} = 0,2$.

$$T_{CO} = 2 \cdot 9,3 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 0,2 = 10,4 \text{ люд-год}$$

При розрахунку кількості виробничих робітників визначають їх технологічно необхідну (присутню) і штатну чисельність. Вона визначається для кожного i -го виду робіт відповідно [6, 7]:

$$P_n = \frac{T_{ri}}{\Phi_M}; \quad P_{ui} = \frac{T_{ri}}{\Phi_p} \quad (2.8)$$

де T_{ri} – річний обсяг за i -м видом робіт, люд-год; Φ_M – номінальний річний фонд часу працівника; Φ_p – ефективний річний фонд часу.

Номінальний річний фонд часу технологічно необхідного працівника визначається тривалістю робочої зміни P_3 та кількістю робочих днів у році D_{PP} [2]:

$$\Phi_M = P_3 \cdot D_{PP} = P_3 \cdot (D_K - D_B - D_C), \quad (2.9)$$

де D_K, D_B, D_C - кількість календарних, вихідних та святкових днів у році.

Час робочої зміни приймається 7 годин - при п'ятиденному робочому тижні для нормальних умов праці.

$$\Phi_M = 7 \cdot 240 = 1680 \text{ годин.}$$

Ефективний річний фонд часу штатного працівника визначається як фактичний час, відпрацьований виконавцем з урахуванням наданих працівнику відпусток D_B та відсутностей на роботі за поважними причинами $D_{ПП}$ (через хворобу, виконання державних обов'язків тощо):

$$\Phi_P = \Phi_M - P_3 \cdot (D_B + D_{ПП}) \quad (2.10)$$

Дні відсутності на роботі за поважними причинами можна вважати рівними 7, а дні відпустки - 22.

$$\Phi_P = 1680 - 7 \cdot (22 + 7) = 1477 \text{ годин.}$$

Для кожного виду виробничих робіт визначаємо технологічно необхідну (присутню) чисельність [6, 7]:

$$P_{T-1} = \frac{2,8}{1680} = 0,01 \text{ людей;}$$

$$P_{T-2} = \frac{9,3}{1680} = 0,01 \text{ людей;}$$

$$P_{T-д1} = \frac{0,56}{1680} = 0,01 \text{ людей;}$$

$$P_{T-д2} = \frac{1,11}{1680} = 0,01 \text{ людей.}$$

$$P_{Ш-щ} = \frac{37,4}{1680} = 0,02 \text{ людей.}$$

Визначаємо штатну численність кожного виду виробничих робіт [6, 7]:

$$P_{\text{ш-1}} = \frac{2,8}{1477} = 0,01 \text{ людей};$$

$$P_{\text{ш-2}} = \frac{9,3}{1477} = 0,01 \text{ людей};$$

$$P_{\text{ш-д1}} = \frac{0,56}{1477} = 0,01 \text{ людей};$$

$$P_{\text{ш-д2}} = \frac{1,11}{1477} = 0,01 \text{ людей};$$

$$P_{\text{ш-щ}} = \frac{37,4}{1477} = 0,02 \text{ людей};$$

Результати розрахунків узагальнюються в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 - Розподіл річної трудомісткості робіт ТО за видами робіт.

Види робіт	Трудомісткість робіт	Число робочих, люд.			
		Технологічне		Штатне	
	люд-год	Розрахункове	Прийняте	Розрахункове	Прийняте
1. Д-1	0,56	0,01	1	0,01	1
2. Д-2	1,11	0,01	1	0,01	1
3. ТО-1	2,8	0,01	1	0,01	1
4. ТО-2	9,3	0,01	1	0,01	1
5. ЩО	37,4	0,02	1	0,02	1
Всього	51,1	0,06	5	0,06	5

2.3 Розробка технологічного процесу діагностування системи запалювання бензинового двигуна Opel Astra J

2.3.1 Формування переліку робіт діагностування

Система запалювання відповідає за початкове запускання двигуна та його безперебійну роботу, що визначає продуктивність та ефективність автомобіля. Тому, детальне дослідження цієї системи допомагає вчасно

виявляти та усувати можливі проблеми, забезпечуючи безперерйну та надійну роботу транспортного засобу.

На рисунку (2.1) зображена схема узагальненого технологічного процесу діагностики автомобіля.

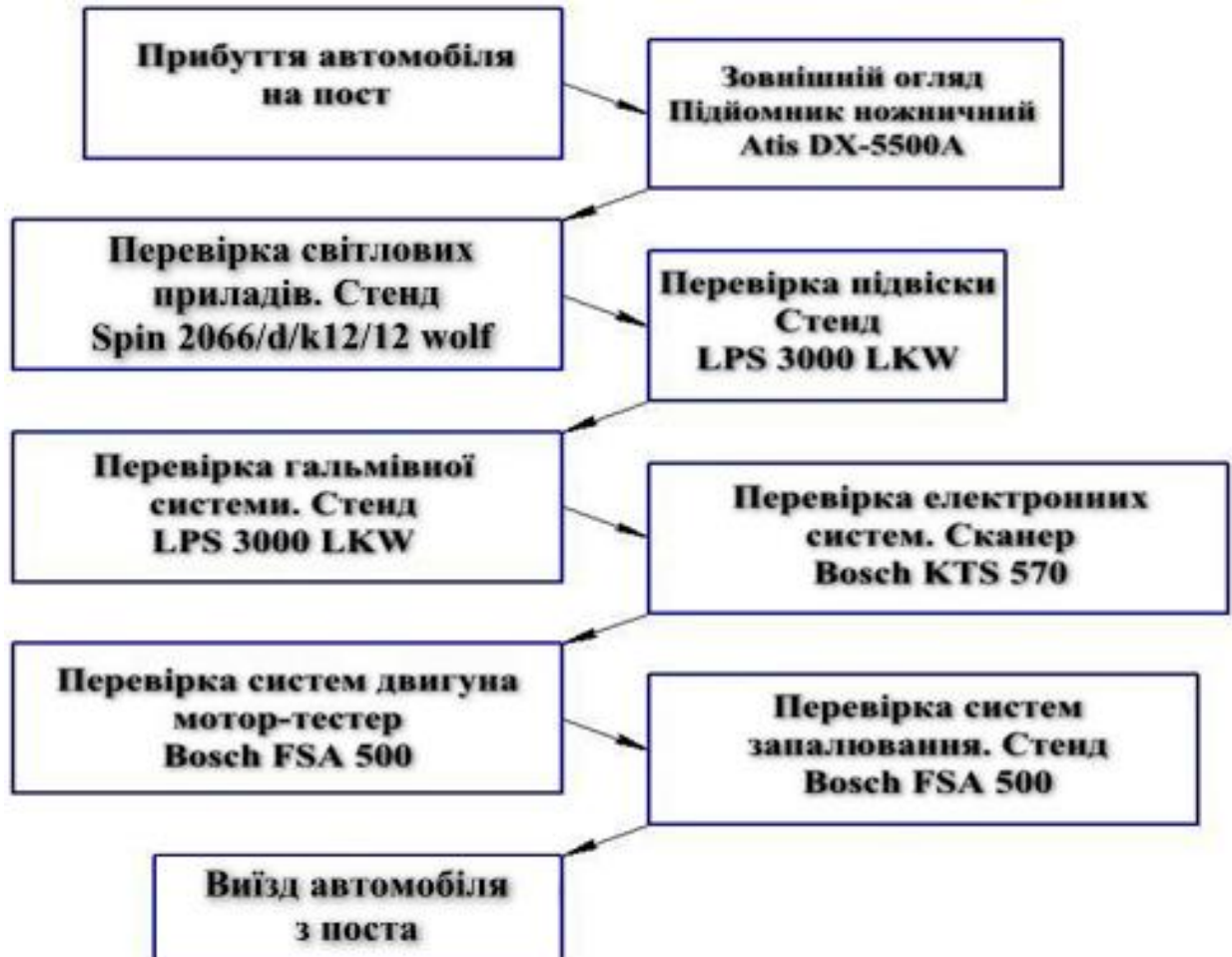


Рисунок 2.1 - Схема процесу діагностування

Перелік операцій обслуговування, складений в технологічній послідовності за агрегатами, системами, вузлами базових моделей автомобілів, буде представлений у вигляді технологічної оперативної карти, таблиця 2.5 та [2]

Діагностика системи запалювання автомобіля Opel Astra J здійснюється слюсарем-діагностом.

Таблиця 2.5 - Оперативно-технологічна карта для діагностики свічок запалювання Opel Astra J.

