

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: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
АВТОМОБІЛЯ VW POLO З РОЗРОБКОЮ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ
ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-44сп

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Талама Олег Тарасович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Гошко Зеновій Орестович
(Прізвище та ініціали)

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 Шарibuра А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Таламі Олегу Тарасовичу

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технічного обслуговування автомобіля VW Polo з розробкою системи діагностування живлення бензинового двигуна»

Керівник проєкту: Гошко Зеновій Орестович, к.т.н., доцент

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

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування автомобілів VW Polo, науково-технічна література з питань ремонту та випробування автомобілів VW Polo, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються діагностування систем живлення бензинових двигунів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Конструктивно – технічне обґрунтування об’єкта проєктування

4.2 Удосконалення технологічного процесу ТО автомобіля Volkswagen Polo

4.3 Розробка процесу діагностування системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo

4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища

4.5 Економічна частина

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Технічні характеристики автомобіля VW Polo

5.2 Схема універсального поста ТО-1

5.3 Функціональна схема системи живлення бензинового двигуна

5.4 Структурна схема системи живлення бензинового

5.5 Логічна модель системи живлення бензинового двигуна

5.6 Алгоритм пошуку відмов

5.7 Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля

5.8 Графіки залежності коефіцієнта технічної готовності від пробігу та річної продуктивності від пробігу

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. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. 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

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1	<i>Написання розділу: «Конструктивно – технічне обґрунтування об'єкта проєктування»</i>	<i>27.11.23-30.12.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу: «Удосконалення технологічного процесу ТО автомобіля Volkswagen Polo»</i>	<i>01.01.24-25.02.24</i>	
3	<i>Виконання третього розділу: «Розробка процесу діагностування системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo»</i>	<i>26.02.24-30.03.24</i>	
4	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>	<i>31.03.24-30.04.24</i>	
5	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>01.05.24-25.05.24</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>25.05.23-10.06.24</i>	

Студент _____ Олег Талама
(підпис)

Керівник роботи _____ Зеновій Гошко
(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОБ'ЄКТА ПРЄКТУВАННЯ	7
<i>1.1 Короткий опис пристрою автомобіля</i>	<i>7</i>
<i>1.2 Визначення показників якості автомобіля</i>	<i>11</i>
<i>1.3 Визначення показників надійності автомобіля</i>	<i>14</i>
2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN POLO	16
<i>2.1 Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля</i>	<i>16</i>
<i>2.2 Розробка план-графіка робіт з ТО автомобіля</i>	<i>17</i>
<i>2.3 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту</i>	<i>18</i>
<i>2.4 Формування переліку робіт технічного впливу</i>	<i>21</i>
<i>2.5 Нормування трудомісткості операцій технічного впливу</i>	<i>22</i>
<i>2.6 Розробка схеми виробничого посту для ТО-1</i>	<i>24</i>
3. РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN POLO	27
<i>3.1 Функціональна схема та опис об'єкта діагностування</i>	<i>27</i>
<i>3.2 Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення двигуна</i>	<i>29</i>
<i>3.3 Розробка діагностичної моделі системи живлення двигуна</i>	<i>31</i>
<i>3.4 Розробка алгоритмів оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови</i>	<i>31</i>
<i>3.5 Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля</i>	<i>38</i>

	4
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	42
<i>4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек</i>	42
<i>4.2 Розрахунок освітлення</i>	43
<i>4.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище</i>	45
<i>4.4 Заходи по зменшенню шкідливого впливу автомобілів та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище</i>	49
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	50
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

УДК 629.114.3

Талама О.Т. Підвищення ефективності технічного обслуговування автомобіля VW Polo з розробкою системи діагностування живлення бензинового двигуна : Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 54 с.

Табл. 19; рис. 13; бібліогр. джерел 24.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка заходів сервісного обслуговування, ремонту та діагностування системи живлення бензинового двигуна автомобіля *VW Polo*.

Досліджено конструктивні особливості легкових автомобілів *VW Polo*, визначено їх показники якості та надійності.

Удосконалено технологічний процес технічного обслуговування автомобілів *VW Polo*. Проведено розрахунок нормативів системи ТО і ремонту автомобілів та річної та добової програми, кількості виконавців для робіт з ТО та ремонту. Сформовано перелік робіт з технічного впливу, визначено трудомісткість операцій технічного обслуговування усіх видів ТО, розроблено схему виробничого поста для діагностування систем живлення бензинових двигунів.

Розроблено технологічний процес діагностування системи живлення бензинового двигуна автомобіля *VW Polo*. Визначено діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення автомобіля. Розроблено діагностична модель системи живлення та алгоритм оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови. Проаналізовано вплив різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля *VW Polo*.

Розроблено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища, проведено економічний розрахунок собівартості технічного обслуговування автомобіля.

ВСТУП

Автомобільне повне та своєчасне задоволення потреб народного господарства та населення за найменших матеріальних та трудових витрат. Щорічно збільшуються перевезення пасажирів автобусами та легковими автомобілями внутрішньо міськими, приміськими та міжміськими маршрутами. Прогрес в автомобільній промисловості, подальше збільшення вантажообігу автомобільного транспорту передбачає як кількісне зростання автопарку, а й значне транспорт має значення. Його основним завданням є покращення використання наявних автомобілів, підвищення культури експлуатації, збільшення міжремонтних термінів служби, забезпечення високого рівня безпеки дорожнього руху та екологічності.

Основними заходами щодо технічної експлуатації автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту є:

- формування комплексу нормативів системи ТО та ремонту;
- розробка план-графіків виконання робіт з технічних обслуговування на необхідний період;
- формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту;
- розробка технології виконання робіт щоденного обслуговування (ЕО), діагностування (Д-1, Д-2), технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2) та ремонту;
- розробка планувальних рішень та створення виробничих постів з ЕО, Д, ТО та ремонту автомобілів;
- аналіз комплексних показників якості виконання робіт з ТО та ремонту.

У процесі діагностування систем легкових автомобілів перевірки повинні проводитись згідно з алгоритмом пошуку відмов. Це дозволить знизити трудомісткість діагностування, підвищити технологічність технічних впливів і підвищити якість послуг.

1. КУНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОБЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Короткий опис пристрою автомобіля

Виробництво автомобіля Volkswagen Polo седан класу В - це складний процес, що включає різні етапи від проектування до випуску готового продукту. Етапи виробництва автомобіля Volkswagen Polo седан:

1. Проектування та розробка: На цьому етапі інженери Volkswagen розробляють концепцію автомобіля, визначають його технічні характеристики та виготовляють прототипи для тестування.

2. Виробництво кузова: Розроблені компоненти кузова виготовляються з використанням різних матеріалів, таких як сталеві листи, алюміній та пластик. Цей процес може включати в себе штампування, зварювання, лиття та обробку поверхні.

3. Виробництво двигуна та трансмісії: Двигун та трансмісія, як правило, виготовляються окремо і потім об'єднуються з кузовом на наступних етапах виробництва.

4. Збирання автомобіля: Компоненти, такі як кузов, двигун, трансмісія, підвіска, електрика та інші, збираються в один готовий автомобіль на збірному конвеєрі.

5. Тестування та якість: Після зборки кожен автомобіль проходить серію тестів та перевірок якості, щоб переконатися, що він відповідає стандартам безпеки та функціональності Volkswagen.

6. Пакування та доставка: Готові автомобілі пакуються та готуються до доставки до дилерських центрів та клієнтів.

Автомобілі оснащують бензиновим двигуном мод. CFNA робочим об'ємом 1,6 л (105 л.с), комплектують п'ятиступінчастою механічною або шестиступінчастою автоматичною коробкою передач і випускають із кузовом седан.

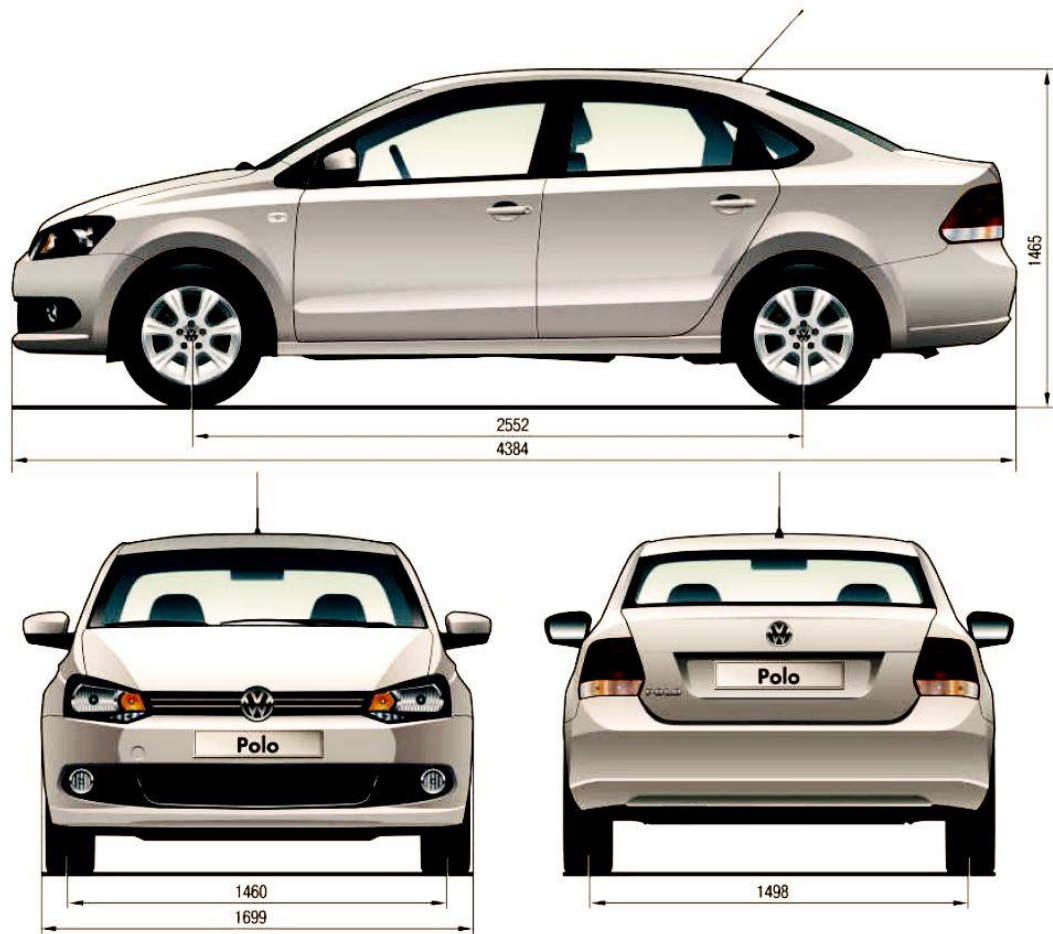


Рисунок 1.1 – Загальна схема автомобіля Volkswagen Polo

Технічні характеристики автомобіля Volkswagen Polo представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики автомобіля Volkswagen Polo

Параметр	Характеристики
1	2
Загальні дані	
Число місць, включаючи місце водія	5
Споряджена маса, кг	1084
Максимально допустима маса, кг	1660
Габаритні розміри, мм	рис. вище
Колісна база, мм	Теж
Коля коліс, мм	»
Дорожній просвіт, мм	170
Мінімальний радіус повороту, м	5,3
Максимальна швидкість, км/год)	190(187 АКПП)
Час розгону автомобіля з місця до швидкості 100 км/год	10,5 (12,1 АКПП)
Витрата палива, л/100 км:	
у міському циклі	8,7 (9,8 АКПП)
у заміському циклі	6,5 (7,0 АКПП)
у змішаному циклі	5,1 (5,4 АКПП)
Октанове число бензину	Не менше 95

Продовження табл. 1.1

1	2
Двигун	
Модель	CFNA
Тип	Бензиновий, із системою упорскування палива DOHC, 16V
Число та розташування циліндрів	4, рядне
Діаметр циліндрів x хід поршня, мм	76,5x86,9
Робочий об'єм циліндрів, см ³	1598
Ступінь стиснення	10,5
Порядок роботи циліндрів	1-3-4-2
Максимальна потужність, кВт (к.с.) нетто / при частоті обертання, хв ⁻¹	77,0(105)/5250
Максимальний момент, що крутить, Н-м (кгс-м) нетто / при частоті обертання, хв ⁻¹	153(15,5)/3800
Напрямок обертання колінчастого валу (наштовхує з боку шківів)	Права
Трансмiсія	
Зчеплення (МКП)	Одноступеневе, сухе, з діафрагмовою натискною пружиною та гасителем крутильних коливань,
Привід вимкнення зчеплення (МКП)	Гідравлічний
Коробка передач	Механічна п'ятиступінчаста, із синхронізаторами на всіх передачах або шестиступінчаста автоматична
Передавальні числа механічної коробки:	
I передача	3,46
II передача	1,96
III передача	1,28
IV передача	0,88
V передача	0,67
задній хід	3,18
Головна передача	Одинарна, циліндрична, косозуба
Передатна кількість головної передачі	4,55
Диференціал	Конічний, двосателітний
Привід коліс	Відкритий, валами з шарнірами рівних кутових швидкостей
Ходова частина	
Передня підвіска	Незалежна, пружинна, типу Макферсон, з гідравлічними амортизаторними стійками, стабілізатором поперечної стійкості, торсійного типу
Задня підвіска	Напівзалежна, з витими пружинами, гідравлічними амортизаторами, стабілізатором поперечної стійкості торсійного типу

