

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 ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN
TRANSPORTER З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42сп

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Козак Андрій Володимирович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович
(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 Шарібуря А.О.

“ ____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Козаку Андрію Володимировичу

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів Volkswagen Transporter з модернізацією головної передачі»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, 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 Volkswagen Transporter, науково-технічна література з питань ремонту та випробування автомобілів Volkswagen Transporter, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються модернізації головної передачі автомобілів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Проектно - тяговий розрахунок автомобіля

4.2 Удосконалення технологічного процесу ТО автомобіля Volkswagen Transporter

4.3 Паливно-економічний розрахунок автомобіля

4.4 Конструктивно-технологічний процес модернізації головної передачі Volkswagen Transporter

4.5 Охорона праці та захист навколишнього середовища

4.6 Економічна частина

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Вибір автомобіля-прототипу та аналіз його технічної характеристики

5.2 Проектно тяговий розрахунок автомобіля

- 5.3 Перевірочно-тяговий розрахунок автомобіля
- 5.4 Паливо-економічний розрахунок автомобіля
- 5.5 Схема універсального поста ТО та ПР
- 5.6 Диференціал автомобіля Volkswagen Transporter
- 5.7 Робочі креслення деталей диференціалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4, 6	Барабаш Р.І. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
5	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 роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Написання розділу: «Проектно - тяговий розрахунок автомобіля»</i>	<i>27.11.23-30.12.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу: «Удосконалення технологічного процесу ТО автомобіля Volkswagen Transporter»</i>	<i>01.01.24-25.02.24</i>	
3	<i>Виконання третього розділу: «Паливно-економічний розрахунок автомобіля»</i>	<i>26.02.24-30.03.24</i>	
4	<i>Написання розділу: «Конструктивно-технологічний процес модернізації головної передачі Volkswagen Transporter»</i>	<i>31.03.24-30.04.24</i>	
5	<i>Виконання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища. 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 _____ Андрій Козак
(підпис)

Керівник роботи _____ Руслан Барабаш
(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
1. ПРОЕКТНО - ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ	7
<i>1.1 Визначення призначення, умов та режимів роботи автомобіля</i>	7
<i>1.2 Вибір прототипу та аналіз його технічної характеристики</i>	9
<i>1.3 Розрахунок максимальної потужності двигуна</i>	10
<i>1.4 Зовнішня швидкісна характеристика двигуна</i>	11
<i>1.5 Розрахунок передавальних чисел трансмісії</i>	12
<i>1.6 Розрахунок кінематичної швидкості автомобіля за передачами</i>	15
<i>1.7 Тягова характеристика автомобіля</i>	16
<i>1.8 Динамічна характеристика автомобіля</i>	17
<i>1.9 Характеристики розбігу автомобіля</i>	18
2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN TRANSPORTER	21
<i>2.1 Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля</i>	21
<i>2.2 Розробка план-графіка робіт з ТО автомобіля</i>	24
<i>2.3 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту</i>	26
<i>2.4 Формування переліку робіт технічного впливу</i>	29
<i>2.5 Нормування трудомісткості операцій технічного впливу</i>	31
<i>2.6 Розробка схеми виробничого посту для ТО та ПР</i>	32
3. ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ	35
<i>3.1 Розрахунок балансу та ступеня використання потужності</i>	35
<i>3.2 Розрахунок витрат палив</i>	38

	4
4. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МОДЕРНІЗАЦІЇ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ VOLKSWAGEN TRANSPORTER	39
4.1 Будова, призначення та технічна характеристика конструкції агрегату	39
4.2 Розрахунок кінчної передачі	41
4.3 Проектний розрахунок кінчної передачі	42
4.4 Перевірочний розрахунок кінчної передачі	43
4.5 Технічна характеристика автомобіля	45
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	46
5.1 Аналіз і характеристики виробничих шкідливостей і небезпек	46
5.2 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище	47
5.3 Заходи по зменшенню шкідливого впливу автомобілів та виробничо-технічної бази ремонтного підприємства на навколишнє середовище	51
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

УДК 629.114.3

Козак А.В. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів Volkswagen Transporter з модернізацією головної передачі : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 56 с.

Табл. 18; рис. 4; бібліогр. джерел 24.