№	Назва операцій	Кількість об-вань	Трудомісткість люд.-хв.	Обладнання, інструмент	Технологічні вимоги та вказівки
1	2	3	4	5	6
1	Встановити автомобіль на пост.	1	1	Противідкатні опори	Заглушити автомобіль, встановити противідкатні опори
2	Відкрити кришку капота та зняти кришку двигуна.	6	2	Плоскогубці, динамометричний ключ з торцевою головкою	Не допускати пошкоджень елементів кріплення та самої кришки
3	Демонтувати катушки.	2	1,5	Динамометричний ключ з торцевою головкою	Не допускати відколу болтів, які кріплять катушки
4	Виконати візуальний огляд катушок.	1	0,5	-	Не повинно бути тріщин на корпусі та гумових наконечниках катушок
5	Відкрутити свічки запалювання	4	2	Динамометричний ключ	Акуратно вийняти свічки, уникнути їх випадання зі свічкової головки
6	Виконати візуальний огляд та виміряти зазор між свічками	4	2	Вимірювальний щуп	Не повинно бути тріщин або деформацій

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
7	Встановити свічки запалювання на місце	4	2	Динамометричний ключ з подовжувачем та свічною головкою	Момент затягування свічок запалювання складає 20 Н
8	Встановити котушки на місце	2	1	Динамометричний ключ з торцевою головкою	Болти, які кріплять котушки до двигуна, затягуються моментом 10 Н*м.
9	Встановити щуп в цоколь модуля запалювання та запустити двигун	2	3	Мотор-тестер Bosch FSA 500	Напруга в первинній системі запалювання повинна бути близько 12 В.
10	Встановити спеціальний універсальний вимірювальний зонд вздовж осі намотування витків котушок	5	2	Мотор-тестер Bosch FSA 500	Напруга в вторинній системі запалювання повинна бути близько 25-35 кВ.
11	Встановити кришку двигуна та закрити кришку капота	2	1	Плоскогубці, динамометричний ключ з торцевою головкою	Не допускати пошкоджень елементів кріплення та самої кришки.
12	Забрати автомобіль з поста	1	1	Противідкатні опори	Забрати противідкатні опори.

2.4 Нормування трудомісткості операцій діагностування

Нормування трудомісткості операцій проводиться за допомогою методу мікроелементних нормативів. При цьому припускається, що спочатку виконавець знаходиться поруч з заднім крилом автомобіля, а поруч з ним розташований слюсарний стіл з необхідним інструментом. Автомобіль може бути розташований на підлоговому або канавному посту або стенді.

Для визначення сумарної тривалості виконання елемента операції, необхідно отримане значення трудомісткості діагностичних робіт помножити на коефіцієнт коригування.

При переході до абсолютних значень необхідно використовувати формулу:

$$T_H = \frac{K_p \cdot \sum T_d}{100}, \quad (2.11)$$

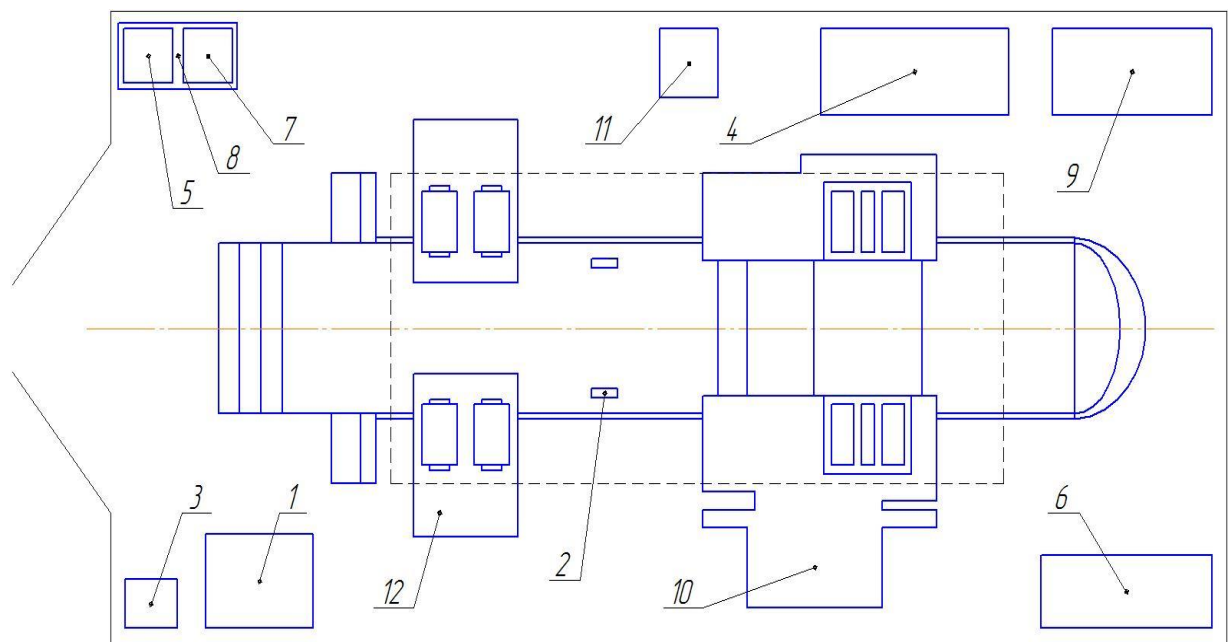
де K_p – коефіцієнт коригування, що враховує підготовчо-заклучний час (приймається 1,5); $\sum T_d$ – трудомісткість діагностичних робіт за цикл експлуатації, приймаємо $\sum T_d = 23,38$ люд-год.

$$T = \frac{1,5 \cdot 23,38}{100} = 3,5 \text{ люд-год.}$$

3. РОЗРОБКА СХЕМИ ВИРОБНИЧОГО ПОСТУ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ

Пост - це площа виробничого приміщення, що оснащена необхідним обладнанням і призначена для розміщення автомобіля та проведення на ньому технічного обслуговування або ремонту. На сьогодні існує широкий вибір різних типів постів, які класифікуються за різними критеріями, включаючи конструкцію, технічне призначення, спосіб установки автомобіля та їх взаємне розташування.

Розглянемо схему посту, призначеного для діагностики автомобіля (рис. 3.1). Цей пост призначений для проведення всіх необхідних робіт з діагностики автомобіля.



де 1 – вентиляційний витяжний вентилятор; 2 – двохстійковий підйомник; 3 – газоаналізатор; 4 – верстат слюсарний; 5 – автомобільний системний сканер; 6 – прилад для перевірки і налаштування фар; 7 – набір слюсарного інструменту; 8 – візок інструментальний; 9 – стіл діагноста; 10 – стенд для перевірки техніко-економічних властивостей автомобіля; 11 – пульт управління стендами; 12 – гальмівний стенд

Рисунок 3.1 - Універсальний виробничий пост для діагностування

Основні та допоміжні приміщення можна оцінювати за різними методами. Розглянемо найбільш зручні і точні способи визначення їх площі. Загальна площа зони технічного обслуговування (ТО) або зони зберігання автомобілів обчислюється на основі кількості робочих місць або місць зберігання, а також площі, яку займають автомобілі, проїзди, проходи і робочі місця [7]:

$$F_o = f_{об} \cdot f_o \cdot x_o \cdot K_{щ} \quad (1)$$

де $f_{об}$ – сумарна площа горизонтальної проекції по габаритним розмірам обладнання; f_o – площа автомобіля в плані за його габаритними розмірами m^2 ; x_o – число постів; $K_{щ} = 4-5$, коефіцієнт щільності розстановки обладнання.

$$F_D = (12 + 8,3) \cdot 1 \cdot 4 = 81,2, \text{ приймаємо } 80m^2$$

Якщо місця передбачені для автомобілів або кузовів, потрібно додати площу горизонтальної проекції авто або кузова до загальної площі обладнання ділянки.

При виборі технічного обладнання слід враховувати досвід роботи сучасних підприємств з обслуговування та ремонту автомобілів, а також сучасний асортимент гаражного обладнання, яке доступне на ринку. Обладнання повинно відповідати всім вимогам посту з діагностики, а також мати оптимальні показники за надійністю, ефективністю, вартістю та експлуатаційними витратами.

У таблиці 3.1 представлений перелік необхідного технічного обладнання, оснащення та засобів виробництва для зони діагностики

Таблиця 3.1 - Перелік технологічного обладнання, оснащення та виробничого інвентарю для зони діагностики.

№	Найменування моделі	Кількість	Маса, кг	Характеристики
1	2	3	4	5
1	Витяжний вентилятор Trommelberg MSF-3.2	1	22	540x560x755 мм Q = 1,5 кВт.