Продовження табл. 1.1

1	2
Колеса	Сталеві, дискові, штамповані або легкосплавні
Розмір коліс	5,0Jx14, 5,53x15 або 6,0Jx15
Шини	Радіальні, безкамерні
Розмір шин	175/70 R14, 185/60 R15 або 195/55 R15
Рульове управління	
Рульове керування	Травмобезпечне, з електричним підсилювачем, з регулюванням рульової колонки по куту нахилу та вильоту
Рульовий механізм	Шестерня-рейка
Гальма	
Робітники:	
передні	Дискові, вентильовані, з плаваючою скобою
задні	Барабанні, з колодками, що самоцентруються, і механізмами автоматичного регулювання зазорів.
Привід робочих гальм	Гідравлічний, двоконтурний, роздільний, виконаний за діагональною схемою, з вакуумним підсилювачем, чотириканальною антиблокувальною системою (ABS) та системою курсової стійкості (ESP)
Гальмо стоянки	З механічним приводом на задні колеса від важеля підлоги, з сигналізацією включення
Електроустаткування	
Схема електропроводки	Однопровідний, негативний полюс з'єднаний з «масою»
Номінальна напруга,	12
Акумуляторна батарея	Стартерна, необслуговувана, ємністю 60 А-год
Генератор	Змінного струму, з вбудованим випрямлячем та електронним регулятором напруги
Стартер	Зі змішаним збудженням, дистанційним керуванням з електромагнітним включенням та муфтою вільного ходу
Кузов	
Тип	Ціліснометалічний, несучий

1.2 Визначення показників якості автомобіля

Номенклатура показників якості автомобіля Volkswagen Polo представлена в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Номенклатура показників якості автомобіля Volkswagen Polo

Найменування показника якості	Позначення показника якості	Найменування властивості, що характеризується	Значення та одиниця виміру
1	2	3	4
1. ПОКАЗНИКИ ПРИЗНАЧЕННЯ			
1.1. Тип автомобіля (за типом кузова, надбудови)	-	-	Седан
1.2. колісна формула	-	Загальна кількість та кількість ведучих коліс	4 x 2
1.3 Місткість (кількість місць для сидіння, включаючи місце водія)	-	Несуча здатність	5
1.4 Тип трансмісії	-	-	Механічна
1.5 Тип двигуна, число та розташування циліндрів	-	Характеристика двигуна	4 циліндри, рядний
1.6 Показники двигуна (ДСТУ 21129)		Енергетичні можливості автомобіля	
1.6.1 Номінальна потужність, кВт (к.с.) при частоті обертання колінчастого валу, мін-1	N	-//-	78(106)/5800
1.6.2 Максимальний момент, що крутить, Н·м	$M_{кр.max}$	-//-	148
1.6.3 Робочий об'єм, л	-		1,596
1.6.4 Сорт палива	-		бензин
1.7 Показники мас (СТ РЕВ 1598-79)			
1.7.1 Маса неспорядженого автомобіля, кг	M_n	Несуча здатність	950
1.7.2 Маса спорядженого автомобіля, кг	M_c	Характеристика конструкції	1178
1.7.3 Повна конструктивна маса кг	M_n	-//-	1670
1.8 Габаритні розміри автомобіля, мм		Характеристика конструкції	
1.8.1 Довжина, мм	L	-//-	4410
1.8.2 Ширина, мм	B	-//-	1764
1.8.3 Висота (без навантаження), мм	H	-//-	1497
1.9 Корисна довжина салону, мм	L_c	Місткість	2375
2.0 Корисна ширина салону, мм	B_n	-//-	1315

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
2.1 База автомобіля (ДСТУ 2635), мм	-	Характеристика конструкції	2690
2.11 Зовнішній мінімальний габаритний радіус повороту автомобіля, м	R_n	Маневреність	5,2
2.12 Коефіцієнт аеродинамічного опору	C_z	Аеродинамічна досконалість	0,3
2.13 Розмір шин	-	-	185/65R15
2.14 Ємність паливного бака, л	-	Автономність	55
2.15 Питома корисна площа салону, м ² /люд.	S	Комфортабельність	0,6
2.16 Об'єм багажного відділення, м ³	Q_b	Вантажомісткість	0,51
2.17 Максимальна швидкість, км/год	V_{max}	Динамічні якості	178
2.18 Час розгону на швидкості від 0 до 100 км/год, з	t_p	-//-	14,1
2.19 Час розгону на 4-ій та 5-ій передачах на швидкості від 60 до 100км/год, з	t_{pn}	-//-	8,4
2. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ			
2.2 Встановлений ресурс, тис. км.	T_p	Довговічність	300
2.3 Встановлений безвідмовний наробіток, тис. км.	T_b	Безвідмовність	30
2.4 Напрацювання на відмову, тис. км.	T_o	-//-	120
2.5 Корозійна стійкість кузова, років	T_c	Довговічність	5
2.6 Гарантійний термін експлуатації, років (тис. км.)	-	Гарантійні зобов'язання	3 роки (100 тис.км.)
3. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМНОГО ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ, ПАЛИВА, ЕНЕРГІЇ, ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ			
3.1 Питома вага, кг/м ²	$K_{ум}$	Характеристика конструкції	228,2
3.2 Витрата палива під час руху з постійною швидкістю 90км/год л/100км	$Q_{л(90)}$	Паливна економічність	5,5

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
3.3 Витрата палива під час руху з постійною швидкістю 120км/год л/100км	$Q_{л(120)}$	-//-	6
3.4 Витрата палива у міському циклі л/100км	$Q_{лг}$	-//-	9
3.5 Узагальнена наведена витрата палива, л/100км	Q_o	-//-	6,3
4. ЕРГОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ			
4.1 Рівень внутрішнього шуму зі швидкістю 100км/ч, дБА	-	Акустичні умови у кабіні	70
4.2 Рівень внутрішнього шуму, дБА	-	-//-	65
4.3 Максимальне зусилля на педалі гальма, кгс	-	Відповідність силовим можливостям людини	50
5. ПОКАЗНИКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ			
5.1 Питома оперативна трудомісткість, люд·г/тис. км		Експлуатаційна технологічність та ремонтпридатність	
5.1.1 Технічне обслуговування	S_{to}	-//-	6,0
5.1.2 Поточний ремонт	S_{mp}	-//-	3,0
5.2 Періодичність технічного обслуговування (ТО-1/ТО-2), тис. км.	L_{to}	Експлуатаційна технологічність та ремонтпридатність	15/30
6. ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ			
6.1 Вміст шкідливих речовин відпрацьованих газів, бензинових двигунів (СТБ 2170-2011), %	СО/СН	Ступінь забруднення навколишнього середовища	0,3/100(n min) 0,2/100(n max)
6.2 Рівень зовнішнього шуму, дБА	-	-//-	70
7. ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ			
7.1 Відповідність законодавчим вимогам щодо безпеки конструкції Правил ЄЕК ООН	-	Відповідність вимогам активної та пасивної безпеки	Відповідає
8. ЕСТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ			
8.1 Показник досконалості художньо-конструкторського рішення, бал	P_c	-//-	9

1.3 Визначення показників надійності автомобіля

Надійність є складною властивістю, яка в залежності від призначення виробу та умов його застосування включає не тільки безвідмовність, довговічність, збереження, але і ремонтпридатність.

Безвідмовність - це властивість автомобіля безперервно зберігати працездатність протягом певного часу або пробігу. Для оцінки безвідмовності застосовують такі основні показники: ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову (L_2), інтенсивність відмов для виробів, що не відновлюються, параметр потоку відмов для відновлюваних виробів.

$$L_2 = 30 \text{ тис. км}$$

Довговічність – властивість автомобіля зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі проведення робіт та ремонту. До основних показників довговічності відносяться: середній ресурс (\bar{L}_p) та середній термін служби (ймовірність досягнення граничного стану). $\bar{L}_{СП}$

$$L_{КР} = 300 \text{ тис. км}$$

$$\bar{L}_p = L_{КР} + 0,8 \cdot L_{КР} = 300 + 0,8 \cdot 300 = 540 \text{ тис. км} \quad (1.1)$$

$$\bar{L}_{СП} = \bar{L}_p / L_{Г} \text{ років} \quad (1.2)$$

$$L_{Г} = l_{CC} \cdot D_{РГ} \cdot \alpha_U, \quad (1.3)$$

$$L_{Г} = 210 \cdot 365 \cdot 0,7 = 53,6 \text{ тис. км}$$

$$\bar{L}_{СП} = 540 / 53,6 = 10 \text{ років.}$$

де l_{CC} – середньодобовий пробіг автомобіля, км $l_{CC} = 210$ км;

$D_{ра}$ - число днів роботи автомобіля в році $D_{РГ} = 365$ дн;

α_U – коефіцієнт використання парку $\alpha_U = 0,7$.

Зберігається – властивість автомобіля зберігати значення показників безвідмовності, довговічності та ремонтпридатність протягом та після зберігання та транспортування. Збереженість характеризується середнім терміном збереження (20 ... 30 років) і терміном на наскрізне іржавіння.

Ремонтпридатність - властивість автомобіля, що полягає в його пристосованості до попередження та відновлення працездатного стану шляхом

проведення ТО та ремонту. Основними показниками ремонтпридатності є середня тривалість та трудомісткість виконання операцій ТО та ремонту, які застосовуються при нормуванні та порівнянні автомобілів.

Питома оперативна трудомісткість ТО приймається за пробіг між ТО-2 і включає одне ТО-1 і одне ТО-2. Тоді вираз для її визначення можна записати у вигляді:

$$\overline{S_{\text{ТО}}} = \frac{\left(\frac{L_2}{L_1} - 1\right) \cdot t_1 + t_2}{L_2} \quad (1.4)$$

$$\overline{S_{\text{ТО}}} = \frac{\left(\frac{30}{15} - 1\right) \cdot 2,6 + 10,2}{30} = 0,43 \text{ люд год/1000 км}$$

де t_1, t_2 – нормативні трудомісткості відповідно ТО-1 та ТО-2 для заданої моделі автомобіля за ДСТУ 20334-91, люд·год;

$L_1 = 15$ тыс. км- нормативна періодичність ТО-1

$L_2 = 30$ тыс. км- нормативна періодичність ТО-2.

За ДСТУ 20334-93 визначаємо питому оперативну трудомісткість поточного ремонту:

$$S_{\text{ТР}} = 3,4 \text{ люд год/1000 км.} \quad (1.5)$$

Рівень надійності автомобіля Volkswagen Polo знаходиться вище за середні показники в порівнянні з аналогічними моделями сучасних автомобілів.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ

VW Polo

2.1 Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля

До основних нормативів системи ТО та ремонту автомобіля відносяться:

- Кількість видів ТО (ТО-1, ТО-2)
- Періодичності ТО

$$L'_1 = L_1 \cdot K_1 \cdot K_3 = 15 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ тис. км.} \quad (2.1)$$

$$L'_2 = L_2 \cdot K_1 \cdot K_3 = 30 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ тис. км.} \quad (2.2)$$

де L_i - нормативний пробіг автомобіля для цього виду впливів, км;

K_1 - коефіцієнт коригування пробігу до i -го виду ТО залежно від категорії умов експлуатації. Вибирається за III категорією експлуатації та за умовами руху у великих містах. K_1

K_3 - коефіцієнт, що враховує кліматичну зону. Причому:

$$K_3 = K'_3 \cdot K''_3 = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9 \quad (2.3)$$

- трудомісткості ТО та ремонту

$$t'_1 = t_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 2,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,104 = 2,87 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.4)$$

$$t'_2 = t_2 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 10,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,104 = 11,26 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.5)$$

$$t'_{E0} = t_{E0} \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 0,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,125 = 0,45 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.6)$$

де t_i – нормативна трудомісткість даного i -го виду ТО, люд. г.

K_2 – коефіцієнт коригування трудомісткості цього виду ТО залежно від модифікації дорожньо-транспортного засобу.

K_4 – коефіцієнт коригування трудомісткості цього виду ТО залежно від пробігу автомобіля з початку експлуатації.

K_5 – коефіцієнт коригування трудомісткості даного виду ТО в залежності від кількості автомобілів, що обслуговуються і ремонтуються в організації.

K_6 – коефіцієнти коригування трудомісткості цього виду ТО залежно від періоду експлуатації.

$$t'_{C0} = t'_2 \cdot 0,2 = 11,26 \cdot 0,2 = 2,25 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.7)$$

$$t'_{\text{ТР}} = t_{\text{ТР}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 3,4 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,138 = \\ = 5,11 \text{ чел} \cdot \text{ч}/1000 \text{ км.}$$

де – нормативна питома трудомісткість ТР, люд. год/1000 км. $t_{\text{ТР}}$

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ - Коефіцієнти коригування трудомісткості ремонту відповідно в залежності від категорії умов експлуатації, модифікації дорожньо-транспортного засобу, природно-кліматичних умов, пробігу автомобіля з початку експлуатації, кількості автомобілів, що обслуговуються і ремонтуються в організації та періоду експлуатації.