Проведено проектно-тяговий розрахунок автомобіля. Визначено та проведено аналіз різних параметрів, пов'язаних з його тяговими характеристиками. Основні аспекти цього розрахунку включають: тягові характеристики двигуна; трансмісія; опір руху; динамічні характеристики.

Удосконалено технологічний процесу технічного обслуговування автомобіля *Volkswagen Transporter*. В розрізі якого розглянули кілька ключових аспектів: стандартизація процедур обслуговування, використання спеціалізованого обладнання та оптимізація робочих процесів.

Виконано паливно-економічний розрахунок автомобіля. Визначено ефективність споживання палива транспортним засобом. Мета цього розрахунку полягає в оцінці та покращенні показників економічності автомобіля.

Паливно-економічний розрахунок важливий для автомобільних виробників, власників автопарків і водіїв, оскільки він дозволяє зменшити витрати на паливо, підвищити економічність експлуатації автомобіля і зменшити вплив на навколишнє середовище.

Конструктивно-технологічний процес модернізації головної передачі автомобіля *Volkswagen Transporter* може включати кілька ключових аспектів, які спрямовані на покращення ефективності, надійності та комфорту експлуатації.

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

ВСТУП

Сервісне обслуговування та ремонт легкових автомобілів – це комплекс організаційних та технічних заходів, що забезпечують підтримку працездатного стану транспортних засобів. Заходи включають: розробку нормативів системи технічного обслуговування (ТО) та ремонту (ПР); розробку організації та технології виконання робіт ТО та ремонту: проектування та створення виробничо-технічної бази організацій автомобільного транспорту; вибір необхідного технологічного обладнання для проведення робіт з ТО та ремонту тощо.

Цілями організації автосервісу є:

- задоволення попиту на послуги, пов'язані з підтримкою та відновленням працездатності автомобіля у процесі його експлуатації;

- задоволення попиту на запасні частини та пристосування до авто;

- задоволення попиту, пов'язаного з технічною експлуатацією авто;

Завданнями організації автосервісу є:

- своєчасне та якісне надання послуг;

- удосконалення процесу виконання обслуговування;

- використання технологічного обладнання.

Виконання поставлених перед організацією автосервісу завдань вимагає дотримання технологічних вимог до всіх операцій і технічних впливів. Так само в процесі надання послуг населенню слід суворо дотримуватись перелік операцій при виконанні технічного обслуговування автомобілів та діагностики.

У процесі виконання обслуговування слід використовувати відповідне обладнання, призначене безпосередньо для виконання даного виду робіт, що дозволяє максимально мінімізувати витрати часу робітників на проведення даного виду робіт та оптимізувати витрати організації автомобільного сервісу на придбання та амортизацію необхідного обладнання.

1. ПРОЕКТУВАЛЬНИЙ ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ

1.1 Визначення призначення, оцінка умов та режимів роботи проектного автомобіля

Вантажні автомобілі можуть бути загального призначення або спеціалізованого. Вантажні автомобілі загального призначення мають бортовий кузов, що не перекидається, який може бути обладнаний дугами і тентом. Спеціалізовані вантажні автомобілі призначені для перевезення певного виду вантажу та обладнані спеціальним кузовом та оснащенням для перевезення певного виду вантажу.

Автомобілі загального призначення призначені для руху дорогами різних категорій, переважно автотрасами. До автомобілів загального призначення відносяться автомобілі Volkswagen, Mercedes-Benz, Peugeot та ін.

Автомобілі підвищеної прохідності можуть рухатися поза дорогами, призначені для експлуатації не тільки на дорогах з твердим покриттям, але і в умовах бездоріжжя.

Залежно від загального компонування автомобілі поділяють на задньопривідні (класичне компонування), передньопривідні та повнопривідні.

Класична схема компонування передбачає розташування двигуна над віссю передніх коліс. Колісна формула таких автомобілів: 4x2. Привід на ведучі колеса задньої осі здійснюється за допомогою карданного валу. Наприклад: Mercedes-Benz Sprinter.