Продовження таблиці 3.1

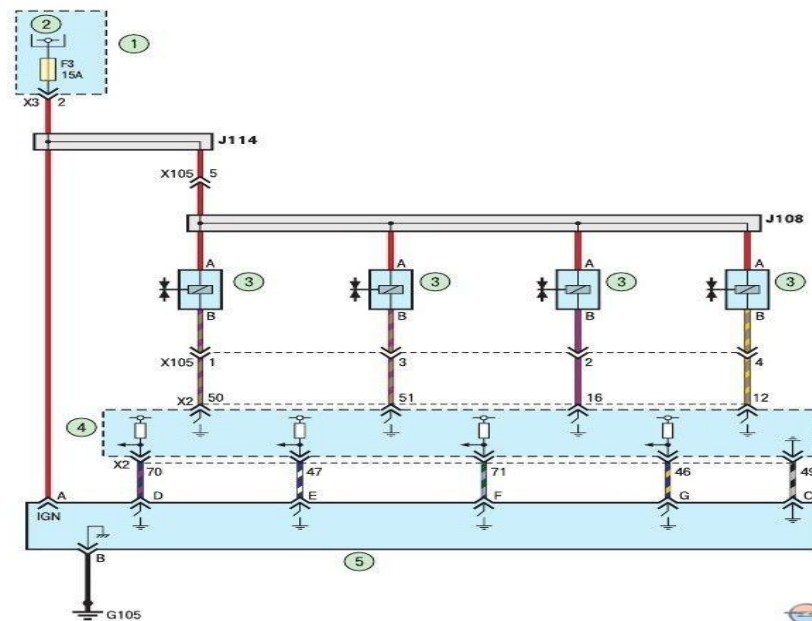
1	2	3	4	5
2	Канавний підйомник PITLIFT P-H 14-450	1	125	2860x3370 мм Q = 2,2 кВт.
3	Газоаналізатор Автотест 01.04П	1	10	330x100x290 мм Q = 20 Вт.
4	Слюсарний верстат Classic 01.100G	2	59	1390x686x845 мм
5	Автомобільний системний сканер Bosch FSA 500	1	20	290x220x110 мм.
6	Прилад для перевірки та регулювання фар К-310	1	30	900x730x1308 мм
7	Набір слюсарного інструменту Force 41421	1	10	550x490x80 мм
8	Інструментальний візок Topul TCBA 1301	1	13	1011x481x1067 мм
9	Стіл діагноста АС-222	1	36	610x600x1135 мм
10	Стенд для перевірки техніко- економічних властивостей автомобіля К-493	1	2500	3250x2015 мм
11	Пульт управління стендами	1	67	787x316 мм
12	Гальмівний стенд Unimetal RHO-10	1	1820	550x2420x920 Q = 6 кВт.

3.1 Розробка системи діагностики системи запалення бензинового двигуна автомобіля Opel Astra J

3.1.1 Функціональна схема та опис об'єкта діагностування

У сучасному автомобільному виробництві постійно розвиваються технології, спрямовані на поліпшення якості та надійності автомобільних систем. Однією з ключових складових сучасного автомобіля є система запалення, яка відповідає за старт двигуна та його правильну роботу.

Функціональна схема (рисунок 3.2) охоплює вхідні параметри, такі як стан батареї, сигнали від датчика колінчастого вала та температура двигуна. Основні блоки включають котушку запалювання, систему управління (ECU), свічки запалювання та дротові сигнали.



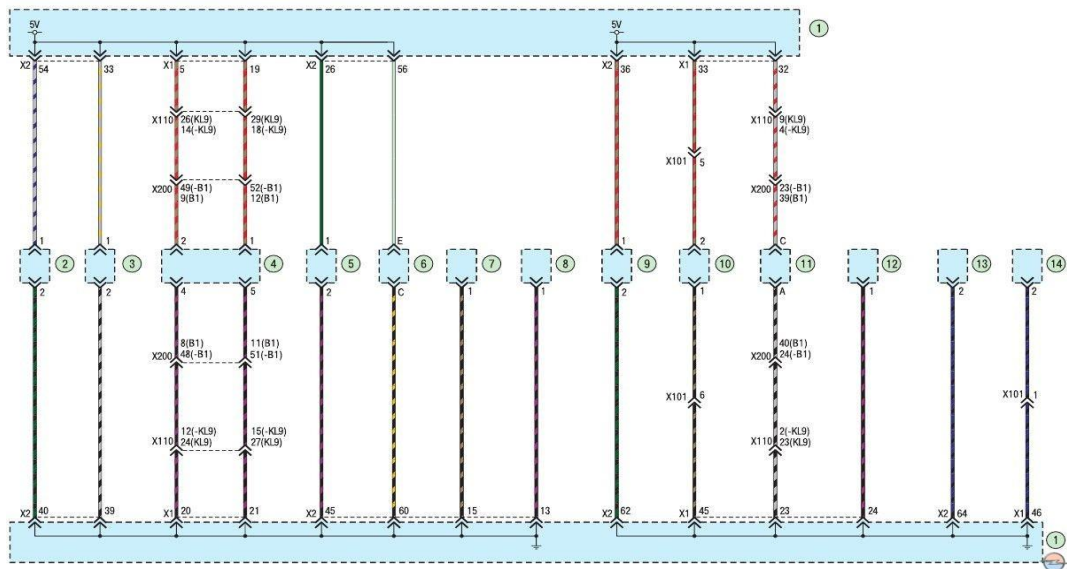
де 1 - монтажний блок моторного відсіку, 2 - реле системи запалення, 3 - паливна форсунка, 4 - блок керування двигуном, 5 - модуль запалювання.

Рисунок 3.2 - Система первинної напруги системи запалення Opel Astra J

У цьому контексті, розробка інноваційних методик та технологій діагностики стає важливим завданням для автомобільних інженерів та виробників. Це дозволить не лише вчасно виявляти потенційні проблеми у системі запалення, але й підвищувати загальний рівень ефективності та

надійності Opel Astra J, забезпечуючи водіїв надійним та безпечним транспортним засобом. 1.6 - літровий двигун Opel A16XER вироблявся з 2009 по 2015 роки на німецькому заводі і встановлювався тільки на дві моделі – Astra і Insignia.

Схема системи запалення бензинового двигуна автомобіля Opel Astra J наведено на рисунку 3.3.



де 1 - блок управління двигуном; 2 - датчик положення впускного розподільного валу; 3 - датчик положення випускного розподільного валу; 4 - датчик положення педалі прискорювача; 5 - датчик положення колінчастого валу; 6 - датчик положення дросельної заслонки; 7 - електромагнітний клапан впускного розподільного валу; 8 - електромагнітний клапан випускного розподільного валу; 9 - датчик абсолютного тиску у впускному колекторі; 10 - кондиціонер; 11 - датчик положення педалі зчеплення; 12 - датчик температури та масового витрати повітря; 13 - перший датчик температури охолоджувальної рідини; 14 - другий датчик охолоджувальної рідини.

Рисунок 3.3 - Система вторинної напруги системи запалення Opel Astra J.

Котушка запалювання призначена для створення високої напруги, яка в подальшому використовується свічкою для утворення іскри. Тому її бездоганна робота необхідна для нормального функціонування системи запалювання. По суті, катушка є невеликим трансформатором, на первинну

обмотку якого подається стандартна напруга 12 В від акумулятора, а вихідна напруга становить кілька кіловольтів. Конструктивно котушка складається з двох обмоток - первинної і вторинної (відповідно, низької і високої напруги).

Однак в залежності від типу катушки обмотки і їх розташування відрізняються. Найпростіша загальна катушка: на первинній обмотці є 100...150 витків. Обмотка намотана ізольованим мідним дротом. Її кінці виведені на корпус катушки. Кількість витків вторинної обмотки становить 30...50 тисяч (залежить від моделі). Звісно, що використаний тут дріт має значно менший діаметр. "Мінус" вторинної обмотки підключений до "мінуса" першої. А "плюс" підключається до виводу на кришці. Таким чином, забезпечується відведення отриманої високої напруги. Для збільшення магнітного поля обмотки намотують навколо металевого сердечника. У деяких випадках, щоб уникнути перегріву обмоток, сердечник заливають трансформаторним маслом (воно не лише охолоджує систему, але й є ізолятором). Один із об'єктів діагностики - це катушка запалювання, будова якої показана на рисунку 3.4.