- пробіг до капремонту

$$L'_{\text{КР}} = L_{\text{КР}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 300 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 216 \text{ тыс. км.} \quad (2.8)$$

де $L_{\text{КР}}$ нормативний пробіг до капітального ремонту.

Тривалість простою в ТО і ремонті коригується коефіцієнтом: K'_4

$$D_{\text{ТО,ТР}} = D_{\text{ТО,ТРн}} \cdot K'_4 = 0,4 \cdot 0,7 = 0,28 \text{ дн}/1000 \text{ км,} \quad (2.9)$$

де – нормативний простий у ТО та ремонті. $D_{\text{ТО,ТРн}} = 0,4 \text{ дн}/1000 \text{ км}$

2.2 Розробка план-графіка робіт з ТО автомобіля

Для розробки план-графіка робіт Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2 та сезонного обслуговування (СО) необхідно визначити кількість цих впливів за рік:

$$N_{\Gamma_2} = \frac{L_{\Gamma}}{L'_2} = \frac{56,3}{21,6} = 2,6. \quad (2.10)$$

$$N_{\Gamma_1} = \frac{L_{\Gamma}}{L'_1} - N_{\Gamma_2} = \frac{56,3}{10,8} - 2,6 = 2,6. \quad (2.11)$$

$$N_{\Gamma.ЕО} = \frac{L_{\Gamma}}{l_{cc}} = \frac{56300}{210} = 268 \quad (2.12)$$

$$N_{\Gamma.д-1} = 1,1 \cdot N_{\Gamma_1} + N_{\Gamma_2} = 1,1 \cdot 2,6 + 2,6 = 5,46. \quad (2.13)$$

$$N_{\Gamma.д-2} = 1,2 \cdot N_{\Gamma_2} = 1,2 \cdot 2,6 = 3,12. \quad (2.14)$$

де L_{Γ} – річний пробіг автомобіля.

Приймаємо $N_{CO} = 2$.

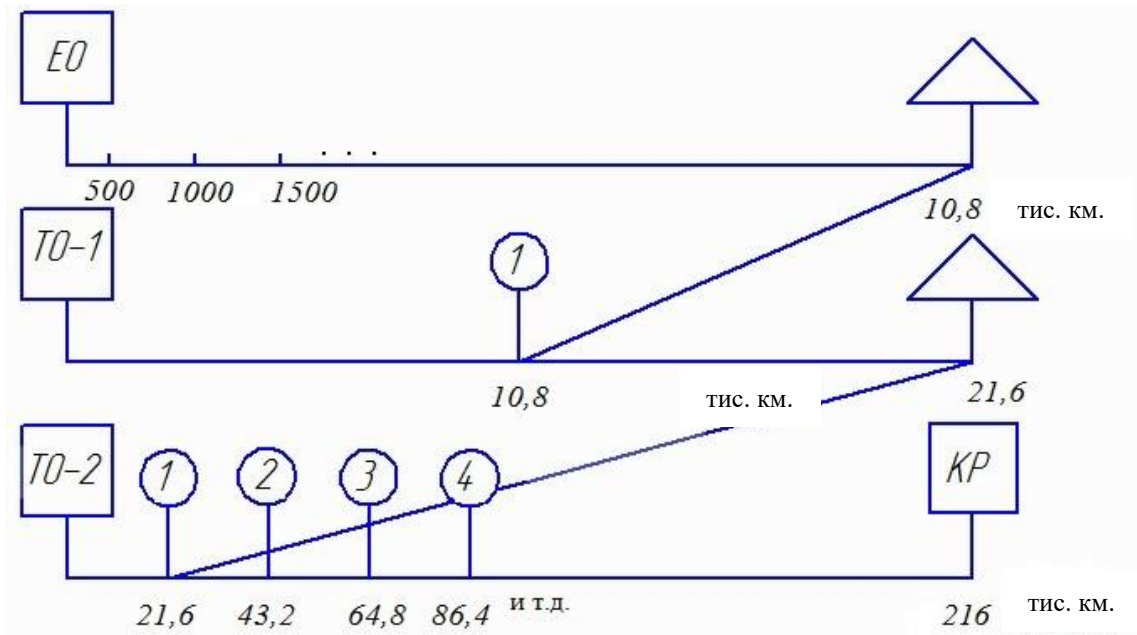


Рисунок 2.1 – Цикловий графік ТО автомобіля

В даний час застосовуються два методи оперативного планування ТО автомобілів: за календарним часом та за фактичним пробігом. При першому методі складається графік виконання ТО певний період.

2.3 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту

Для розрахунку кількості виконавців робіт з ТО та ремонту спочатку необхідно визначити їх річні обсяги. Розрахунок здійснюється на основі скоригованих разових оперативних трудомісткостей. Річний обсяг робіт з кожного i -го виду технічного обслуговування (ЩТО, Д-1, Д-2, ТО-1 та ТО-2) дорівнює:

$$T_{\Gamma_i} = N_{\Gamma_i} \cdot t_i \cdot A_c \quad (2.15)$$

де t_i - скоригована трудомісткість даного i -го виду ТО, люд.г.

$$T_{\Gamma_1} = N_{\Gamma_1} \cdot t_1 \cdot A_c = 2,6 \cdot 2,87 \cdot 110 = 820,82 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.16)$$

$$T_{\Gamma_2} = N_{\Gamma_2} \cdot t_2 \cdot A_c = 2,6 \cdot 11,26 \cdot 110 = 3220 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.17)$$

$$T_{\Gamma_{EO}} = N_{\Gamma_{EO}} \cdot t_{EO} \cdot A_c = 268 \cdot 0,45 \cdot 110 = 13266 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.18)$$

$$T_{\Gamma_{Д-1}} = N_{\Gamma_{Д-1}} \cdot t_1 \cdot A_c \cdot a = 5,46 \cdot 2,87 \cdot 110 \cdot 0,2 = 344 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.19)$$

$$T_{\Gamma_{Д-2}} = N_{\Gamma_{Д-2}} \cdot t_2 \cdot A_c \cdot b = 3,12 \cdot 11,26 \cdot 110 \cdot 0,1 = 386 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.20)$$

де $\alpha = 0,15 \dots 0,2$ - частка діагностичних робіт ТО-1;

$b = 0,1 \dots 0,15$ - частка діагностичних робіт ТО-2.

Річний обсяг робіт з поточного ремонту визначається

$$T_{\text{ТРГ}} = \frac{L_{\text{Г}}}{1000} \cdot t_{\text{ТР}} \cdot A_{\text{С}} = \frac{56300}{1000} \cdot 5,11 \cdot 110 = 31646 \text{ люд} \cdot \text{г} \quad (2.21)$$

Розподіл річної трудомісткості представлено у таблиці 2.1

При розрахунку кількості виробничих робітників визначають їх технологічно необхідну (явочну) та штатну чисельність. Вона визначається по кожному i -му виду робіт відповідно:

$$P_{\text{Ti}} = \frac{T_{i\text{Г}}}{\Phi_{\text{Mi}}}, P_{\text{Ши}} = \frac{T_{i\text{Г}}}{\Phi_{\text{pi}}}, \quad (2.22)$$

де $T_{i\text{Г}}$ – річний обсяг за i -му виду робіт, люд. година.;

Φ_{Mi} – номінальний річний фонд часу робітника;

Φ_{pi} – ефективний річний фонд часу.

Номінальний річний фонд часу технологічного необхідного робітника визначається тривалістю робочої зміни $T_{\text{С}}$ та числа робочих днів у році $D_{\text{рг}}$

$$\Phi_{\text{M}} = T_{\text{С}} \cdot D_{\text{рг}} = T_{\text{С}} \cdot (D_{\text{рг}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) = 7 \cdot 304 = 2128 \text{ год.} \quad (2.23)$$

де $D_{\text{рг}}, D_{\text{в}}, D_{\text{п}}$, – відповідно, кількість календарних, вихідних та святкових днів на рік.

Час зміни приймається 7 годин – при шестиденному робочому тижні для нормальних умов праці.

Ефективний річний фонд часу штатного робітника визначається як фактичний час, відпрацьований виконавцем на робочому місці з урахуванням наданої працівникові відпустки $D_{\text{от}}$ та невиходів на роботу з поважних причин $D_{\text{уп}}$ (за хвороби, виконання державних обов'язків тощо)

$$\Phi_{\text{р}} = \Phi_{\text{M}} - T_{\text{С}} \cdot (D_{\text{от}} + D_{\text{уп}}) = 2128 - 7 \cdot (24 + 7) = 1911 \text{ год.} \quad (2.24)$$

Дні невиходу працювати з поважних причин можна приймати рівними 7, а дні відпустки – 24.

Визначаємо технологічно необхідну (явочну) чисельність для кожного виду робіт:

$$P_{T1} = \frac{T_{ГЕО}}{\Phi_M} = \frac{13266}{2128} = 6,20; \quad (2.25)$$

$$P_{T2} = \frac{T_{Г.Д-1}}{\Phi_M} = \frac{344}{2128} = 0,16; \quad (2.26)$$

$$P_{T3} = \frac{T_{Г.Д-2}}{\Phi_M} = \frac{386}{2128} = 0,18; \quad (2.27)$$

$$P_{T4} = \frac{T_{Г1}}{\Phi_M} = \frac{820,82}{2128} = 0,38; \quad (2.28)$$

$$P_{T5} = \frac{T_{Г2}}{\Phi_M} = \frac{3220}{2128} = 1,51; \quad (2.29)$$

$$P_{T6} = \frac{T_{ТРГ}}{\Phi_M} = \frac{31646}{2128} = 14,81. \quad (2.30)$$

Штатна чисельність для кожного виду робіт визначається

$$P_{Ш1} = \frac{T_{ГЕО}}{\Phi_p} = \frac{13266}{1911} = 6,94; \quad (2.31)$$

$$P_{Ш2} = \frac{T_{Г.Д-1}}{\Phi_p} = \frac{344}{1911} = 0,18; \quad (2.32)$$

$$P_{Ш3} = \frac{T_{Г.Д-2}}{\Phi_p} = \frac{386}{1911} = 0,20; \quad (2.33)$$

$$P_{Ш4} = \frac{T_{Г1}}{\Phi_p} = \frac{820,82}{1911} = 0,43; \quad (2.34)$$

$$P_{Ш5} = \frac{T_{Г2}}{\Phi_p} = \frac{3220}{1911} = 1,68; \quad (2.35)$$

$$P_{T6} = \frac{T_{ТРГ}}{\Phi_p} = \frac{31646}{1911} = 16,56. \quad (2.36)$$

Таблиця 2.1 - Розподіл річної трудомісткості робіт ТО та ПР за видами робіт

Види робіт	Трудомісткість робіт	Кількість робітників, люд.			
	люд. год	технолог. розрах.	технолог. прин.	штатне розрах.	штатне прин.
1. ЩТО	13266	6,2	6	6,94	7
2. Д-1	344	0,16	1	0,18	1
3. Д-2	386	0,18	1	0,20	1
4. ТО-1	820,82	0,38	1	0,43	1
5. ТО-2	3220	1,51	2	1,68	2
6. ТР	31646	14,81	15	16,56	17
Разом	49682,82	23,24	26	25,99	29

2.4 Формування переліку робіт технічного впливу

Перелік операцій діагностування, складений у технологічній послідовності за агрегатами, системами, вузлами базових моделей автомобілів, представимо у вигляді технологічної операційної карти (таблиця 2.4). Виконавець – слюсар-діагност 4-го розряду. Загальна трудомісткість - 11,99 люд.-хв.

Таблиця 2.2 - Операційно-технологічна карта на ТО-1 системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo.

№ операції	Найменування операції	Професія виконавця	Місце виконання операції	К-сть точок обслуговування	Обладнання, пристрій, інструмент	Норма часу, люд.-хв.	Технічні умови та вказівки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Встановити автомобіль на пост та зупинити двигун	Водій-перегонник	-	-	-	1,00	Заглушити двигун. Автомобіль зафіксувати противідкатними упорами. Підключити вентиляційний відсмоктувач
2	Перевірити стан елементів системи живлення зовнішнім оглядом	Слюсар-ремонтник 4-го розряду	Знизу, збоку	-	-	3,00	Повинні бути відсутні ознаки пошкоджень елементів системи живлення
3	Підключити мотор-тестер	Слюсар-ремонтник 4-го розряду	Збоку	5	Мотортестер DasPas-65	2,50	Підключення здійснювати при вимкненому двигуні та мотор-тестері
4	Перевірити кут випередження упорскування палива	Слюсар-ремонтник 4-го розряду, водій-перегонщик	Збоку	1	Мотортестер DasPas-65	1,00	Перевірку проводити на працюючому прогрітому двигуні

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Перевірити тиск палива у системі	Слюсар-ремонтник 4-го розряду, водій-перегонщик	Збоку	1	Мотортестер DasPas-65	1,20	Перевірку проводити на працюючому, прогрітому двигуні. Тиск на виході паливного насоса має бути в межах 2-2,5 МПа. Тиск підйому голки форсунки - 16,5 МПа
6	Вимкнути мотор-тестер	Слюсар-ремонтник 4-го розряду, водій-перегонщик	Збоку	5	Мотортестер DasPas-65	0,50	Відключення здійснювати при вимкненому двигуні та мотортестері
7	Зовнішнім оглядом перевірити з'єднання на наявність витоків при двигуні, що працює.	Слюсар-ремонтник 4-го розряду	Знизу, збоку	-	-	1,09	Підтікання палива не допускається. При необхідності підтягнути хомути кріплення паливних шлангів.
8	Видалити автомобіль з посади	Водій-перегонщик	-	-	-	1,00	Забрати противідкатні упори. Вимкнути вентиляційний відсмоктувач.