Передньопривідна схема компонування стала відома в нашій країні порівняно недавно. За цією схемою двигун і трансмісія розташовуються безпосередньо над передньою віссю, являючи собою загальний силовий вузол з приведенням крутного моменту на передні колеса. Весь вузол при цьому компактно розміщується у передній частині кузова. Колісна формула: 2x4. Приклади: Peugeot Boxer, Renault Master, Volkswagen Transporter. Повнопривідна схема компонування передбачає розташування двигуна та приводу на задню вісь аналогічно класичній схемі, а для приводу передньої осі передбачені роздавальна

коробка, міжосьовий диференціал та другий карданний вал. Приклади: Mercedes-Benz Sprinter 4x4, Transporter T5 4 Motion.

Відповідно до галузевої нормалі ВІН 025270-66 вантажні автомобілі поділяються на сім класів залежно від їх повної маси. Граничні показники за класами наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Класифікація вантажних автомобілів за класами

Перша цифра індексу вантажного автомобіля (клас вантажного автомобіля)	Повна маса, Т
1	до 1,2
2	Від 1,3 до 2,0
3	Від 2,1 до 8,0
4	Від 9 до 14
5	Від 15 до 20
6	Від 21 до 40
7	Понад 40

T5 випускається з 2003 року. Як і його попередник T4, T5 має передньопривідне компонування з поперечним розташуванням двигуна. Важіль перемикачів передач у ньому перемістився на панель приладів. Найдорожчі моделі (Caravelle, Multivan, California) зовні відрізняються від звичайних Transporter хромованими смужками на кузові, T5 виготовляють в м. Ганновері (Німеччина) та м. Познані (Польща).

У 2010 році автомобіль було модернізовано. Змінилися світлотехніка, салон, капот, передні крила, бампера, бічні дзеркала та решітка радіатора. Повністю змінилася гама двигунів, всі двигуни випускаються об'ємом 2.0, 2.5 літра в бензиновому і дизельному варіантах, з різною кількістю к. с., за рахунок прошивки та турбування.

Модифікації: закритий фургон; мікроавтобус місткістю до дев'яти пасажирських місць, включаючи водія; вантажівка-платформа із простою кабіною; вантажівка-платформа з подвійною кабіною; вантажівка з великими дерев'яними платформами 5,2 квадратних метрів; спеціальні машини (швидка допомога, поліція, ліфт, рефрижератор, інкасаторський броньований автомобіль тощо); моделі з великими бічними дверима замість зсувних; camper з обладнанням для кемпінгу.

1.2 Вибір автомобіля-прототипу та аналіз його технічної характеристики

Вихідні дані:

- а) максимальна швидкість руху: 80 км/год;
- б) клас автомобіля: 3;
- в) вид автомобіля: 3;
- г) тип двигуна: бензиновий.

За заданим класом та видом автомобіля, максимальною швидкістю руху а також за типом двигуна було обрано автомобіль Volkswagen Transporter T5 2.0 SWB L1H2, технічна характеристика якого наведена в таблиці 1.2. Габаритні розміри автомобіля-прототипу представлені на рис. 1.1.

Таблиця 1.2 - Технічна характеристика аналогів

Параметр	Значення параметра для автомобіля		
	Volkswagen Transporter T5	Peugeot Boxer	Mercedes Sprinter 310
Вантажопідйомність автомобіля, т	1,114	1,5	1,315
Повна маса автомобіля, кг:	3600	3500	3500
на передню вісь	1360	1310	1600
на задню вісь	2240	2190	2240
Максимальна швидкість руху автомобіля, км/год	151	134	150
Контрольна витрата палива при 60 км/год, л/100 км	8,1	8,5	8,5
Висота автомобіля, мм	1948	2140	2570
Колія автомобіля, мм	1750	1750	1652
База автомобіля, мм	3400	3145	4025
Номінальна потужність двигуна, кВт при обертах хв^{-1}	110,325/5200	78,5/4000	105,2/5000
Розмір шин	205/65 R16	185/75 R16	195/75 R16
колісна формула	4x2	4x2	4x2