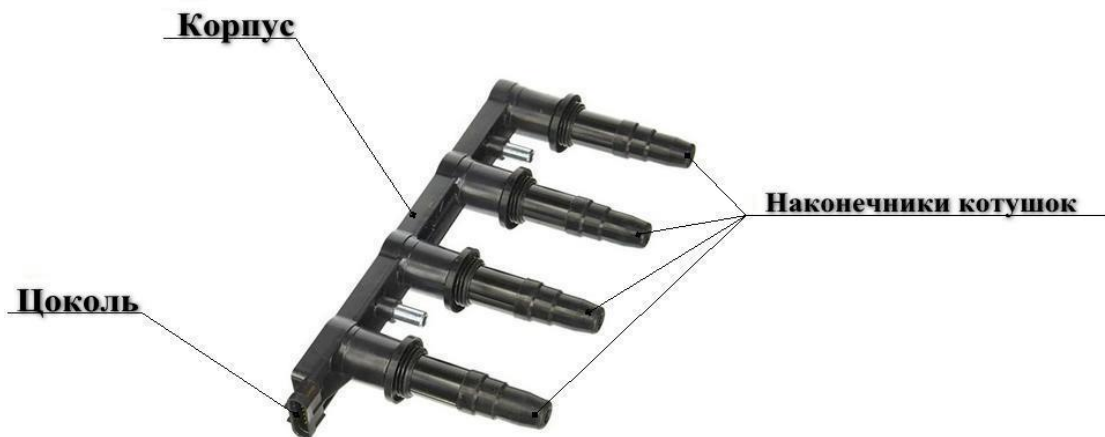


Рисунок 3.4 – Модуль запалювання

Наступним елементом є свічка запалювання (рисунок 3.5). Основне призначення свічки - створення іскри, яка викликає займання паливно-повітряної суміші у циліндрі двигуна. Іншими словами, вона повинна ефективно і вчасно спрацювати під час кожного циклу роботи двигуна.

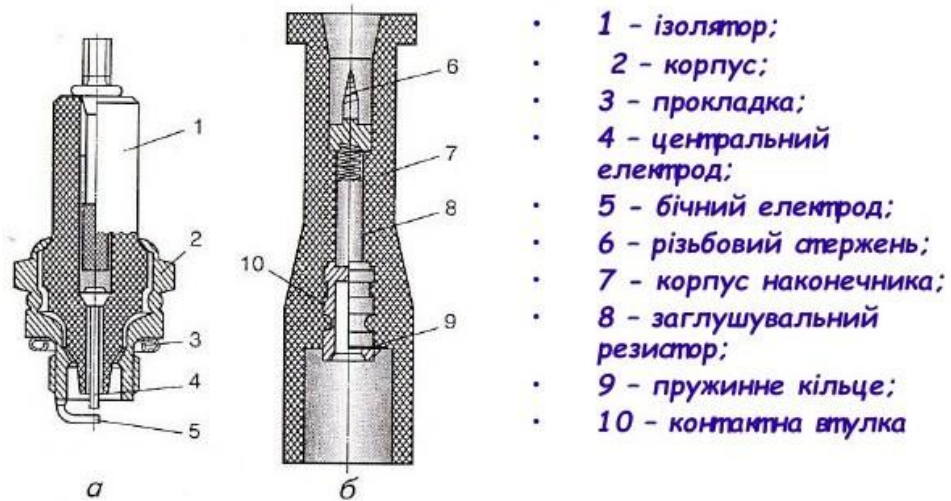


Рисунок 3.5 - Свічка запалювання

Якість роботи двигуна напряму залежить від якості створеної іскри: чим ефективніше паливо запалюється у камері згорання, тим краще працює двигун. Неправильна робота свічки запалювання може призвести до різних проблем, таких як збільшення витрат пального, нестабільне згорання палива, втрата потужності і збільшений знос. Тому контроль за станом і своєчасна заміна свічок запалювання є одним із важливих етапів технічного обслуговування двигуна.

Принцип дії свічки запалювання досить простий: на центральний електрод (катод) подається висока напруга від 25 до 30 тисяч вольт, що спричиняє електричний розряд між ним та від'ємним електродом (анодом). Це створює високовольтну дугу, яка запалює паливо в циліндрі двигуна.

Свічка запалювання повинна мати герметичні з'єднання ізолятора з корпусом і центральним електродом. Проникнення газів через неповні з'єднання може призвести до перегріву свічки і навіть до ненавмисного запалювання через нагріті ділянки. Під час роботи двигуна у камері згорання на деякі частини свічки може потрапляти масло, яке під час горіння утворює нагар. Це може вплинути на іскровий зазор у свічці, що призведе до втрати енергії та зниження вторинної напруги.

Один з ключових компонентів - електронний блок управління. ЕБУ або контролер - це електронна плата з мікропроцесором та пристроєм для

зберігання даних, яка розміщена у пластиковому або металевому корпусі. На корпусі є роз'єми для підключення до електричної системи автомобіля та скануючого пристрою. ЕБУ зазвичай розташовується або у відсіку двигуна, або на передній панелі з боку пасажирів, ззаду бардачка. Інструкція обов'язково має містити інформацію про розташування контролера. Для нормального функціонування використовуються різні типи пам'яті:

1. ППЗП - програмований постійний запам'ятовуючий пристрій, де зберігаються основні програми та параметри роботи двигуна;
2. ОЗУ - оперативна пам'ять, призначена для обробки даних та збереження проміжних результатів;
3. ЕПЗП - електрично перепрограмований запам'ятовуючий пристрій, використовується для зберігання тимчасової інформації, такої як коди доступу, дані про пробіг, час роботи двигуна тощо.

Програмне забезпечення ЕБУ має два модулі: функціональний і контрольний. Перший приймає дані, обробляє їх і відправляє імпульси на виконавчі пристрої. Контрольний модуль відповідає за перевірку входних сигналів від датчиків, якщо виявляються відхилення від заданих параметрів, здійснює корекційні дії або повністю блокує роботу двигуна.

3.2 Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи запалювання Opel Astra J

Для оцінки стану системи запалювання часто використовують перевірку параметрів елементів за допомогою спеціального обладнання.

У даному випадку використовується мотор-тестер Bosch FSA 500 (рис. 3.6) для проведення перевірки.



Рисунок 3.6 – Мотор-тестер Bosch FSA 500

Технічні характеристики даного обладнання проведені в таблиці 3.2 та [2]

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики Bosch FSA 500

Характеристика	Значення
1	2
Напруга блоку живлення	90 – 254 В АС/47 – 63 Гц
Діапазон робочої температури	От 5°С до 40°С
Габаритні розміри	290x220x110 мм
Маса	1,5 кг
Швидкість сканування у 2-канальному режимі	2x40 мегаточок/с
Швидкість сканування у 4-канальному режимі	4x1 мегаточок/с

При огляді потрібно переконатися, що гумові наконечники та корпус котушки не мають слідів дефектів чи тріщин.

Напругу вимірюють на кожній котушці та на підставці за допомогою мотор-тестера. Отримані результати порівнюються з характеристиками,

вказаними виробником котушки. У робочій котушці Opel Astra J напруга на первинній обмотці становить близько 12 В, на вторинній - від 25 до 35 кВ.

Також під час діагностики системи запалювання перевіряють такі параметри:

1. Наявність згасаючих коливань в кінці горіння іскри між електродами свічки запалювання;
2. Тривалість часу накопичення енергії в магнітному полі котушки запалювання (зазвичай в діапазоні від 1,5 до 5,0 мс);
3. Тривалість горіння іскри між електродами свічки запалювання (зазвичай від 1,5 до 2,5 мс).

3.3 Розробка моделі діагностики для системи запалювання автомобіля Opel Astra

Розробка моделі діагностування включає в собі розгляд об'єкта діагностики як перетворювача вхідних величин Y на вихідні величини X . Тобто, робота об'єкта діагностики може бути представлена як відношення за методом [2, 3]:

$$X = A \cdot Y, \quad (3.1)$$

де X, Y - вектори вихідних і вхідних величин відповідно;

A - оператор об'єкта.

Об'єкт діагностики має точки контролю. Якщо після одного тестового впливу u_j , що називається елементарною перевіркою P_j , на виході об'єкта діагностики є відповідь $R_j^{(i)}$, це можна записати як:

$$R_j^{(i)} = A_j^{(i)} u_j, \quad (3.3)$$

де $A_j^{(i)}$ - оператор об'єкта діагностики або його елемента під час виконання P_j -ої перевірки та i -го збою.

Після створення логічної моделі контрольованого об'єкта необхідно для кожного блоку цієї моделі записати рівняння в форматі (3.4). Однак, оскільки

ці рівняння стосуються логічної схеми, а не функціональної, їх записують у незначно відмінному вигляді:

$$X_i = Q_i \cdot F_i, \quad (3.4)$$

Тут Q_i - оператор i -го логічного блоку, який приймає значення "0", якщо блок несправний, і "1", якщо блок працює; F_i - функція умов роботи i -го блоку, яка також може бути "0" або "1". Функція умов роботи F_i по суті представляє собою добуток значень входів в блок Q_i .