При розробці технологічних карток необхідно передбачати застосування високопродуктивного обладнання та спеціалізованого інструменту, підйомно-транспортних механізмів та оглядового обладнання з метою забезпечення високого рівня механізації робіт та створення зручних та безпечних умов праці ремонтним робітникам.

2.5 Нормування трудомісткості операцій технічного впливу

Нормування трудомісткості операцій здійснюється з використанням методу мікроелементних нормативів. На початку роботи виконавець розташовується біля дверцят водія (рис. 5.2); поряд з ним розташовується слюсарний верстат з розташованими на ньому необхідними приладами та інструментами. Автомобіль стоїть на підлоговому або (якщо необхідно) канавному посту чи стенді.

Таблиця 2.3 - Нормування трудомісткості операційТО-1системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo.

Номер дв-ня	Рух чи мікроелемент роботи	Шифр мікроелемента	Відносна тривалість; ОЕ	Кількість рухів	Загальна відносна тривалість; ОЕ	Абсолютна тривалість; сік
1	2	3	4	5	6	7
1. Зовнішній огляд елементів системи						
1.1	Ходьба	3а	60	15	900	13,5
1.2	Чисто зорова робота	9с	40	1	40	0,6
2. Підключення мотор-тестера до двигуна						
2.1	Поворот корпусу	2б	50	1	50	0,75
2.2	Ходьба	3а	40	1	40	0,6
2.3	Рух руки	5г	50	2	100	1,5
2.4	Незначний рух спільно кисті та пальців	8м	11	1	11	0,16
2.6	Поворот корпусу	2б	50	1	50	0,75
2.7	Ходьба	3а	50	24	1200	18
2.8	Поворот корпусу	2б	50	4	200	3
2.9	Нагинання корпусу	1а	100	4	400	6
2.10	Рух руки	5т	70	16	1120	16,8
2.12	Незначний рух спільно кисті та пальців	7т	58	300	17400	261
		2б	50	4	200	3
2.13	Поворот корпусу	3а	50	24	1200	18
2.14	Ходьба	2б	50	4	200	3
2.15	Поворот корпусу	1а	100	4	400	4
2.16	Нагинання корпусу					
2.17	Незначний рух спільно кисті та пальців	7т	58	300	17400	261
		2б	50	4	250	3,75
		3а	65	4	390	5,85
2.18	Поворот корпусу					
	Ходьба					
3. Зняття показань						
1	2	3	4	5	6	7
3.1	Рух руки	6г	40	6	240	3,6
3.2	Незначний рух спільно кисті та пальців	8т	45	22	990	14,85
3.3	Чисто зорова робота	9с	20	22	440	6,6
4. Відключення мотор-тестера від двигуна						

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7
4.1	Ходьба	3а	50	3	150	2,25
4.2	Поворот корпусу	2б	50	1	50	0,75
4.3	Нагинання	1а	100	1	100	1,5
4.4	корпусу	5т	70	2	140	2,1
4.5	Рух руки					
	Незначний рух					
	спільно кисті та	7т	58	100	5800	87
4.6	пальців	3а	65	6	390	5,85
	Ходьба					
5. Перевірка на наявність витоків						
5.1	Ходьба	3а	60	15	900	13,5
5.2	Чисто зорова робота	9с	40	1	40	0,6
6. Перевірка димності відпрацьованих газів						
6.1	Поворот корпусу	2б	50	10	500	7,5
6.2	Ходьба	3а	60	8	480	7,2
6.3	Нагинання корпусу	1а	100	2	200	3
6.4	Рух руки	5т	70	6	420	6,3
6.5	Незначний рух					
	спільно кисті та					
	пальців	7т	58	50	2900	43,5
6.6	Чисто зорова робота	9с	40	10	400	6

Сумарна трудомісткість

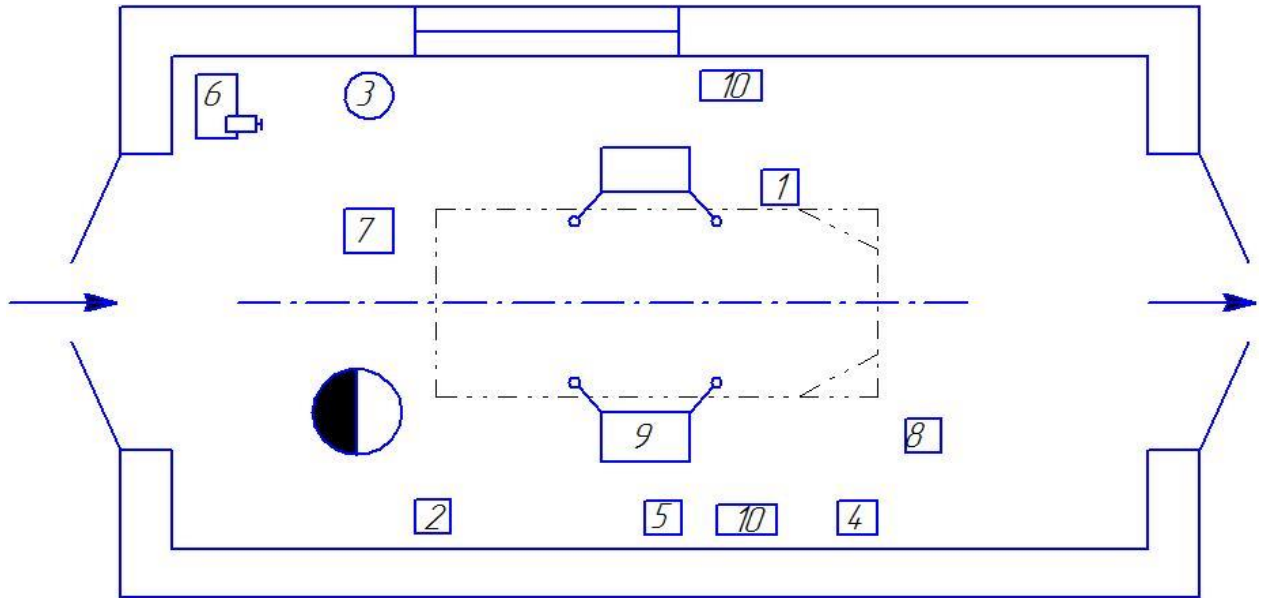
$$T_H = \frac{K_p \cdot T_0}{100} \quad (2.37)$$

$$T_H = \frac{1,5 \cdot 55557,33}{100} = 833,36 \text{ люд.с} = 13,89 \text{ люд.хв.}$$

2.6 Розробка схеми виробничого посту для ТО-1

Пост - це ділянка виробничої площі, оснащена обладнанням і призначена для розміщення автомобіля та виконання на ньому робіт ТО або ремонту. В даний час розроблена і використовується велика гамма різноманітних постів, що класифікуються за конструкцією та технологічною оснащеністю; за технологічним призначенням; за способом встановлення рухомого складу та за взаємним розташуванням. Виходячи з виду та технології виконуваних робіт, необхідно обґрунтовано вибрати тип посту, приблизно визначити його площу та підібрати його технологічне обладнання та організаційне оснащення.

На рисунку 2.3 представлено схему канавного посту з підйомниками, універсального, проїзного, паралельного розташування (якщо їх у зоні буде кілька), призначеного для виконання робіт ТО-1. На ньому виконуються весь обсяг робіт ТО-1, за винятком мастильно-заправних, які передбачається виконувати на спеціалізованому посту мастила.



1 – діагностичний сканер; 2 – паливний манометр; 3 – стелажвертушка; 4 – повітророздавальна колонка; 5 – шафа для приладів та інструментів; 6 – слюсарний верстат; 7 – вентилятор для витяжки відпрацьованих газів; 8 – тестер форсунок; 9 – підйомник двостійковий; 10 – стіл-візок слюсаря.

Рисунок 2.3 - Схема універсального поста ТО-1

Площа посту розраховують за формулою

$$F = f_a k_y = 7,76 \cdot 6 = 46,56 \text{ м}^2, \quad (2.38)$$

де k_y - питома площа приміщення на 1 м² площі, яку займає автомобіль у плані;

f_a - площа, яку займає автомобіль у плані, м². Знаходиться за формулою:

$$f_a = L \cdot B = 4,41 \cdot 1,76 = 7,76 \text{ м}^2, \quad (3.39)$$

де L - довжина автомобіля, м;

B - ширина автомобіля, м.т.

Питома площа k_y залежить від типу автомобіля, розташування постів, їх устаткування і приймається рівною 6...7 - за двостороннього розташування.

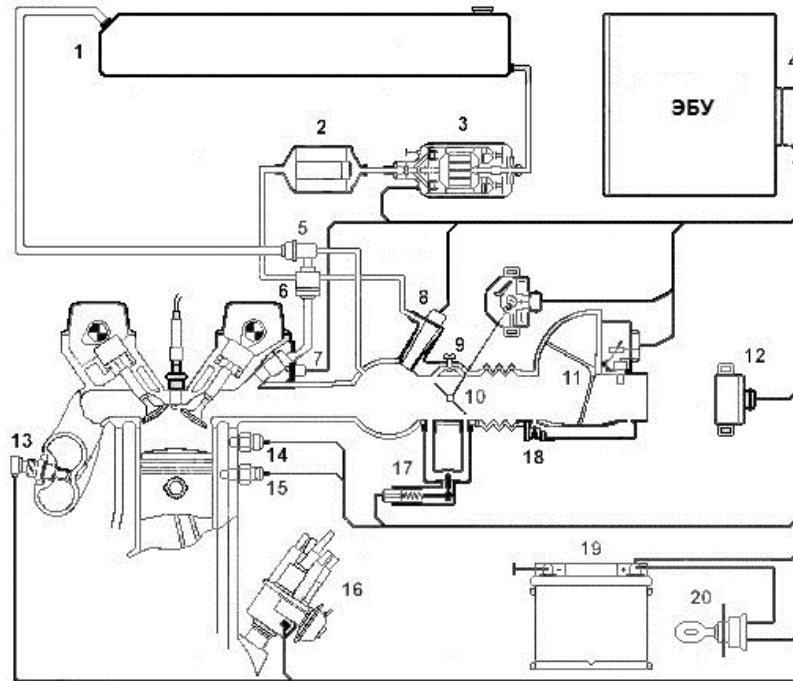
При виборі технологічного обладнання слід враховувати досвід роботи сучасних підприємств з обслуговування та ремонту автомобілів та сучасний асортимент гаражного обладнання, що випускається. Воно має не тільки забезпечувати виконання всіх необхідних на даній посаді робіт, але й мати прийнятні показники щодо надійності, продуктивності, вартості придбання та витрат на експлуатацію.

Таблиця 2.4 - Перелік технологічного обладнання, оснастки та виробничого інвентарю посту зони ТО-1

Поз.	Найменування та модель	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	Гайковерт для гайок коліс I-318	1	85	1120x575x1030 мм, 0,6 кВт
2	Візок для зняття та установки коліс 115М	1	115	1236x935x898 мм, Q=2 т
3	Сканер KTS 200 Bosch	1	0,6	290x214x67 мм
4	Стіл-візок слюсаря WRN8-030/46	2	62	11200x510x950 мм, 300 кг
5	Паливний манометр ОТС 5630	1	0,08	Показання за шкалою 0-100 psi та 0-700 кПа
6	Стелаж для деталей та вузлів ОРГ-1468-05-230А	1	32	1400x500 мм
7	Повітрянадавна колонка С-413М	1	12,5	250x240x400 мм, 0,4 МПа
8	Візок для акумуляторів BS25	1	46	830x500 мм, 330-910 мм, 250 кг
9	Шафа для приладів та інструментів	1	40	900x450x1600 мм
10	Верстат слюсарний ОРГ-1468-01-060А	1	76	1400x600 мм
11	Вентилятор для витяжки відпрацьованих газів MSF-3	1	50	Продуктивність 3200 м ³ /годину при 1100 Па, перетин 145 мм, 540x560x755 мм, 2800 об/хв, 2,2 кВт
12	Тестер форсунок ОТС 3398	1	0,5	210x247x56 мм
13	Підйомник АТН 2.28Н	1	590	2910x3510 мм, г/п 2,8 т

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN POLO

3.1 Функціональна схема та опис об'єкта діагностування



1 – Паливний бак; 2 – Паливний фільтр; 3 – Паливний насос; 4 – Електронний блок керування; 5 – Регулятор тиску палива; 6 – Накопичувач палива; 7 – Інжектор; 8 – Пускова форсунка; 9 - Гвинт регулювання; 10 – Дросельна заслінка; 11 – Вимірювач потоку повітря; 12 – Реле управління; 13- лямбда-зонд; 14 – Датчик детонації; 15 – Термодатчик охл.рідини; 16 – розподільник запалювання; 17 – Клапан стабілізації; 18 – Гвинт регулювання; 19 – Акумуляторна батарея; 20 – Замок запалювання.