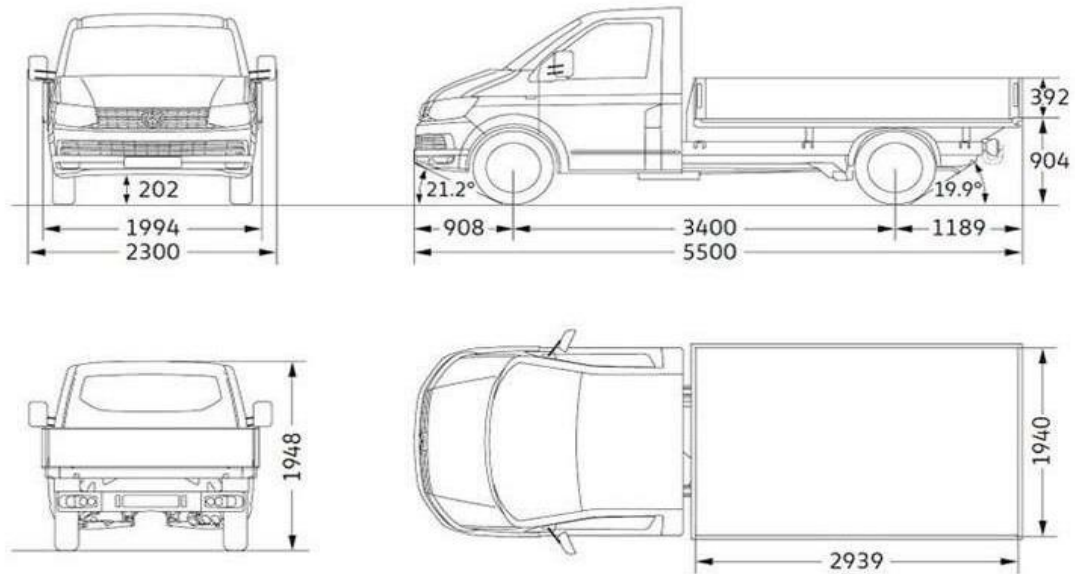


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри автомобіля-прототипу

1.3 Розрахунок максимальної потужності двигуна

Ефективна потужність двигуна при максимальній швидкості визначається з вираза:

$$N_{ev} = \frac{Mg\psi_v v_{\max} + K_e F v_{\max}^3}{\eta \cdot 10^3}, \quad (1.1)$$

де η - коефіцієнт корисної дії трансмісії. Для автомобілів з колісною формулою 4x2 $\eta = 0,85 \dots 0,92$. Приймаємо $\eta = 0,92$;

M - повна маса автомобіля, кг;

ψ_v - коефіцієнт дорожнього опору [3], що лежить в межах $\psi_v = 0,011 \dots 0,033$, приймаємо $\psi_v = 0,02$;

v_{\max} - максимальна швидкість руху, $v_{\max} = 32,50$ м/с;

K_e - коефіцієнт опору повітря [3], для вантажного автомобілів $K_e = (0,5 \dots 0,7)$, приймаємо $K_e = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

F - площа лобового опору, м^2 :

$$F = B \cdot H, \quad (1.2)$$

де B - колія передніх коліс автомобіля, $B = 1,628$ м;

H - висота автомобіля, $H = 1,952$ м.

$$F = 1,75 \cdot 1,948 = 3,409 \text{ м}^2.$$

Отже, ефективна потужність двигуна при максимальній швидкості руху автомобіля дорівнює:

$$N_{ev} = \frac{3600 \cdot 9,81 \cdot 0,02 \cdot 30,34 + 0,5 \cdot 3,409 \cdot 30,34^3}{0,92 \cdot 10^3} = 75,04 \text{ кВт},$$

$$N_{\max} = \frac{N_{ev}}{0,912} = \frac{75,04}{0,912} = 82,27 \text{ кВт}.$$

1.4 Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

Залежність поточних значень ефективності потужності двигуна N_e від кутової швидкості обертання колінчастого валу ω_e встановлюється формулою:

$$N_e = N_{\max} \left[a \frac{\omega_e}{\omega_n} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_n} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_n} \right)^3 \right], \quad (1.4)$$

де a, b, c - коефіцієнти, що залежать від типу і конструкції двигуна. Для бензинового двигуна $a = 1,0$; $b = 1,0$; $c = 1,0$.

ω_n - значення кутової швидкості обертання колінчастого валу, рад/с;

Для кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна $\omega_e = 0,2\omega_n = 49,22$ рад/с отримаємо:

$$N_e = 82,27 \cdot \left[1 \frac{49,22}{246,09} + 1 \left(\frac{49,22}{246,09} \right)^2 - 1 \left(\frac{49,22}{246,09} \right)^3 \right] = 18,212 \text{ кВт}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна значення ефективної потужності розраховуємо аналогічно і результати зводимо в таблицю 1.3.