Для системи запалювання рівняння (3.5) будуть сформовані таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = Q_1 \cdot X_0; \\ X_2 = Q_2 \cdot X_1; \\ X_3 = Q_3 \cdot X_2 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6; \\ X_4 = Q_4 \cdot X_0; \\ X_5 = Q_5 \cdot X_0; \\ X_6 = Q_6 \cdot X_0; \\ X_7 = Q_7 \cdot X_3; \\ X_8 = Q_8 \cdot X_3; \\ X_9 = Q_9 \cdot X_3; \\ X_{10} = Q_{10} \cdot X_3; \\ X_{11} = Q_{11} \cdot X_7; \\ X_{12} = Q_{12} \cdot X_8; \\ X_{13} = Q_{13} \cdot X_9; \\ X_{14} = Q_{14} \cdot X_{10}. \end{array} \right. \quad (3.5)$$

3.4 Розробка алгоритмів оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови

Для складання алгоритму пошуку відмови, близького до оптимального, необхідно використовувати методи теорії інформації, де в якості провідної функції використовується кількість інформації, що міститься у перевірці.

Кожна перевірка містить певну кількість інформації про стан системи [18]:

$$H(S) = \sum_{i=1}^n P(S_i) \log_2 P(S_i), \quad (3.6)$$

де $P(S_i)$ - ймовірність стану S_i .

Після чого визначається вибір перевірки, яка містить найбільшу кількість інформації:

$$I(\Pi_j) = H(S) - H\left(\frac{S}{\Pi_j}\right), \quad (3.7)$$

де $H(S)$ – повна невизначеність технічного стану системи; $H\left(\frac{S}{\Pi_j}\right)$ - залишкова невизначеність стану системи після виконання елементарної перевірки.

Пошук відмови починається з перевірки, що несе найбільшу кількість інформації. Найбільшу інформацію має перевірка, що перевіряє m елементів із сумарною ймовірністю різних відмов, рівною 0,5. Після проведення перевірки, при якій контролюється m блоків системи, можуть бути два випадки:

- а) відмова фіксується (перевірка – 1);
- б) відмова не фіксується (перевірка – 0).

Для побудови пошуку відмови вихідними даними будуть ймовірність відмови елементів системи запалювання. АКБ – 0,1; модуль запалювання – 0,1; свічки запалювання – 0,05.

$$P_i = \frac{1 - \sum P_{від}}{m}, \quad (3.8)$$

де $\sum P_{від}$ - сума ймовірностей відмов основних елементів;

m - кількість залишених станів (відмов), приймаємо $m = 5$.

$$P_i = \frac{1 - (0,1 + 0,1 + 4 \cdot 0,05)}{5} = 0,12.$$

Сума ймовірності відмови технічного стану буде рівнятися 1.

3.5 Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля

Одним із ключових комплексних показників, що забезпечують працездатність транспортних засобів, є технічна готовність. Цей показник визначається відсотковим співвідношенням календарного часу, протягом якого автомобіль знаходиться у технічно справному стані і може виконувати транспортні завдання. Чим вище цей показник, тим ефективніше відбуваються всі процеси технічного обслуговування та ремонту. Оцінюється технічна готовність за допомогою коефіцієнта технічної готовності.

Розрахунок коефіцієнта технічної готовності автомобіля здійснюється [2, 8]:

$$a_T = \frac{D_{e.ц.}}{D_{e.ц.} + D_{p.ц.}}, \quad (3.9)$$

де $D_{e.ц.}$ – кількість днів експлуатації за цикл; $D_{p.ц.}$ – кількість днів простою автомобіля в ремонтах і ТО за цикл;

Кількість днів експлуатації за цикл рівно :

$$D_{e.ц.} = \frac{L_{кр}}{l_{CC}} \quad (3.10)$$

Кількість днів простою автомобіля в ремонті та ТО за цикл визначається за формулою:

$$D_{p.ц.} = D_{ТО} \cdot \frac{L_{кр}}{1000} \cdot K_4, \quad (3.11)$$

де $D_{ТО}$ – питомий простій автомобілів в ТО , днів/1000км; K_4 – коефіцієнт коректування продовжуваності простоїв в ТО в залежності від пробігу автомобілів з початку експлуатації.

Найбільший вплив на технічну готовність автомобіля α_T здійснюють середньодобовий пробіг і вік автомобіля. Тому необхідно оцінити їх вплив у найбільш характерних діапазонах зміни.

Розрахунки коефіцієнта технічної готовності були проведені для середньодобових пробігів 100, 200, 300 і 400 км. Результати наведені в таблицях таблиці 3.3 – 3.6.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків для $l_{CC} = 100$ км

Пробіг з початку експлуатації	K_4	$D_{e.ц.}$	$D_{p.ц.}$	α_m
0...0,25 тис. км.	0,7	2100	41,1	0,98008
0,25...0,50 тис. км.	0,7	2100	41,1	0,98008
0,5...0,75 тис. км.	1,0	2100	58,8	0,97276
0,75...1,0 тис. км.	1,2	2100	70,5	0,96751

Таблиця 3.4 – Результати розрахунків для $l_{CC} = 200$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4	$D_{e.ц.}$	$D_{p.ц.}$	α_m
0...0,25 тис.км	0,7	1050	41,1	0,96233
0,25...0,50 тис.км	0,7	1050	41,1	0,96233
0,5...0,75 тис.км	1,0	1050	58,8	0,9469
0,75...1,0 тис.км	1,2	1050	70,5	0,93708

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків для $l_{CC} = 300$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4	$D_{e.ц.}$	$D_{p.ц.}$	α_m
0...0,25 тис.км.	0,7	700	41,1	0,94445
0,25...0,50 тис.км	0,7	700	41,1	0,94445
0,5...0,75 тис.км	1,0	700	58,8	0,92250
0,75...1,0 тис.км	1,2	700	70,5	0,90851

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків для $l_{CC} = 400$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4	$D_{e.ц.}$	$D_{p.ц.}$	α_m
0...0,25 тис.км	0,7	525	41,1	0,92739
0,25...0,50 тис.км	0,7	525	41,1	0,92739
0,5...0,75 тис.км	1,0	525	58,8	0,89928
0,75...1,0 тис.км	1,2	525	70,5	0,88161

На основі таблиць можна зробити висновок, що зі збільшенням пробігу з початку експлуатації коефіцієнт технічної готовності зменшується.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек

Електротехнічні об'єкти є обов'язковим складником будь-якого виробництва. Питанню запобігання електротравматизму постійно приділяється велика увага [9]. При проектуванні нового електрообладнання необхідно проводити аналіз небезпечної і шкідливої дії на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітного поля. Аналіз можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів необхідно проводити за наступною схемою:

- характеристика електрообладнання (номінальна напруга, рід і частота струму, спосіб електропостачання, режим нейтралі, вид виконання);
- перелік можливих причин травматизму, вірогідність їх прояву;
- аналіз можливих видів дії електричного струму і типів травм;
- аналіз пожежонебезпеки електрообладнання. Головними причинами електротравматизму є:
 - недостатній рівень знань, несвоєчасна перевірка знань персоналу, який обслуговує електроустановки;
 - порушення правил пристрою, технічної експлуатації та техніки безпеки електрообладнання;
 - неправильна організація праці;
 - неправильне розташування пускової апаратури і розподільних пристроїв, захаращуваність підходів до них;
 - порушення правил виконання робіт в охоронних зонах ЛЕП, електричних кабелів і ліній зв'язку;
 - несправність ізоляції, через що металеві неструмоведучі частини обладнання опиняються під напругою;
 - обрив заземлюючого провідника;
 - використання електрозахисних пристроїв, що не відповідають умовам виконання робіт;

- виконання електромонтажних і ремонтних робіт під напругою;
- застосування дротів і кабелів, які не відповідають умовам виробництва і величині напруги;
- низька якість з'єднань і ремонту;
- недооцінка небезпеки струму і «крокової напруги», що виникає, коли ноги людини знаходяться на ділянках з різними електричними потенціалами;
- ремонт обірваного нульового провідника повітряної лінії при невідключеній мережі;
- живлення декількох споживачів від загального пускового пристрою із захистом запобіжниками, розрахованими на виключення найбільш потужного з них, або від однієї групи розподільної шафи;
- недооцінка необхідності виключення електрообладнання (зняття напруги) в неробочі періоди;
- виконання робіт без засобів індивідуального електрозахисту або використання захисних засобів, що не пройшли чергове випробування;
- невиконання періодичних випробувань, зокрема перевірок опору ізоляції (електромереж, обмоток електродвигунів, котушок комутаційної апаратури, реле) і опорів заземлюючих пристроїв;

4.2 Розрахунок освітлення

На виробництві застосовують загальне та комбіноване (загальне поєднане з місцевим) освітлення [10]. Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт РЗР і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5–28:2018 "Природне і штучне освітлення"). Використання системи загального освітлення передбачено при технічній неможливості або недоцільності влаштування місцевого освітлення при узгодженні з органами державного санітарного нагляду. При комбінованому освітленні доля загального повинна складати не менше 10%

Чисельне значення індексу приміщення визначають за рівнянням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} \quad (4.1)$$

$$i = \frac{16 \cdot 5}{2,6 \cdot (16 + 5)} = 1,46, \text{ приймаємо } i = 1,75 \quad (4.2)$$

де A – довжина приміщення, м; B – ширина приміщення, м; h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

Загальна висота приміщення включає наступні складові:

$$H = h + h_p + h_3, \quad (4.3)$$

$$H = 3,3 + 1 + 0,7 = 5 \text{ м}$$

де h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м; h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м; (висота робочої поверхні $h_p = 1$ м) h_3 – висота звисання світильника від стелі, м.