Рисунок 3.1 – Структурна схема системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo

Майже всі існуючі системи упорскування можна умовно поділити на групи:

- за місцем упорскування - системи центрального та розподіленого упорскування;

- за принципом дії – дискретної та безперервної дії.

Усі системи центрального і більшість систем розподіленого упорскування є системами дискретного впливу, тобто. використовують електромагнітні форсунки, що керуються спеціальними електронними блоками.

Автомобіль Volkswagen Polo оснащений багатоточковою імпульсною системою упорскування палива. Багатоточкові системи упорскування подають паливо до впускних каналів двигуна біля впускних клапанів. Це означає, що впускний колектор підводить тільки повітря, на відміну від карбюраторів або одноточкових систем упорскування палива, в яких колектор впускний підводить суміш.

Переваги даної система:

- Велика потужність, уникаючи втрат у карбюраторі та допускаючи використання налаштування впускних робочих шківів для кращих робочих характеристик;
- Покращена загальна характеристика керованості автомобіля, зменшення зміни затримки дроселя, що відбувається під час коли паливо проходить від корпусу дроселя до впускних каналів;
- Збільшення економії палива, уникаючи змочування колектора;

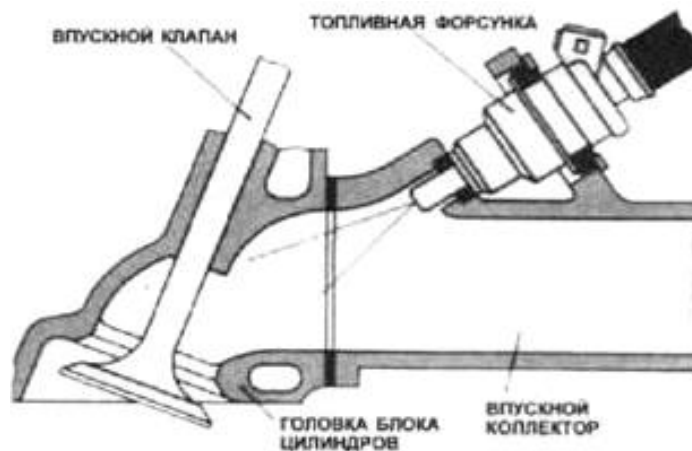


Рисунок 3.2 – Схема упорскування палива у впускні

У всіх імпульсних системах надходження повітря вимірюється датчиком, який передає електронний сигнал, рівень якого пропорційний повітряному потоку. Електронний пристрій керування (ECU), відповідаючи на сигнали від датчика повітряного потоку та інших датчиків, подає паливо до двигуна за допомогою електрично керованих соленоїдальних клапанів інжектора.

Паливо нагнітається серією імпульсів, що завжди керуються електронікою. У системах Bosch число імпульсів пропорційне числу оборотів двигуна за

хвилину. Відрізок часу кожного імпульсу керується за допомогою електроніки, тому інжектори підводять паливо імпульсами, залежно від вимог до суміші.

3.2 Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення бензинового двигуна автомобіля

Volkswagen Polo

Для системи живлення автомобіля Volkswagen Polo найкращими діагностичними параметрами, який б забезпечував оцінку працездатності всіх елементів, що входять в аналізований об'єкт, є тиск на вході / виході елементів.

Таблиця 3.1 – Перевірка тиску в системі упорскування

Перевірений тиск	Вимірний тиск (P) МПа	Можливі несправності
Тиск палива у системі	$0,22 < P < 0,27$	Усі вузли системи справні
	$P < 0,25$	Засмічені паливopроводи, паливний фільтр. Недостатня продуктивність (знос) паливного насоса. Несправний регулятор тиску палива у системі.
	$P > 0,2$	Засмічена магістраль зливу палива. Несправний регулятор тиску живлення.
Керуючий тиск, двигун прогрітий, холостий хід	$0,30 < P < 0,45$	Усі вузли системи справні.
	$P > 0,3$ або $P < 0,45$	Забитий паливний фільтр. Несправний регулятор керуючого тиску або (і) підведення вакууму до нього.
Залишковий тиск, палива в системі при зупинці двигуна	При включенні запалення та через 10 хв $P = 0,2$; через 20 хв $P > 0,16$	Усі вузли системи справні.
	Не падає до 0,2 при вимиканні двигуна	Несправний регулятор тиску палива у системі. Засмічений демпфер у штуцері насоса.
	$P < 0,18$ через 10 хв	Несправний зворотний клапан паливного насоса.
	$0,18 < P < 0,2$; $0,24 < P < 0,26$ через 10 хв; $P < 0,16$ через 20 хв	Недостатня герметичність дозатора-розподільника робочих форсунок, з'єднань паливopроводів.

Розглянемо деякі діагностичні прилади, стенди та обладнання для проведення діагностики систем упорскування палива:

Сканер дає можливість з'єднатися з блоком керування двигуном, рахувати та стерти збережені та поточні помилки, а також перевірити роботу всіх датчиків та виконавчих механізмів у реальному часі. Спектр автомобілів, що підключаються до комп'ютерно реалізованого сканера, досить широкий.

- Автодіагностичний стенд та мотортестер DasPas-65



Рисунок 3.3 - Автодіагностичний стенд та мотортестер DasPas-65

Можливості приладу (DasPas-65):

-Вимірювання та аналіз параметрів електронних систем запалювання та упорскування палива;

-Аналіз тиску паливної апаратури дизельних двигунів;

-Вимірювання сигналів систем ABS;

- Аналіз високовольтних ланцюгів систем запалювання;
- Вимірювання режимів роботи генератора;
- Перевірка параметрів лямбда – зонда у графічному режимі;
- Вимірювання абсолютного значення сили струму в електричних ланцюгах та виведення значень у графічному режимі;
- Вимір динамічної компресії;
- Програма вимірювання потужності;
- Довідник з роз'ємів ECU запалювання та упорскування палива;
- Довідник з регульованих даних легкових автомобілів.

Тестер діагностичний автомобільний ДСТ-2 призначений для діагностики двигунів внутрішнього згорання автомобілів, оснащених системами електронного керування упорскуванням палива як вітчизняного, так і імпорного виробництва.

За допомогою ДСТ-2 можна вибрати режими тестування. Які дозволяють: зчитувати системні дані; обробляти коди несправностей звичайною російською мовою; виявляти непостійні несправності шляхом реєстрації та зберігання системних даних протягом декількох хвилин ДО і ПІСЛЯ появи несправності, з подальшим аналізом отриманої інформації; скидати коди несправностей; керувати: реле бензонасосу, лампою циркуляції вихлопних газів, форсунками, рівнем "СО", потенціометром.

3.3 Розробка діагностичної моделі системи живлення бензинового двигуна автомобіля Volkswagen Polo

Об'єкт діагностування розглядається як перетворювач одних величин Y , які вводяться в об'єкт, - інші величини X , які є реакціями об'єкта. Таким чином, роботу об'єкта діагностування можна уявити:

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

де X, Y – вектори відповідно вихідних та вхідних величин;

A – оператор об'єкта.

Якщо об'єкт має кінцеву кількість станів, то модель повинна вказувати зміну вихідного сигналу при незмінному вхідному, що можна записати:

$$X_i = A_i \cdot Y, \quad (3.2)$$

де A_i - оператор об'єкта діагностування у разі i -го відмови.

Об'єкт діагностування має точки контролю. Якщо при одиничному тестовому впливі u_j , що називається елементарною перевіркою Π_j , на виході об'єкта діагностування є реакція $R_j^{(i)}$, то це можна записати

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

де $A_j^{(i)}$ - оператор об'єкта діагностування або його елемента при проведенні Π_j -ої перевірки на i -й відмові.

Якщо таке рівняння буде задано для всієї сукупності перевірок та відмов, це буде явна діагностична модель об'єкта.

Найпростішою формою представлення моделі є таблиця станів. Вона будується в такий спосіб. Кожній відмові відповідає стан S_i . Тому стовпці відповідають станам, а рядки – Π_j елементарним перевіркам. У клітини таблиці (i, j) заноситься результат $R_j^{(i)}$. У першому стовпці S_0 записуються реакції об'єкта контролю на перевірки при справному стані.

Якщо значення входу і виходу позначити подвійними логічними змінними, вони прийматимуть значення «1», коли вони допустимі, і «0» - коли допустимі. Значення $R_j^{(i)}$ у таблиці станів прийматимуть значення "0" або "1" залежно від стану об'єкта.

Побудова таблиці станів відбувається у кілька етапів. Спочатку розглядається та аналізується функціональна схема об'єкта діагностування (п.1.2). Тут же необхідно прийняти рішення про необхідність включення у логічну модель, що формується, кожного з елементів функціональної схеми. Якщо елемент впливає працювати схеми, його можна виключити з подальшого розгляду.

Далі будується структурна схема за такими формальними правилами:

а) якщо якийсь вхідний (вихідний) сигнал блоку характеризується декількома параметрами, то кожен з цих параметрів позначається окремим входом (виходом);

б) усі блоки позначаються P_i , входи Z_i , виходи X_i ;

в) якщо вихід будь-якого блоку, що є входом в інший блок, розщеплюється на кілька виходів, то вхід також розщеплюється на таку кількість входів.

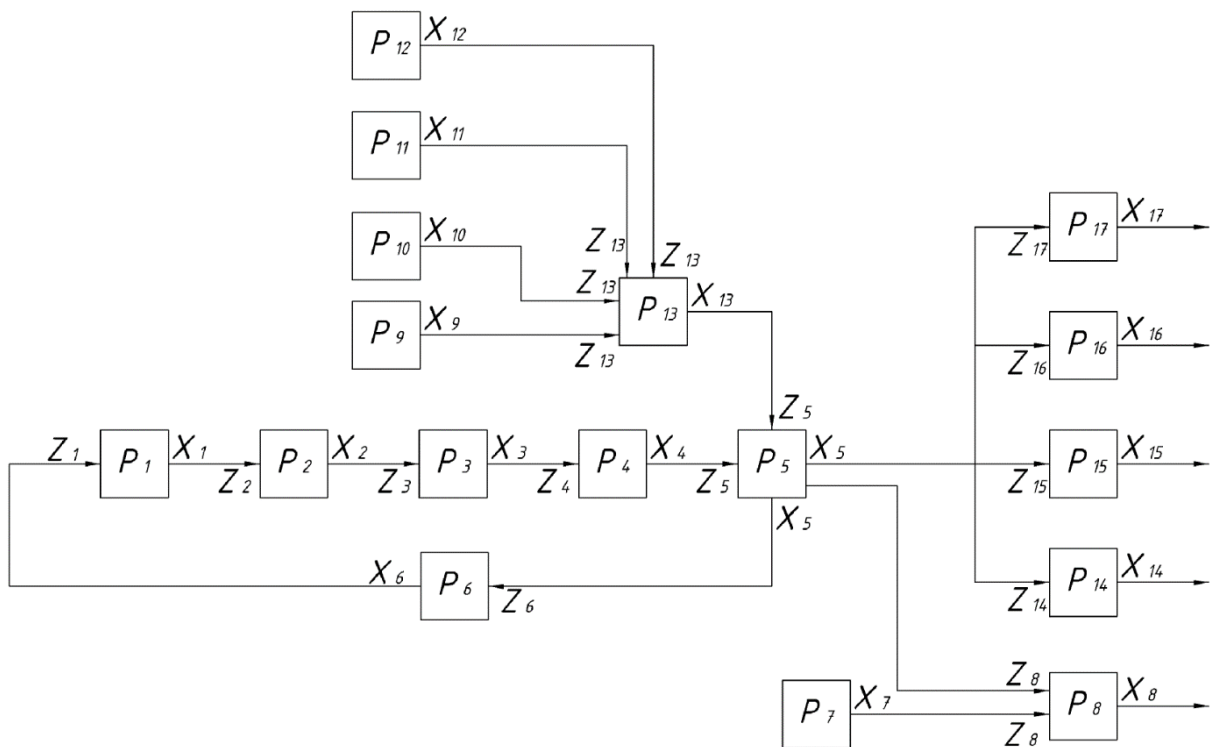


Рисунок 3.4 – Структурна схема системи живлення бензинового двигуна Volkswagen Polo

P_1 – паливний бак, P_2 – паливний насос, P_3 – накопичувач палива, P_4 – паливний фільтр, P_5 – інжектор, P_6 – регулятор тиску, P_7 – терморегулятор, P_8 – пускова форсунка, P_9 – датчик-розподільник, P_{10} – дросельна заслінка, P_{11} – датчик температури, P_{12} – витратомір повітря, P_{13} – електронний блок керування, P_{14} , P_{15} , P_{16} , P_{17} – форсунка.

Логічна модель виходить з урахуванням структурної. При цьому необхідно дотримуватися таких формальних правил:

а) блоки P_i замінюються Q_i ;

- б) якщо блок P_i має кілька виходів, то він замінюється такою ж кількістю блоків, кожен з яких має один вихід та суттєві для нього входи;
- в) виходи та входи блоків видаються як X_i .