Поточне значення моменту, що крутить, визначається виразом:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 10^3. \quad (1.5)$$

Для кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна $\omega_e = 0,2\omega_n = 49,22 \text{ рад/с}$ отримаємо:

$$M_e = \frac{18,212}{49,22} \cdot 10^3 = 0,37 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна значення крутного моменту розраховуємо аналогічно і результати зводимо в таблицю 1.3. За отриманими значеннями ефективної потужності і крутного моменту будемо зовнішню швидкісну характеристику двигуна.

Таблиця 1.3 - Результати розрахунку зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Параметр	Розмірність	Значення параметрів					
ω_e	с^{-1}	49,22	98,44	147,65	196,87	246,09	295,31
N_e	кВт	18,212	38,936	58,404	72,848	78,500	71,592
M_e	Нм	0,3700	0,3955	0,3955	0,3700	0,3190	0,2424

1.5 Розрахунок передавальних чисел трансмісії

Передатне число головної передачі визначається виразом:

$$u_0 = \frac{\omega_{ev} r_k}{u_{кпв} \nu_{\max}}, \quad (1.6)$$

де ω_{ev} - кутова швидкість обертання колінчастого валу двигуна при максимальній швидкості, с^{-1} . Приймаємо $\omega_{ev} = \omega_{\max} = 246,09 \text{ рад/с}$;

$u_{кпв}$ - передатне число вищого ступеня. Приймаємо $u_{кпв} = 1,2$;

r_k - радіус кочення колеса.

$$r_k = \lambda \cdot r_n, \quad (1.7)$$

де λ - коефіцієнт деформації шини. Для шин високого тиску $\lambda = (0,945 \dots 0,950)$. Приймаємо $\lambda = 0,95$;

r_n - номінальний радіус колеса, мм:

$$r_i = (0,5 \cdot d + h) \cdot 10^{-3}, \quad (1.8)$$

де d - діаметр ободу, $d = 16 \cdot 25,4 = 406,4 \text{ мм}$;

$$h - \text{висота профілю, } h = \frac{205 \cdot 65}{100} = 133,25 \text{ мм.}$$

$$r_n = (0,5 \cdot 406,4 + 133,5) \cdot 10^{-3} = 0,336 \text{ м,}$$

$$r_k = 0,95 \cdot 0,336 = 0,320 \text{ м.}$$

Отже, передаточне число головної передачі дорівнює:

$$u_0 = \frac{246,09 \cdot 0,320}{1,2 \cdot 30,04} = 3,11.$$

Передаточне число першої передачі, необхідне за умовою подолання максимального дорожнього опору, визначається з виразом:

$$u_{1\psi} = \frac{M \cdot g \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot u_0 \cdot \eta}, \quad (1.9)$$

де M_{\max} - максимальний крутний момент, що розвивається двигуном, $H \cdot м$;

ψ_{\max} - максимальний коефіцієнт дорожнього опору, що лежить у межах $\psi_{\max} = 0,35..0,40$. Приймаємо $\psi_{\max} = 0,375$;

Отже, передатне число першої передачі з умови подолання максимального дорожнього опору дорівнює:

$$u_{1\psi} = \frac{3600 \cdot 9,81 \cdot 0,375 \cdot 0,320}{395,5 \cdot 3,11 \cdot 0,92} = 3,47.$$

Передатне число першої передачі, що визначається з умови відсутності буксування ведучих коліс, визначається виразом:

$$u_{1\phi} = \frac{G_\phi \cdot \phi_{\max} \cdot r_k \cdot m_i}{M_{\max} \cdot u_0 \cdot \eta}, \quad (1.10)$$

де G_ϕ - зчіпна вага автомобіля, H . Для задньопривідних автомобілів:

$$G_\phi = M_2 \cdot g, \quad (1.11)$$

де M_2 - маса, що припадає на задню вісь автомобіля, $кг$.

Тоді зчіпна вага дорівнює:

$$G_\phi = 2240 \cdot 9,81 = 21974,4 \text{ Н,}$$

де ϕ_{\max} - Максимальний коефіцієнт зчеплення з дорогою. $\phi_{\max} = 0,7..0,8$ [3].