Визначення h і h_3 проводимо за наступною послідовністю:

Розрахуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}, \quad (4.4)$$

$$h = \frac{5}{1,5} = 3,3 \text{ м}$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h, \quad (4.5)$$

$$h_3 = 5 - 1 - 3,3 = 0,7$$

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L/h]}, \quad (4.6)$$

$$N_p = \frac{5}{(5 - 1) \cdot 1,5} = 0,83, \text{ приймаємо } N_p = 1$$

де $[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника

Визначимо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p}, \quad (4.7)$$

$$L_{\max} = \frac{5}{1} = 5 \text{ м}$$

Визначимо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \quad (4.8)$$

де Φ – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм; E_H – нормоване значення освітленості, лк; S – площа освітлюваної поверхні, м^2 ; k_3 – коефіцієнт запасу; z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості; η – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$\Phi = \frac{200 \cdot 80 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{0,46} = 64000 \text{ лк}$$

Визначимо розрахункову загальну кількість світильників N'_{LED} для LED-світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N' = N'_{LED} = \frac{A \cdot B}{L_{\max}^2}, \quad (4.9)$$

$$N'_{LED} = \frac{16 \cdot 5}{5^2} = 3,2, \text{ приймаємо } N'_{LED} = 4 \text{ шт}$$

(L_{\max} визначається за формулою 4.7);

Розрахунковий світловий потік лампи або Φ'_{LED} - для LED-світильників:

$$\Phi'_{LED} = \frac{\Phi}{N'_{LED}}, \quad (4.10)$$

$$\Phi'_{LED} = \frac{64000}{5} = 12800 \text{ лк}$$

де N'_{LED} – загальна кількість ламп у приміщенні;

$$N'_{LED} = N' \cdot n, \quad (4.11)$$

де n – кількість ламп у світильнику;

$$N'_{LED} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ шт}$$

Вибираємо тип LED-світильника (ECO LB/S LED75) з найближчими значеннями фактичного світлового потоку світильника Φ_{LED} і знаходимо коефіцієнт пропорційності m_{LED} :

$$m_{LED} = \frac{\Phi'_{LED}}{\Phi_{LED}}, \quad (4.12)$$

$$m_{LED} = \frac{12800}{8500} = 1,5$$

Оптимальна кількість світильників у приміщенні складе:

$$N_{LED} = N'_{LED} \cdot m_{LED}, \quad (4.13)$$

$$N_{LED} = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ шт}$$

Скоригуємо число світильників та визначимо їх фактичну кількість $N_{\Phi LED}$, яка відповідає розміщенню (значенню) світильників у кожному ряді.

Визначимо загальну розрахункову освітленість E_{pLED} у приміщенні, що створюється при застосуванні вибраних LED-світильників:

$$E_p = \frac{\Phi_{LED} \cdot N_{\Phi LED} \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}, \quad (4.14)$$

$N_{\Phi LED} = N_{\Phi LED} \cdot \eta$ – фактична кількість ламп у приміщенні.

$$E_{pLED} = \frac{64000 \cdot 6 \cdot 0,46}{80 \cdot 1,6 \cdot 1,15} = 1200 \text{ лк}$$

Розрахуємо загальну потужність освітлювальної установки та електрообладнання:

Приймаємо, що Гальмівний стенд працюватиме - 10хв/день, Витяжний вентилятор - 1год/день, Канавний підйомник – 5хв/день.

$$A_{об} = \left(6 \cdot \frac{10}{60}\right) + \left(1,5 \cdot \frac{60}{60}\right) + \left(2,2 \cdot \frac{5}{60}\right) = 2,6 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma LED} = N_{\Phi LED} \cdot P_{LED} + A_{об}, \quad (4.15)$$

де P_{LED} – потужність вибраного стандартного LED світильника. Приймаємо $P_{LED} = 75 \text{ Вт}$.

$$P_{\Sigma LED} = (6 \cdot 75) + 2600 = 3 \text{ кВт}$$

Висновок: вибрано тип світильника ECO LB/S LED75 для обраних джерел світла в залежності від умов навколишнього середовища та розряду зорових робіт; Визначено значення індексу приміщення (i), що характеризує співвідношення розмірів освітлюваного приміщення і висоти розміщення світильників $i = 1,75$; Визначено значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta = 0,46$; Визначити світловий потік стандартного LED-світильника $\Phi_{LED} = 12800$ лк, та фактичну кількість світильників $N_{\phi LED} =$ бшт; Розраховано сумарну потужність освітлювальної установки та електрообладнання $P_{\Sigma LED} = 3$ кВт.

4.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Автотранспорт є вагомим джерелом забруднення довкілля. В даний час на частку автомобільного транспорту припадає більше половини усіх шкідливих викидів у навколишнє середовище, які є головним джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах [11]. У середньому при пробігу 15 тис. км за рік кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26 – 30 т повітря, у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів більше потреб людини. При цьому автомобіль викидає в атмосферу: чадного газу – 700 кг/рік, діоксиду азоту – 40 кг/рік, незгорілих вуглеводнів – 230 кг/рік і твердих речовин – 2 - 5 кг/рік.

Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, карбюраторах, а також у результаті витоків палива. Головним з них є перший спосіб, на частку якого приходить близько 2/3 шкідливих викидів автомобілів в атмосферу.

Основними нетоксичними компонентами відпрацьованих газів автотранспортних засобів є азот, кисень, пари води і вуглекислий газ. Усього налічується близько 200 шкідливих (забруднюючих) речовин, багато яких

небезпечні для здоров'я людини. До токсичних компонентів відносяться: оксиди вуглецю, оксиди азоту, альдегіди, вуглеводні, сірчистий газ, сажа, бензапірен та ін. В ролі основних забруднювачів ґрунтів виступають метали та їхні сполуки. Основними причинами є – застарілі конструкції двигунів, використовуване паливо (бензин, а не газ чи інші, менш токсичні речовини) та погана організація руху, особливо в містах, на перехрестях.

Аналіз заходів із зниженням токсичності відпрацьованих газів автомобілів дозволяє виділити такі основні напрями боротьби зі шкідливим впливом автотранспорту на довкілля:

- використання нових типів силового устаткування з мінімальним викидом шкідливих речовин;

- заміна і вдосконалення конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів з метою зниження токсичності відпрацьованих газів;

- застосування пристроїв очищення або нейтралізації відпрацьованих газів. Для автомобілів з бензиновими двигунами дуже ефективні каталітичні нейтралізатори потрійної дії, для дизельних автомобілів застосовують фільтри, які очищають відпрацьовані гази від сажі;

- використання альтернативного або зміна характеристик традиційного палива. Отже, для зменшення негативного впливу складових частин транспортних комплексів на навколишнє природне середовище в Україні перш за все необхідно:

1. Впровадити жорсткий контроль за дотриманням допустимих норм викидів в атмосферне повітря.

2. Встановити контроль за дотриманням екологічних норм при побудові та експлуатації транспортної інфраструктури.

3. Проводити постійний контроль за технічним станом автомобілів.

4. Вдосконалити конструкції паливної системи двигуна.

5. Використовувати більш якісні паливно-мастильні речовини, що мають меншу концентрацію домішок. Вирішення екологічних проблем – це комплекс заходів, спрямованих на зниження токсичності автотранспорту

4.4 Заходи по зменшенню шкідливого впливу автомобілів та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище

Для контролю екологічних та економічних показників автомобілів на автотранспортних підприємствах створюються контрольно-регулювальні пости (КРП), основним завданням яких є випуск на лінію автомобілів з вмістом токсичних компонентів, димності відпрацьованих газів (ВГ) та витрати палива в межах встановлених норм [12]. Це досягається шляхом усунення технічних несправностей, які впливають на екологічні та економічні показники автомобіля, шляхом регулювання або заміни несправних елементів систем живлення або запалювання двигуна.