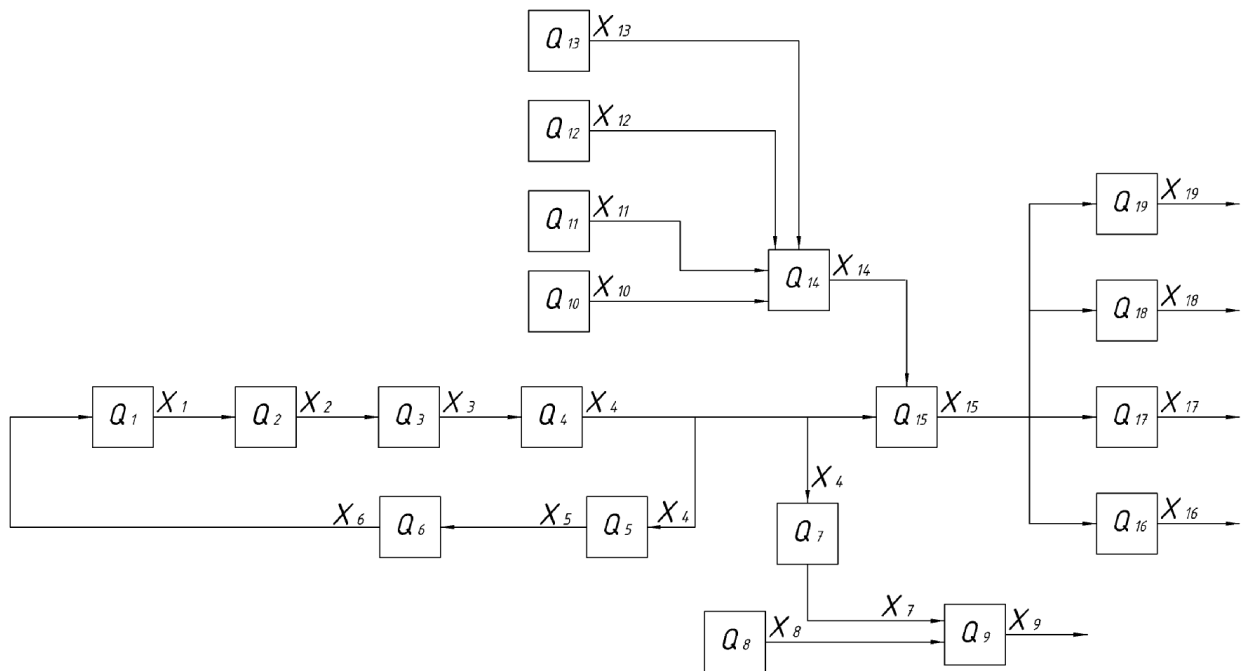


Рисунок 3.5 – Логічна модель системи живлення бензинового двигуна Volkswagen Polo

Після побудови логічної моделі об'єкта контролю необхідно для кожного її блоку записати рівняння типу 3.3, але так як вони записуються для логічної (а не для функціональної) схеми, то їх записують у трохи різному вигляді

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

де Q_i – оператор i -го логічного об'єкта (приймаємо значення "0", якщо блок непрацездатний і "1", якщо блок працездатний);

F_i – функція умов роботи i -го блоку (теж приймаємо значення "0" або "1").

Функція умов роботи F_i за своєю суттю є добутком значень входів у Q_i блок.

$X_1 = Q_1 \cdot X_0 \cdot X_6$	$X_2 = Q_2 \cdot X_1$	$X_3 = Q_3 \cdot X_2$
$X_4 = Q_4 \cdot X_3$	$X_5 = Q_5 \cdot X_4$	$X_6 = Q_6 \cdot X_5$
$X_7 = Q_7 \cdot X_4$	$X_8 = Q_8 \cdot X_0$	$X_9 = Q_9 \cdot X_7 \cdot X_8$
$X_{10} = Q_{10} \cdot X_0$	$X_{11} = Q_{11} \cdot X_0$	$X_{12} = Q_{12} \cdot X_0$
$X_{13} = Q_{13} \cdot X_0$	$X_{14} = Q_{14} \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_{12} \cdot X_{13}$	$X_{15} = Q_{15} \cdot X_{14}$
$X_{16} = Q_{16} \cdot X_{15}$	$X_{17} = Q_{17} \cdot X_{15}$	$X_{18} = Q_{18} \cdot X_{15}$
$X_{19} = Q_{19} \cdot X_{15}$		

Таблиця станів заповнюється на основі рівнянь 3.4 (число їх має дорівнювати кількості блоків логічної моделі). Число рядків приймається рівним числу виходів блоків моделі, до яких підключатимуться вимірювальні прилади. Число стовпців приймається рівним числу блоків логічної моделі плюс один, що враховує справний стан. Заповнення таблиці здійснюється по шпальтах.

Перший стовець (S_0), що відповідає справному стану, заповнюється за рівняннями 3.4 з умови, що всі справні блоки ($Q_i = 1$) і всі входи допустимі ($X_i = 1$) для $i = 1, n$. Другий стовець (S_1) заповнюється рівняннями 3.4 за умови, що блок Q_1 несправний, тобто. $Q_1 = 0$, проте інші – справні (тобто. $Q_i = 1$ всім $i = 2, n$). Аналогічно заповнюються 3-й та наступні стовпці.

Будуємо таблицю станів згідно з методикою.

Таблиця 3.2 – Таблиця станів.

$\begin{matrix} S_i \\ P_i \end{matrix}$	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}	S_{19}
P_1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
P_2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_4	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_5	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_{10}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P_{11}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
P_{12}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
P_{13}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
P_{14}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
P_{15}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
P_{16}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
P_{17}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P_{18}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P_{19}	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4 Розробка алгоритмів оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови

Для розробки алгоритму оцінки виду технічного стану системи живлення (працездатний або непрацездатний) необхідно визначити мінімальну перевірку

сукупності точок контролю. Вона дорівнює найменшій кількості рядків таблиці станів, містять нульові значення виходів всім можливих станів S_1, S_2, \dots, S_n . Для нашого випадку це перевірки П4 П6 П7 П8 П13 П14 П15 П16 П17 П18 П19. Повертаючись через логічну та структурну моделі до функціональної схеми, визначаємо, що необхідно перевіряти паливопідкачуючий насос, паливний насос високого тиску та всі форсунки. Оцінка виду технічного стану системи харчування полягатиме в тому, що після проведення цих перевірок, якщо хоча б одна з них дасть значення «0» (діагностичний параметр матиме значення, що перевищує допустиме), система має несправність. Якщо всі перевірки дадуть значення «1», то це може бути лише у випадку S_0 , коли система працездатна.

Для побудови алгоритму пошуку відмов вихідними даними будують таблицю станів і ймовірність відмов елементів системи живлення. Ймовірності станів найбільш відповідальних елементів, таких як фільтри, паливопідкачувальний насос, паливний насос високого тиску приймаємо рівними 0,1..0,25, форсунок – 0,05..0,1. Фільтр попереднього очищення палива(бак) $P_1=0,12$, термостат $P_2=0,08$, паливопідкачувальний насос $P_4=0,1$, фільтр тонкого очищення палива $P_5=0,2$, паливний насос високого тиску $P_6=0,25$, форсунки $P_7 = P_8 = P_9 = P_{10} = 0,05$.

Ймовірності інших станів приймаються однаковими за виразом:

$$P_i = \frac{1 - \sum P_{ome}}{m}, \quad (3.5)$$

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

m – кількість станів (відмов), що залишилися.

$$P_i = \frac{1 - 0,08 - 0,12 - 0,1 - 0,25 - 0,05 \cdot 4 - 0,2}{1} = 0,05$$

Сума ймовірностей всіх станів S_1, S_2, \dots, S_n дорівнює 1.

Будуємо дерево пошуку відмов. Воно представлено рисунку 3.7.

		0.027	0.1	0.027	0.1	0.1	0.028	0.1	0.028	0.05	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	
П1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.027
П2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.127
П3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.154
П4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.254
П5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.354
П6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.382
П7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.482
П8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.028
П9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.56
П10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.028
П11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.028
П12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.028
П13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0.028
П14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0.14
П15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0.622
П16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0.672
П17	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.722
П18	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.772
П19	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.822

Рисунок 3.6 – Дерево пошуку відмов

Отримане дерево пошуку відмов (рисунок 3.7) подається у вигляді алгоритму, де у вершинах вказуються перевірки та вихідні результати (реакція «0» і реакція «1»).

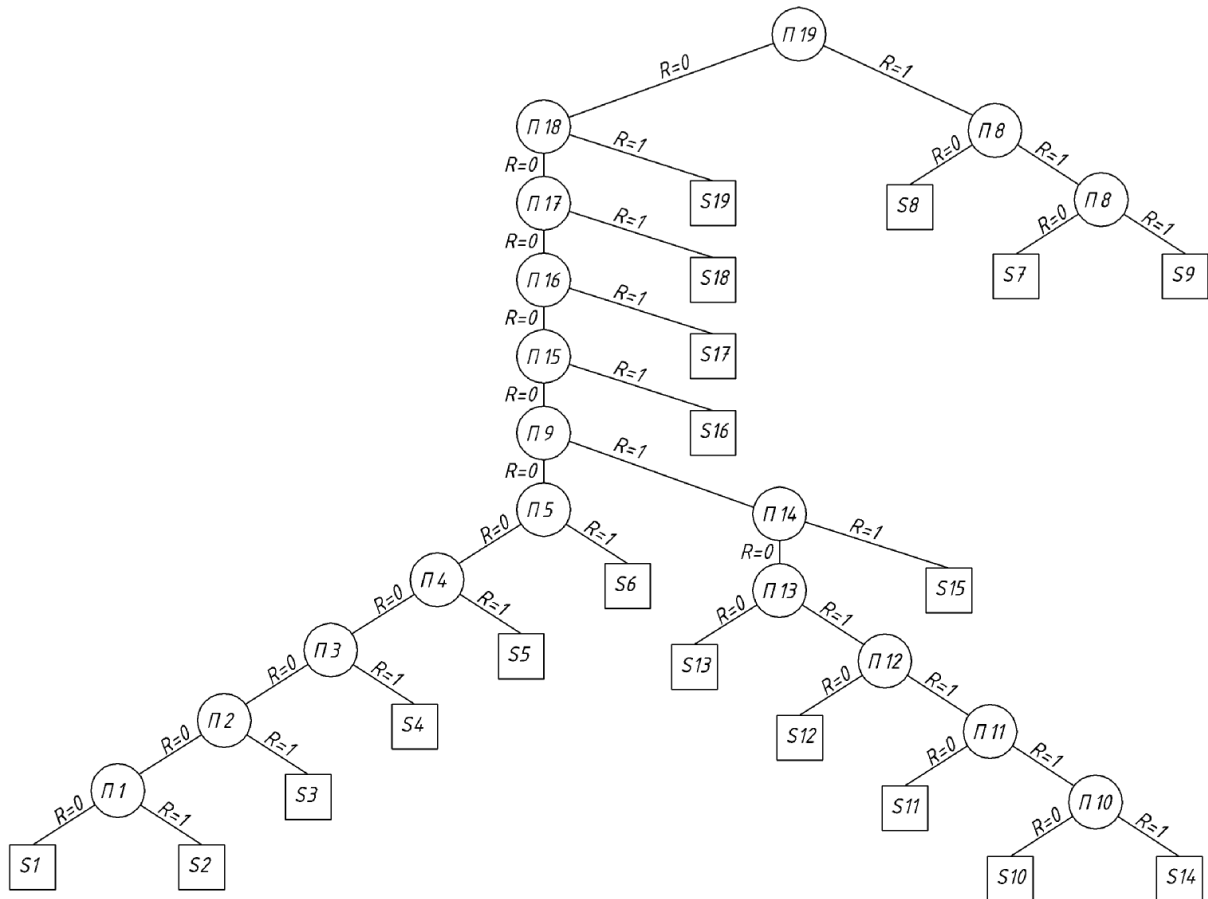


Рисунок 3.7 - Алгоритм пошуку відмов

3.5 Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля

Одним із основних комплексних показників забезпечення працездатного стану транспортних засобів є технічна готовність. Вона визначається часткою календарного часу, протягом якого автомобіль (автомобілі) перебувають у технічно справному стані та можуть виконувати транспортну роботу. Чим вона більша, тим більш рівні здійснюються всі процеси ТО і ремонту цьому підприємстві. Технічна готовність однозначно оцінюється коефіцієнтом технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності автомобіля розраховується

$$\alpha_T = \frac{D_{эц}}{D_{эц} + D_{рц}}, \quad (3.6)$$

де $D_{эц}$ – кількість днів експлуатації за цикл;

$D_{рц}$ – кількість днів простою автомобіля у ремонтах та ТО за цикл.

Кількість днів експлуатації за цикл дорівнює:

$$D_{эц} = \frac{L_{кр}}{l_{сс}}. \quad (3.7)$$

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

$$D_{рц} = 1,1D_{кр} + D_{ТО,ТР} \cdot \frac{L_{кр}}{1000} \cdot K'_4, \quad (3.8)$$

де $D_{кр}$ – простій автомобілів у капітальному (відновлювальному) ремонті, дні;

$D_{ТО,ТР}$ – питомий простій автомобілів у ТО та ТР, дні/1000 км;

K'_4 – коефіцієнт коригування тривалості простоїв в ТО і ТР в залежності від пробігу автомобілів з початку експлуатації.