Приймаємо $\phi_{\max} = 0,8$;

m_i - коефіцієнт перерозподілу реакцій. Для задньої осі $m_i = 1, 2 \dots 1, 3$, приймаємо $m_i = 1, 3$.

Отже, передаточне число першої передачі з умови відсутності буксування ведучих коліс автомобіля дорівнює:

$$u_{1\phi} = \frac{21974,4 \cdot 0,8 \cdot 0,320 \cdot 1,3}{395,5 \cdot 3,11 \cdot 0,92} = 6,45.$$

Передаточне число першої передачі, визначене з умови забезпечення мінімальної стійкої швидкості, визначається:

$$u_{1v} = \frac{\omega_{\min} \cdot r_k}{u_0 \cdot v_{\min}}, \quad (1.12)$$

де ω_{\min} - мінімальна стійка кутова швидкість колінчастого валу двигуна, рад/с;

v_{\min} - мінімально стійка швидкість руху автомобіля. $v_{\min} = 1,0 \dots 1,4$ м/с, приймаємо $v_{\min} = 1,2$ м/с.

Отже, передаточне число першої передачі з умови забезпечення мінімальної стійкої швидкості руху автомобіля дорівнює:

$$u_{1v} = \frac{49,22 \cdot 0,320}{3,11 \cdot 1,2} = 4,21.$$

Так як $u_{1v} > u_{1\psi}$ і $u_{1\psi} < u_{1\phi}$, тому приймаємо передаточне відношення першої передачі рівним: $u_{1v} = 4,21$.

Тоді передаточне число другої передачі визначається виразом:

$$u_2 = \sqrt[5]{u_1^4}. \quad (1.13)$$

$$u_2 = \sqrt[5]{4,21^4} = 3,16.$$

Передаточне число третьої передачі визначається виразом:

$$u_3 = \sqrt[5]{4,21^3} = 2,37. \quad (2.9)$$

Передаточне число четвертої передачі визначається виразом:

$$u_4 = \sqrt[5]{4,21^2} = 1,77.$$

Передаточне число п'ятої передачі визначається виразом:

$$u_5 = \sqrt[5]{4,21^4} = 1,33.$$

Передаточне число шостої передачі визначається виразом:

$$u_6 = 1.$$

1.6 Розрахунок кінематичної швидкості автомобіля за передачами

Кінематична швидкість автомобіля у функції кутової швидкості колінчастого валу двигуна визначається виразом:

$$v_i = \frac{\omega_e \cdot r_k}{u_0 \cdot u_i}. \quad (1.14)$$

Для першої передачі при частоті обертання колінчастого валу $\omega_e = 49,22 \text{ рад/с}$ знаходимо кінематичну швидкість руху автомобіля:

$$v_1 = \frac{49,22 \cdot 0,320}{3,11 \cdot 4,21} = 1,20 \text{ м/с}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна та вищих передач значення кінематичної швидкості руху автомобіля розраховуємо аналогічно і результати зводимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, тягової, динамічної та графіків прискорень автомобіля

Параметр		Розмірність	Значення параметрів					
1	2	3	4	5	6	7	8	
ω_e	с^{-1}	49,22	98,44	147,65	196,87	246,09	295,31	
N_e	кВт	18,212	38,936	58,404	72,848	78,500	71,592	
M_e	Н·м	0,3700	0,3955	0,3955	0,3700	0,3190	0,2424	
Перша передача $u_1 = 4,21$ $\delta_1 = 1,97$	v_1	м/с	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20
	P_{T1}	кН	13,9625	14,9255	14,9255	13,9625	12,0367	9,1479
	P_{B1}	кН	0,00245	0,0098	0,0221	0,0393	0,0614	0,0884
	P_{C1}	кН	13,9601	14,9156	14,9034	13,9233	11,9753	9,0595
	D_1	-	0,3953	0,4223	0,4220	0,3942	0,3391	0,2565
	j_1	м/с^2	1,9245	2,0621	2,0603	1,9192	1,6386	1,2185
	$1/j_1$	$\text{с}^2/\text{м}$	0,5196	0,4849	0,4854	0,5211	0,6103	0,8207
Друга передача $u_2 = 3,16$ $\delta_2 = 1,54$	v_2	м/с	1,60	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60
	P_{T2}	кН	10,4714	11,1935	11,1935	10,4714	9,0270	6,8605
	P_{B2}	кН	0,0044	0,0175	0,0393	0,0698	0,1091	0,1571
	P_{C2}	кН	10,4670	11,1761	11,1542	10,4015	8,9179	6,7034
	D_2	-	0,2964	0,3165	0,3158	0,2945	0,2525	0,1898
	j_2	м/с^2	1,7801	1,9080	1,9041	1,7683	1,5006	1,1011
	$1/j_2$	$\text{с}^2/\text{м}$	0,5618	0,5241	0,5252	0,5655	0,6664	0,9082