Контроль потрібно здійснювати:

- при експлуатації автомобілів не рідше, ніж при ТО-2;
- після ремонту агрегатів, систем і вузлів, які впливають на вміст шкідливих речовин (зокрема оксиду вуглецю, вуглеводнів і сажі);
- по заявкам водіїв.

Для виконання робіт контрольно-регулювальні пости обладнуються спеціальним обладнанням, до якого відноситься: газоаналізатор, тахометр, димомір, мотортестери, дизельтестери та інше. Все обладнання повинно відповідати вимогам, які висуваються при його експлуатації. При вимірі вмісту шкідливих речовин у ВГ показник повинен знаходитися у межах, наведених нормативно-правовим документом [13].

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Собівартість запасних частин

Таблиця 5.1 Витрати на закупку мастильних матеріалів та запасних частин для автомобіля Opel Astra J

№ з/п	Перелік матеріалів, запасних частин, комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна в грн, за одиницю	Вартість загальна, грн.
1	Фільтр масляний	14	436	4360
2	Кільце зливної пробки	14	44	440
3	Фільтр повітряний	7	938	1876
4	Моторна олива, Total Quartz FUTURE FGC 5W-30, канистра 5 літрів (0.8 шт)	14	1834	18340
5	Фільтр салону	14	160	800
6	Свічка запалювання	12	3534	7068
7	Гальмівна рідина Febi 26461, канистра 1 літр	7	391	1955
8	Батарейка у ключі запалювання	7	100	500
9	Трансмісійне мастило	3	450	1350
ВСЬОГО				56591

5.2 Визначення витрат на оплату праці

Нормативна тривалість робочого часу за місяць розраховується:

$$\Phi PЧ_{норм.м} = \frac{P\Phi_{роб.ч}}{12}, \quad (5.1)$$

де $P\Phi_{роб.ч}$ – річний фонд робочого часу.

$$\Phi PЧ_{норм.м} = \frac{1463}{12} = 121,91 \text{ год}$$

Годинна тарифна ставка середнього розряду обчислюється за формулою:

$$TC = \frac{ЗП_{\min} \cdot 1,2}{\Phi PЧ_{норм.м}} = \frac{25000 \cdot 1,2}{121,91} = 246,08 \quad (5.2)$$

де $ЗП_{\min}$ – заробітна плата одного працівника [20].

Розраховуємо фонд заробітної плати основних ремонтних робітників.

Основна заробітна плата ремонтних робітників розраховується на підставі годинних тарифних ставок і трудомісткості робіт:

$$ОЗПр.р = t_{ум} \cdot TC, \text{ грн} \quad (5.3)$$

де $t_{ум}$ – час на виконання однієї операції, год.

$$ОЗПр.р = 246,08 \cdot \frac{1680}{60} + 246,08 \cdot \frac{2232}{60} + 246,08 \cdot \frac{1008}{60} + 246,08 \cdot \frac{1782}{60} = 27487,13$$

Премія з фонду заробітної плати:

$$ПР = \frac{ОЗПр.р \cdot Пп.р}{100}, \quad (5.4)$$

де $Пп.р$ – відсоток премії, приймаємо $Пп.р = 50\%$.

$$ПР = \frac{27487,13 \cdot 50}{100} = 13743,56 \text{ грн}$$

Надбавки, доплати за своєчасну виконану роботу:

$$Нп.д. = \Phi PЧ_{норм.м} \cdot K_5 \cdot TC \cdot 0,16 \quad (5.5)$$

$$Нп.д. = 121,91 \cdot 1 \cdot 246,08 \cdot 0,16 = 4799,93 \text{ грн}$$

де K_5 – кількість обслуговуваних автомобілів.

Сума надбавок, доплат та премій:

$$НДП = Нп.д. + ПР \quad (5.6)$$

$$НДП = 4799,93 + 13743,56 = 18543,49 \text{ грн}$$

Загальний фонд заробітної плати працівників:

$$\Phi ЗП_{заг.р.р} = ОЗПр.р + НДП = 27487,13 + 18543,49 = 46030,62 \text{ грн}$$

Середньомісячна заробітна плата одного працівника:

$$ЗП_{II} = \frac{\Phi_{ЗПзагр.p}}{Ч_{II} \cdot 12}, \quad (5.7)$$

де $n_{міс}$ – кількість календарних місяців в періоді.

$$ЗП_{II} = \frac{46030,62}{5 \cdot 12} = 7671,7 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок витрат електроенергії

Річні витрати на електроенергії на освітлення визначаються наступним чином:

$$Q_{e.осв} = 75 \cdot S \cdot \frac{T_{осв.}}{1000}, \quad (5.8)$$

де 75 – витрати електроенергії на освітлення 1 м², Вт; S – площа підрозділу, м²; T_{осв.} – тривалість роботи з освітленням за 1 рік, приймаємо T_{осв.} – 96 год.

$$Q_{e.осв} = 75 \cdot 80 \cdot \frac{96}{1000} = 576 \text{ грн}$$

Річні витрати силової електроенергії [21]:

$$Q_{с.e} = \frac{\sum W \cdot \Phi_{д.о} \cdot K_o}{K_1 \cdot K_2}, \quad (5.9)$$

де $\sum W$ – сумарна потужність обладнання, кВт; $\Phi_{д.о}$ – дійсний фонд роботи обладнання, год; K_o – коефіцієнт одночасної роботи (0,7); K_1 – коефіцієнт витрат електроенергії (0,96); K_2 – коефіцієнт корисної дії (0,85).

$$Q_{с.e} = \frac{3 \cdot 1680 \cdot 0,7}{0,96 \cdot 0,85} = 4323,52 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат на електроенергію:

$$C_e = C_{кВт} \cdot (Q_{e.осв} + Q_{с.e}), \quad (5.10)$$

де $C_{кВт}$ – вартість 1 кВт/год. (0,52 грн.).

$$C_e = 0,52 \cdot (576 + 4323,52) = 2547,75 \text{ грн}$$

5.4 Витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобіля

Для розрахунку витрат на ремонт та обслуговування автомобіля потрібно визначити, що включають в себе прямі затрати. В прямі затрати на технічне обслуговування автомобіля входять: затрати грошових засобів на вартість затрачених матеріалів – мастильних та допоміжних матеріалів; заробітну плату працівників, що виконують обслуговування автомобіля; вартість електроенергії для освітлення та роботи обладнання.

Визначимо витрати для виконання операції знаючи годинну ставку одного працівника – 246,08грн, приймаємо середню кількість часу для проведення операції для ТО-1 = 2,8 год, та ТО-2 = 9,3 год, та визначимо витрати для виконання операції:

$$B_{ТО-1n.o} = 246,08 \cdot 2,8 = 689,02 \text{ грн}$$

$$B_{ТО-2n.o} = 246,08 \cdot 9,3 = 2288,54 \text{ грн}$$

Вирахуємо споживання електроенергії під час проведення ТО-1 та ТО-2:

$$B_{ТО-1}^{el.} = \frac{2547,75}{240} \cdot \frac{160}{60} = 28,30 \text{ грн}$$

$$B_{ТО-2}^{el.} = \frac{2547,75}{240} \cdot \frac{560}{60} = 99,07 \text{ грн}$$

де 240 – кількість днів роботи виробничого поста.

За весь цикл експлуатації автомобіля впродовж 210 тис.км., було проведено 10 технічних обслуговувань. З них ТО-1 = 10шт, та ТО-2 = 4шт.

Згідно план-графіку автомобіля Opel Astra J (табл. 2.2) для проведення усіх ТО-1 та ТО-2 впродовж всього терміну експлуатації за цикл. До заміни запчастин та мастильних матеріалів для ТО-1 та ТО-2 входять наступні елементи (табл. 5.2) :

Таблиця 5.1 Використання запасних частин та мастильних матеріалів для проведення кожного ТО-1 та ТО-2.