Найбільший вплив на α_T надають середньодобовий пробіг та вік автомобіля. Тому необхідно оцінити їх вплив у найбільш характерних діапазонах їхньої зміни.

Далі визначається залежність річної продуктивності автомобіля від α_T та середньодобового пробігу:

$$W_z = 365 \alpha_T (1 - \alpha_n) q \gamma \beta l_{cc}, \quad (3.9)$$

де $\alpha_n = 0,91 - 0,92$ – коефіцієнт неробочих днів, приймаємо $\alpha_n = 0,91$;

$q = 5$ – номінальна вантажопідйомність (або місткість) автомобіля;

$\gamma = 0,5 - 1,0$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності (пасажиромісткості). Приймаємо $\gamma = 0,5$;

$\beta = 0,7 - 0,95$ – коефіцієнт використання пробігу. Прийемо $\beta = 0,9$.

Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля виробляються для середньодобових пробігів 100, 200, 300 та 400 км.

Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля зроблено за допомогою програми *Excel*, а їх результати представлені в табличній (таблиці 3.3 – 3.6) та графічній формі (рис. 3.8, 3.9).

Таблиця 3.3 - Результати розрахунків для $l_c = 100$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4^l	D_e	D_{pu}	α_m	W_z
0...0,25	0,7	3000	60,24	0,98	7245,76
0,25 ... 0,50	0,7	3000	60,24	0,98	7245,76
0,5 ... 0,75	1	3000	80,4	0,97	7198,33
0,75 ... 1,0	1,3	3000	100,56	0,97	7151,53
1,0 ... 1,25	1,4	3000	107,28	0,97	7136,06
1,25 ... 1,5	1,4	3000	107,28	0,97	7136,06
1,5 ... 1,75	1,4	3000	107,28	0,97	7136,06
1,75 ... 2,0	1,4	3000	107,28	0,97	7136,06
понад 2,0	1,4	3000	107,28	0,97	7136,06

Таблиця 3.4 - Результати розрахунків для $l_c = 200$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4^l	D_e	D_{pu}	α_m	W_z
0...0,25	0,7	1500	60,24	0,96	14211,76
0,25 ... 0,50	0,7	1500	60,24	0,96	14211,76
0,5 ... 0,75	1	1500	80,4	0,95	14030,47
0,75 ... 1,0	1,3	1500	100,56	0,94	13853,74
1,0 ... 1,25	1,4	1500	107,28	0,93	13795,82
1,25 ... 1,5	1,4	1500	107,28	0,93	13795,82
1,5 ... 1,75	1,4	1500	107,28	0,93	13795,82
1,75 ... 2,0	1,4	1500	107,28	0,93	13795,82
понад 2,0	1,4	1500	107,28	0,93	13795,82

Таблиця 3.5 - Результати розрахунків для $l_c = 300$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4^I	D_e	D_{pu}	α_m	W_2
0...0,25	0,7	1000	60,24	0,94	20913,90
0,25 ... 0,50	0,7	1000	60,24	0,94	20913,90
0,5 ... 0,75	1	1000	80,4	0,93	20523,65
0,75 ... 1,0	1,3	1000	100,56	0,91	20147,70
1,0 ... 1,25	1,4	1000	107,28	0,90	20025,42
1,25 ... 1,5	1,4	1000	107,28	0,90	20025,42
1,5 ... 1,75	1,4	1000	107,28	0,90	20025,42
1,75 ... 2,0	1,4	1000	107,28	0,90	20025,42
понад 2,0	1,4	1000	107,28	0,90	20025,42

Таблиця 3.6 - Результати розрахунків для $l_c = 400$ км.

Пробіг з початку експлуатації	K_4^I	D_e	D_{pu}	α_m	W_2
0...0,25	0,7	750	60,24	0,93	27366,89
0,25 ... 0,50	0,7	750	60,24	0,93	27366,89
0,5 ... 0,75	1	750	80,4	0,90	26702,49
0,75 ... 1,0	1,3	750	100,56	0,88	26069,59
1,0 ... 1,25	1,4	750	107,28	0,87	25865,24
1,25 ... 1,5	1,4	750	107,28	0,87	25865,24
1,5 ... 1,75	1,4	750	107,28	0,87	25865,24
1,75 ... 2,0	1,4	750	107,28	0,87	25865,24
понад 2,0	1,4	750	107,28	0,87	25865,24

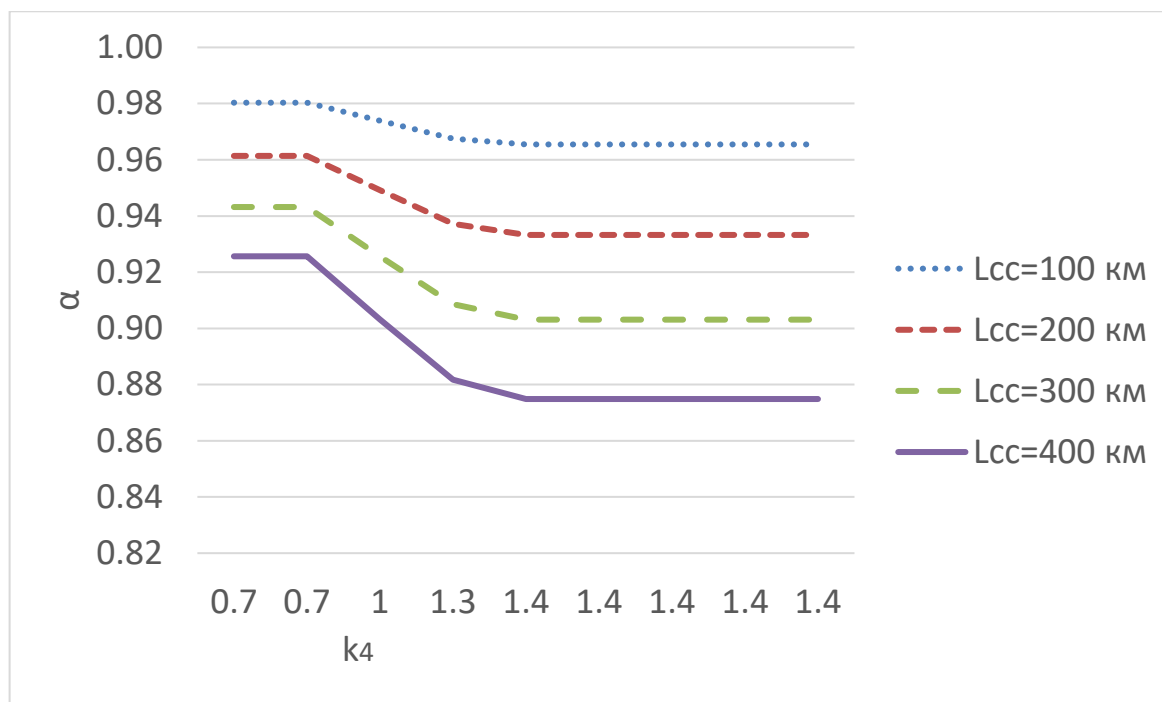


Рисунок 3.8 – Залежність коефіцієнта технічної готовності від пробігу.

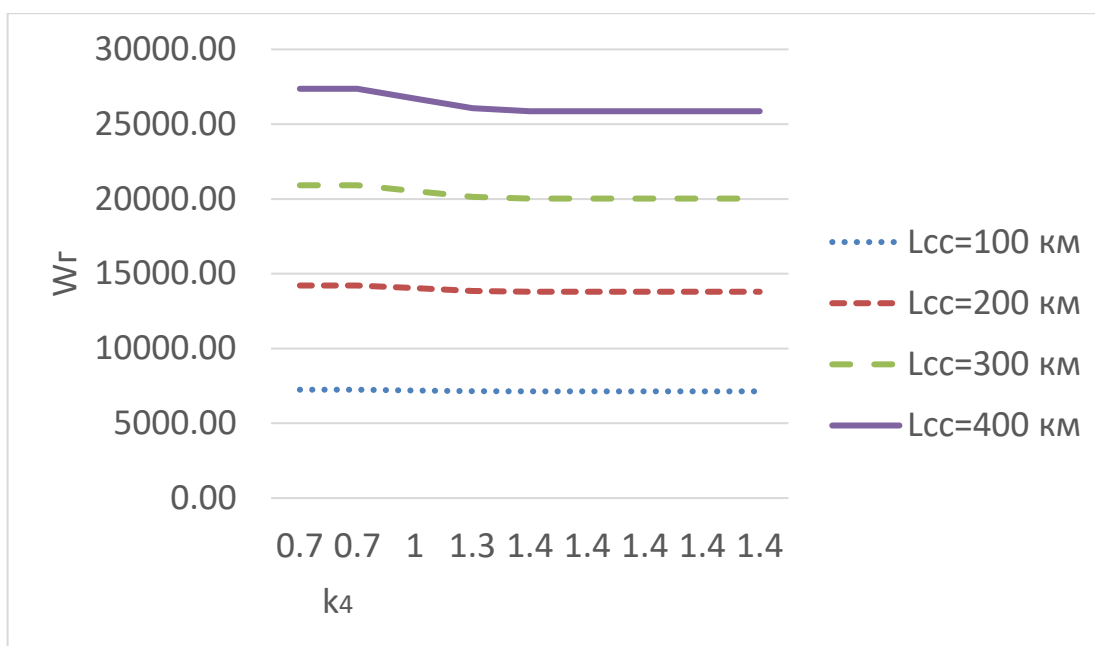


Рисунок 3.9 – Залежність річної продуктивності від пробігу.

З графіків можна дійти невтішного висновку, що з збільшенням пробігу з початку експлуатації коефіцієнт технічної готовності зменшується.

Отже зменшується і річна продуктивність, оскільки вона лінійно залежить від коефіцієнта технічної готовності.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на робітника в певних умовах приводить до травми або іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор – фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах приводить до професійного захворювання або зниження працездатності.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори за природою їх впливу на організм людини розподіляються на фізичні, хімічні, біологічні, психологічні.

Працюючим приходится працювати при впливі численних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Аналіз і характеристики цих факторів зводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

№ п/п	Назва шкідливого або небезпечного фактора	Коротка характеристика фактора	Де можуть виникнути	Вплив на людину і наслідки
1	2	3	4	5
1.	Машини і механізми, що рухаються	Транспортні засоби, автотранспортувачі і ін.	Територія, стоянки автомобілів, головний корпус	Травми
2.	Рухома частина виробничого обладнання	Верстати, вантажопідійомні механізми і ін.	Головний виробничий корпус, цехи	Травми
3.	Ураження електрострумом	Струм, коли проходить через тіло людини, викликає термоелектричні і біологічні дії	Ділянки і цехи, верстати, освітлювальне обладнання	Опіки, розклад крові, збудження, подразнення нервової системи, смерть

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
4.	Гострі краї, заусенці нерівності поверхні заготовок, інструменту, обладнання	Травмонебезпечні роботи	Жерстяні, верстатні, слюсарні роботи	Порізи, проколи, стирання шкіри
5.	Підвищена запиленість загазованість повітря робочої зони	Пил, зважені частки в повітрі, загазованість шкідливими газами	Цехи: ремонт рам, акумуляторний, зварювальний, моторний, вулканізації	Захворювання легень, отруєння, нудота, втомленість
6.	Підвищений рівень вібрації	Вібрація – механічні коливання тіл, яке проявляється в переміщенні центру ваги	Механічний, ковальський, ділянки: гайковерт, стискачі	Захворювання, утомлюваність

4.2 Розрахунок освітлення

Для освітлення виробничих приміщень використовують два його види: штучне і природне. Штучне освітлення здійснюється, переважно, газорозрядними лампами. Лампи розжарювання рекомендуються при неможливості чи техніко-економічній недоцільності використання газорозрядних ламп.

Методика розрахунку штучного освітлення передбачає спочатку розрахунок загального освітлення за даними додатку 25 [3], а потім комбінованого, яке являє собою суму місцевого і загального освітлення.

Розрахунок загального освітлення виконують в основному методом коефіцієнта використання світлового потоку за формулою:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де F – світловий потік для вибраного типу ламп(додаток 27[3]), лм

E - норма освітленості (додаток 25[3]), лк;

S -площа приміщення, м²;

K - коефіцієнт запасу, $K = 1,3 \dots 1,5$ (менші значення для ламп розжарювання, більші - для газорозрядних ламп),

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення змінюється в межах Z - 1,1... 1,5 (у середньому 1,2),

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n - число ламп.

Для визначення коефіцієнту розраховують індекс приміщення:

$$i = \frac{ab}{H_c(a+b)}, \quad (4.2)$$

де a, b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_c - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, м (додаток 26 [3]).

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти відбиття стелі й стін, що дорівнює 0,7, коефіцієнт залежно від i має таке значення:

Індекс приміщення, i	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання світлового потоку	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Число ламп, необхідних для освітлення виробничого приміщення, визначається за формулою

$$n = \frac{ESKZ}{F\eta}, \quad (4.3)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку лампи. Для місцевого освітлення використовують переважно лампи розжарювання, світловий потік якої може бути визначений за формулою:

$$F = \frac{1000h^2E}{\xi}, \quad (4.4)$$

де h - відстань лампи до освітлювальної поверхні, м;

E - нормативна освітленість, лк;

ξ - показник, який вибирається за графіком [3] залежно від h і відстані d від перпендикулярного променя на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки. За значенням F вибирають лампу розжарювання (додаток 27[3]).

Розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів бокового чи вертикального освітлення. У проекті визначають площу світлових прорізів при боковому освітленні за формулою

$$S = \frac{S_{II} I_H K_3 \eta_o K_{\delta\delta}}{100 \tau_o r_1} \quad (4.5)$$

де S_{II} - площа підлоги приміщення, м²;

I_H - нормативне значення коефіцієнта природної освітленості;

K_3 - коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,4 \dots 1,5$ - менші значення для приміщень з меншою запиленістю);

η_o - світлова характеристика вікон (додаток 28 [3]);

$K_{\delta\delta}$ - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками, визначається залежно від відстані до протилежної будівлі (P) до висоти розміщення карнизу протилежної будівлі над підвіконником будівлі, що розглядається ($H_{\delta\delta}$):

при $P / H_{\delta\delta} = 0,5$ $K_{\delta\delta} = 1,7$; при $P / H_{\delta\delta} = 1,0$ $K_{\delta\delta} = 1,4$;

при $P / H_{\delta\delta} = 1,5$ $K_{\delta\delta} = 1,2$; при $P / H_{\delta\delta} = 2,0$ $K_{\delta\delta} = 1,1$;

при $P / H_{\delta\delta} = 3$ і більше $K_{\delta\delta} = 1$.

τ_o - загальний коефіцієнт світлопропускання, $\tau_o = 0,63$;

r_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні, $r_1 = 1,05 \dots 1,3$.

Нормоване значення I_H вибирають із додатку 29[3], де розряд зорової роботи відповідає зонам додатку 25[3].

4.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Під шкідливістю автомобільного транспорту розуміють рівень його негативного впливу на населення, виробничий персонал і навколишнє природне середовище.

Джерелами негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище є:

- токсичні відпрацьовані гази;

- токсичні картерні гази;
- випаровування палива, мастил, кислот;
- насичення продуктами зношення автошин;
- спрацьовані деталі машин і т.д.;
- забруднення виробничих приміщень під час технічного обслуговування, ремонту і зберігання автомобілів;
- забруднення води, ґрунту під час щоденного обслуговування;
- споживання кисню для процесу згорання;
- шум під час руху автомобіля.

Токсичність відпрацьованих газів визначається наявністю в них шкідливих компонентів, а також тетраетилсвинцю під час використання етильованого бензину (для бензинових двигунів).

З відпрацьованими газами в навколишнє середовище викидається близько 1200 елементів і їх сполук, з яких розшифровано не більше 200. Відпрацьовані гази складаються з нешкідливих речовин (пари води, вуглекислий газ, кисень, азот, водень і інші), а також великої кількості шкідливих речовин, основний склад яких наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основний склад шкідливих речовин у відпрацьованих газах

№ п/п	Компонент	Вміст, % (за об'ємом) у відпрацьованих газах		Примітка
		Бензиновий двигун	Дизельний двигун	
1.	Оксид вуглецю	1-10	0,02-0,5	токсичний
2.	Оксиди азоту	0-0,8	0,001-0,4	токсичний
3.	Вуглеводні	0,2-3,0	0,01-0,5	токсичний
4.	Альдегіди (акролоїн)	0,02	0-0,09	токсичний
5.	Оксиди сірки	0,2-0,002	0-0,03	токсичний
6.	Сірка	0,008	0,08	токсична
7.	Сажа, г/м ³	0,05	0,01-1,5	канцерогенний
8.	Бенз- α -пирен, мг/м ³	до 0,02	до 0,01	високотоксичний

Всі ці ознаки, якщо на них не звернути уваги, можуть призвести до смерті. Оксид вуглецю особливо шкідливий для водіїв тому, що при отруєнні знижується реакція водія, особливо зорова.

Для нормування шкідливих викидів транспортних засобів в умовах експлуатації використовуються наступні нормативні документи.

Норми вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах бензинового двигуна згідно ДСТУ 17.2.2.03-97 наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Норми вмісту шкідливих речовин

Режим перевірки	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн. ⁻¹	
		до 4-х циліндрів	більше 4-х циліндрів
Мінімальна частота обертання колінчатого валу в режимі х.х.	1,5	1600	3000
Підвищена частота обертання колінчатого валу в режимі х.х.	2,0	600	1000

При перевірці вмісту оксиду вуглецю органами ДАІ в режимі мінімальної частоти обертання колінчатого валу двигуна допускається вміст оксиду вуглецю до 3%.

Стандарт передбачає перевірку димності в двох режимах:

- 1) вільного прискорення;
- 2) максимальної частоти обертання колінчатого валу в режимі холостого ходу.

Ці режими легко відтворити в умовах експлуатації без будь-якого спеціального обладнання за винятком димомірів (приладів для вимірювання димності відпрацьованих газів).

Норми димності відпрацьованих газів дизелів транспортних засобів згідно ГОСТ 21393-75 наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Норми димності відпрацьованих газів дизелів транспортних засобів

Режим перевірки	Димність звичайних дизелів, %	Димність дизелів з турбонадувом, %
Вільного прискорення	40	50
Максимальної частоти обертання в режимі холостого ходу	15	15

Але на автомобільному транспорті джерелом забруднення навколишнього середовища є не тільки автомобілі, а і виробництво по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів.

Основними джерелами викидів на ремонтних підприємствах є:

1) Акумуляторна дільниця. При виконанні робіт на цій дільниці мають місце такі шкідливі компоненти:

- пари сірної і соляної кислот;
- сірчаний ангідрид;
- водневі сполуки та інші компоненти.

2) Зварювальна дільниця. Вміст шкідливих викидів наступний:

- тверді і газоподібні компоненти, до яких відносяться зварювальний аерозоль у складі марганцю та його оксидів; оксид хрому; сполуки кремнію; фтористий водень; оксиди азоту і вуглецю.

3) Ковальсько-ресорна дільниця. Вміст шкідливих речовин залежить від складу пального або енергії, що використовується для ковальських горнів. До основних шкідливих речовин відносяться:

- оксид вуглецю;
- оксид азоту;
- оксид сірки;
- пари мастил;
- хлористий водень;
- аерозолі солей і золи;
- пил.

4) Малярна дільниця. Склад і маса забруднюючих речовин при фарбуванні залежить від кількості та складу використаного матеріалу, способу їхнього нанесення і сушіння. Основними шкідливими речовинами є:

- аерозолі фарб;
- пари фарборозчинників (хлорбензол, спирти, толуол і інші);
- інгредієнти плівкоутворюючих речовин та інші речовини.

5) Мідницько-радіаторна дільниця. Вміст шкідливих речовин залежить від виду технологічної підготовки відтворюваної поверхні:

- механічної (очистка, шліфування, полірування);
- розчинна (травлення, знежирювання, хромування);
- нанесення гальванічних та хімічних покриттів, паяння.

При цьому мають місце наступні шкідливі речовини:

- кальцинована сода;
- фосфати;
- сірчана, азотна і фосфорна кислоти;
- аерозолі; хлориди і інші речовини.

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 [27]. 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-правовими документами [23], [24].

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Собівартість – це грошовий вираз затрат праці і витрат матеріальних засобів на одиницю роботи.

Собівартість ТО на ПТО розраховують за формулою:

$$C_{нто} = Z_p + C_m + P_{тр} + A_{ос} + H_n \quad (5.1)$$

де, Z_p - заробітна плата з нарахуванням робітникам, грн.

C_m - вартість матеріалів і запасних частин, грн.

$P_{тр}$ - затрати на ПР і ТО;

$A_{ос}$ - амортизаційні відрахування на основне технологічне обладнання;

H_n - загальновиробничі накладні витрати.

Основну заробітну плату виробничих процесів працівників визначають по формулі:

$$Z_o = G_{год} \cdot T_n \quad (5.2)$$

де, $G_{год}$ - годинна ставка працівників;

T_n - норма часу.

Годинна ставка працівників з тарифних ставок наведена в табл. 5.1

Таблиця 5.1 Тарифні ставки (2023)

Розряд роботи	1	2	3	4	5	6
Погодинна ставка	78	83,6	63,6	105,3	120	129,48

Підставивши значення у формулу (5.2) отримаємо

Операція 005 виконує слюсар 4 розряду

$$Z_{o1} = 0,46 \cdot 105,3 = 48,44 \text{ грн.}$$

Операція 010 виконує діагност 6 розряду

$$Z_{o2} = 0,23 \cdot 129,48 = 29,78 \text{ грн.}$$

Операція 015 виконує діагност 5 розряду

$$Z_{o3} = 0,25 \cdot 120 = 30 \text{ грн.}$$

Операція 020 виконує діагност 6 розряду

$$Z_{o4} = 0,2 \cdot 129,48 = 25,9 \text{ грн.}$$

Загальну заробітну плату визначають по формулі:

$$Z_o = Z_{o1} + Z_{o2} + Z_{o3} + Z_{o4} \quad (5.3)$$

$$Z_o = 48,44 + 29,78 + 30 + 25,9 = 134,12 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату розраховуємо в процентах від основної і залежно від тривалості відпустки, яка становить 6,57%.

Тоді додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

$$Z_{\partial} = Z_o \cdot \Pi / 100 \quad (5.4)$$

Підставивши значення у формулу (5.4) отримаємо

$$Z_{\partial} = 134,12 \cdot 6,57 / 100 = 8,81 \text{ грн.}$$

Відрахування у пенсійний фонд, на соціальне страхування і безробіття беруться у розмірі 37,2% від основної і додаткової оплати.

$$H_{соц} = 0,372 \cdot (Z_o + Z_{\partial}) \quad (5.5)$$

Підставивши значення у формулу (5.5) отримаємо:

$$H_{соц} = 0,372 (134,12 + 8,81) = 53,17 \text{ грн.}$$

Заробітну плату, з нарахуванням персоналу визначаємо по формулі:

$$Z_p = Z_o + Z_{\partial} + H_{соц} \quad (5.6)$$

$$Z_p = 134,12 + 8,81 + 53,17 = 199,1 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів, які використовувались під час ТО і діагностування подаємо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Відомість обліку матеріалів

Назва матеріалу	Одиниці виміру	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн..
Дизельне паливо	кг	2	48	96
Моторне масло	кг	5	313	1565
Вітош	кг	0,5	25	12,5
Всього				1673,5

Амортизаційні відрахування по основним засобам ТО:

$$A_{oc} = 0,01 B_{об} (L_{np} + L_{то}) \quad (5.7)$$

де: $B_{об}$ - балансова вартість обладнання;

$L_{np}; L_{то}$ - норми відрахувань на ПР і ТО; де $L_{np} = 14\%$

$$B_{об} = 86940 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у формулу (5.7) отримаємо:

$$A_{oc} = 0,01 \cdot 86940 \cdot 14 = 12171 \text{ грн.}$$

Витрати на ПР і ТО основних засобів визначаються по формулі:

$$P_n = B_{об} \cdot N_{mp} \quad (5.8)$$

де: N_{mp} - норма відрахувань на ПР і ТО = 18%.

Підставивши значення у формулу (5.8) отримаємо:

$$P_n = 86940 \cdot 0,18 = 15649 \text{ грн.}$$

Накладні витрати беруться у розмірі 8...22% від прямої заробітної плати.

$$H_n = 0,2(3_o + 3_{од}) \quad (5.9)$$

Підставивши значення у формулу (5.9) отримаємо:

$$H_n = 0,2 \cdot (134,12 + 8,81) = 29 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у формулу (5.1) отримаємо

$$C_{нто} = 199,1 + 1673,5 + 12171 + 28,59 = 14072 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі розробки кваліфікаційної роботи нами було досліджено конструктивні особливості легкових автомобілів *VW Polo*, визначено їх показники якості та надійності.

Удосконалено технологічний процес технічного обслуговування автомобілів *VW Polo*. Проведено розрахунок нормативів системи ТО та ремонту автомобілів та річної та добової програми, кількості виконавців для робіт з ТО та ремонту. Сформовано перелік робіт з технічного впливу, визначено трудомісткість операцій технічного обслуговування усіх видів ТО, розроблено схему універсального виробничого поста для проведення ТО-1.

Розроблено технологічний процес діагностування системи живлення бензинових двигунів автомобіля *VW Polo*. Визначено діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення автомобіля. Розроблено діагностична модель системи живлення та алгоритм оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови. Проаналізовано вплив різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля *VW Polo*.

Розроблено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища, проведено економічний розрахунок собівартості технічного обслуговування автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / А.С. Лімот. Житомир. Держ. агроєколог. ун-т, 2008. 410 с.
2. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.
3. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1999. 256 с.
4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.
5. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.
6. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.
7. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.
8. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.
9. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С. Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
10. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.
11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.

12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.
15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.
22. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. Київ. Знання-Прес, 2003. 511 с.

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.