ТО-1		
№	Запасні частини, матеріали	Кількість, шт
1	Салонний фільтр	10
2	Моторна олива	10
3	Гальмівна рідина	3
4	Оливний фільтр	10
5	Кільце зливної пробки	10
6	Батарейка у ключі запалюванні	3
7	Повітряний фільтр	3
ТО-2		
№	Запасні частини, матеріали	Кількість, шт
1	Салонний фільтр	4
2	Моторна олива	4
3	Гальмівна рідина	4
4	Оливний фільтр	4
5	Кільце зливної пробки	4
6	Батарейка у ключі запалюванні	4
7	Свічка запалювання	12
8	Трансмісійне мастило	3
9	Повітряний фільтр	4

Згідно даних для розрахунку витрат (табл. 5.1), та враховуючи, що при кожному проведенні ТО-1 використовується різна кількість запасних частин, вибираємо обслуговування автомобіля при 15 тис. км. та 30 тис. км.

Для обчислення вартості ремонту використовуємо наступну формулу:

$$B_{TO} = B_{зап.ч.м.м} + B_{о.п} + B_{ел} \quad (5.9)$$

Розрахуємо затрати на одне ТО-1 при 15 тис. км:

$$B_{TO-1}^{15тис.} = 436 + 44 + 1834 + 160 + 689,02 + 28,30 = 3191,5 \text{ грн}$$

Дана кількість комплектуючих частин використовується у ТО-1 для проведення 7 операцій.

Розрахуємо затрати на одне ТО-1 при 30 тис. км:

$$B_{\text{ТО-1}}^{30\text{тис.}} = 1834 + 44 + 938 + 160 + 436 + 391 + 100 + 689,02 + 28,30 = 4620,5 \text{ грн}$$

Число виконаних операцій з більшою кількістю заміни комплектуючих при ТО-1 становитиме близько 3.

Обчислимо витрати на ТО-2:

$$B_{\text{ТО-2}} = 1834 + 204 + 938 + 436 + 3534 + 391 + 100 + 450 + 2288 + 483 + 99,7 = 10757,7$$

Відповідно, при експлуатації автомобіля Opel Astra J згідно з проведеними розрахунками, за весь цикл, що становить 210 тис. км, було проведено 10 ТО-1, 3 з яких використовувались з більшою кількістю заміни комплектуючих, а також 4 ТО-2. Визначимо витрати за цикл для ТО-1 і ТО-2:

$$B_{\text{ТО-1}}^{\text{цикл}} = 3191,5 \cdot 7 + 4620,5 \cdot 3 = 36202 \text{ грн}$$

$$B_{\text{ТО-2}}^{\text{цикл}} = 10757,7 \cdot 4 = 42580,8 \text{ грн}$$

Підсумуємо загальні затрати для проведення технічного обслуговування:

$$S_{\text{ТО}} = B_{\text{ТО-1}}^{\text{цикл}} + B_{\text{ТО-2}}^{\text{цикл}} \quad (5.16)$$

$$S_{\text{ТО}} = 36202 + 42580,8 = 78782,8 \text{ грн}$$

Висновок: при здійсненні розрахунків можна сказати, що з використанням витрат на час проведення однієї операції та затрат на споживання електроенергії для кожного виду ТО з урахуванням запасних частин та мастильних матеріалів витрати складають на ТО-1 = 36202, і ТО-2 = 42580,8 грн, які за весь цикл становитимуть $S_{\text{ТО}} = 78782,8 \text{ грн}$.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Основними чинниками, які визначають потужність технічного обслуговування, є кількість автомобілів, які знаходяться в зоні обслуговування.

Наведено експлуатаційні показники, загальні відомості про автомобіль OPEL ASTRA. Розраховано річний пробіг $L_{\Pi} = 11916$ км. та середній термін служби автомобіля $L_{ТС} = 17$ років. Визначено питому трудомісткість технічного обслуговування та поточного ремонту $S_{ТО} = 0,4$ люд-год.

Розроблено план-графік для проведення технічного обслуговування. Проведено нормування трудомісткості операцій, для визначення чисельного та штатного кількості працівників, що дозволило визначити річну трудомісткість кожної операції обслуговування. Розроблена технологічна карта для діагностування свічок запалення.

Розроблено універсальний пост для проведення діагностичних робіт. Описано основні вузли системи запалювання та підібрано діагностичне обладнання для автомобіля Opel Astra J. Розраховано коефіцієнт технічної готовності за цикл $a_T = 0,98933$, та динаміка їх зміни від середньодобових пробігів з початку експлуатації. Побудовано алгоритм пошуку відмови технічного стану Opel Astra, $P_i = 0,12$.

Було розраховано штучне освітлення для виробничих робіт $P_{\Sigma LED} = 3$ кВт, описано загальні вимоги щодо заходів по зменшенню шкідливого впливу автомобілів на навколишнє середовище. Проаналізовано вплив виробничих шкідливостей та їх небезпек.

Обчислено годинну тарифну ставку працівників $ТС = 246,08$ грн, та середньомісячну зарплата $З_{\Pi} = 7671,7$ грн. Витрати на паливо-мастильні матеріали, споживання електроенергії $B_{ел.} = 2547,75$ грн, та визначено витрати для обслуговування автомобіля Opel Astra J з ТО-1 та ТО-2 за цикл, $B_{ТО-1}^{цикл} = 36202$ грн, $B_{ТО-1}^{цикл} = 42580,8$ грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технічні характеристики Opel Astra J 1.6 (115 лс) 2009, 2010, 2011, 2012. [Джерело інформації]: <https://xn--h1afceeb4a.xn--j1amh/harakteristiki-opel-astraj-s2009g/>
2. Болбас, М.М. Проектування підприємств автомобільного транспорту: навч. посібник для студентів спеціальності "Технічна експлуатація автомобілів" закладів, що забезпечують отримання вищої освіти / М.М. Болбас та ін.; за ред. М.М. Болбаса., 2004. 528 с.
3. Болбас Н.М. Основи технічної експлуатації автомобілів: Підручник для вузів /. Мн.: Алфея, 2001.
4. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту» для студентів спеціальності «Автомобілі та автомобільне господарство» денної та заочної форми навчання / Уклад. В. В. Біліченко, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов Вінниця : ВНТУ, 2013. 99 с.
5. Періодичність технічного обслуговування Opel Astra J Hatchback – Режим доступу: <https://opel-vidi.com.ua/ua/service/regulations-to/astra-j/>
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Марчук Н. М., Марчук М. М. Рівне : НУВГП, 2023. 70 с.
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту» за напрямком «Проектування автотранспортних підприємств» для студентів всіх форм навчання спеціальності «Автомобілі та автомобільне

господарство» / Уклад. В. В. Біліченко, Є. В. Смирнов, С. О. Романюк – Вінниця : ВНТУ, 2013. 119 с.в

8. Методичні вказівки для виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Виробничо-технічне база підприємств автомобільного транспорту» для здобувачів вищої освіти другого рівня за спеціальністю «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / Морозюк С.В., Ігнатюк Р.М., Кужій В. А. Рівне : НУВГП, 2019. 48с.

9. Охорона праці : рекомендації до виконання розділу в дипломному проекті бакалавра для студентів технічних спеціальностей / уклад. : Л. В. Дементій, Г. Л. Юсіна. Краматорськ : ДДМА, 2013. 164 с.

10. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі»: для студентів усіх спеціальностей та форм навчання /Укл. : В.І. Шмирко, О.В. Коробко, Ю.І. Троян. Запоріжжя: каф. ОПіНС. НУ «Запорізька політехніка», 2020. 36с., 3 рис., 12 табл.

11. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище в Україні. Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/05/41.pdf>

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

13. Закону України "Про охорону атмосферного повітря" (Відомості Верховної Ради України, 1992 р., N 50, ст. 678; 1995 р., N 13, ст. 85) [Джерело інформації] : <https://ips.ligazakon.net/document/T012556?an=2>

14. Коваленко Н.А. Технічна експлуатація автомобілів: навч. посібник / Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. Мінск: Нове знання, 2008. 352 с

15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О.А. Лудченко. К. : Знання, 2004. 478 с

16. Автомобільний довідник / Б.С. Васильєв, М.С. Висоцький, К.Л. Гаврилов та ін. Під заг. ред. В.М. Приходько : Вид-во "Машиництво", 2004. 704 с.
17. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники автомобілів: Практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2019. 171 с. Депоновано в Державній науково-технічній бібліотеці України 20.03.2019, №136 – РІД(н)/Ук – 2019 (з оприлюдненням). – Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gntb.gov.ua>].
18. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В. та ін. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене. К.: Арістей, 2006. 296 с.
19. Сахно В. П. Експлуатаційні властивості автомобілів / В. П. Сахно. К.: Видавництво "КВІЦ", 2006. 174 с.
20. Автомеханік: середня зарплата в Україні. Режим доступу: <https://www.work.ua/salary-автомеханік/>
21. Витрати на електроенергію та собівартість витрат на освітлення і роботу електричних двигунів обладнання. [Джерело інформації]: <https://studfile.net/preview/8674414/page:13/>