1		2	3	4	5	6	7	8
Третя передача $u_3 = 2,37$ $\delta_3 = 1,32$	v_3	м/с	2,13	4,27	6,40	8,53	10,67	12,80
	P_{T3}	кН	7,8531	8,3947	8,3947	7,8531	6,7699	5,1451
	P_{B3}	кН	0,0078	0,0310	0,0698	0,1241	0,1940	0,2793
	P_{C3}	кН	7,8454	8,3637	8,3249	7,7290	6,5760	4,8658
	D_3	-	0,2221	0,2368	0,2357	0,2189	0,1862	0,1378
	j_3	м/с ²	1,5234	1,6324	1,6243	1,4990	1,2565	0,8969
	$1/j_3$	с ² /м	0,6564	0,6126	0,6157	0,6671	0,7959	1,1149
Четверта передача $u_4 = 1,77$ $\delta_4 = 1,19$	v_4	м/с	2,84	5,69	8,53	11,38	14,22	17,07
	P_{T4}	кН	5,8895	6,2957	6,2957	5,8895	5,0772	3,8587
	P_{B4}	кН	0,0138	0,0552	0,1242	0,2207	0,3449	0,4966
	P_{C4}	кН	5,8757	6,2405	6,1716	5,6688	4,7323	3,3620
	D_4	-	0,1664	0,1767	0,1748	0,1605	0,1340	0,0952
	j_4	м/с ²	1,2231	1,3077	1,2917	1,1752	0,9580	0,6403
	$1/j_4$	с ² /м	0,8176	0,7647	0,7742	0,8510	1,0438	1,56174
П'ята передача $u_5 = 1,33$ $\delta_5 = 1,12$	v_5	м/с	3,79	7,59	11,38	15,17	18,97	22,76
	P_{T5}	кН	4,4169	4,7215	4,7215	4,4169	3,8077	2,8938
	P_{B5}	кН	0,0245	0,0981	0,2207	0,3924	0,6132	0,8830
	P_{C5}	кН	4,3924	4,6234	4,5008	4,0245	3,1945	2,0109
	D_5	-	0,1244	0,1309	0,1274	0,1140	0,0905	0,0569
	J_5	м/с ²	0,9331	0,9899	0,9597	0,8425	0,6383	0,3471
	$1/j_5$	с ² /м	1,0717	1,0102	1,0419	1,1869	1,5666	2,88128
Шоста передача $u_6 = 1$ $\delta_6 = 1,09$	v_6	м/с	5,06	10,12	15,17	20,23	25,29	30,35
	P_{T6}	кН	3,3125	3,5410	3,5410	3,3125	2,8556	2,1703
	P_{B6}	кН	0,0436	0,1744	0,3925	0,6977	1,0902	1,5699
	P_{C6}	кН	3,2689	3,3665	3,1485	2,6148	1,7654	0,6004
	D_6	-	0,0926	0,0953	0,0892	0,0740	0,0500	0,0170
	J_6	м/с ²	0,6801	0,7049	0,6494	0,5134	0,2969	0,0000
	$1/j_6$	с ² /м	1,4705	1,4186	1,5400	1,9480	3,3681	5,33759

За отриманими значеннями будемо графік залежності кінематичної швидкості автомобіля від кутової швидкості колінчастого валу двигуна.

1.7 Тягова характеристика автомобіля

Стовпна сила тяги на ведучих колесах автомобіля визначається виразом:

$$P_T = \frac{M_e \cdot u_i \cdot u_0 \cdot \eta}{r_k} \quad (1.15)$$

Максимальна дотична сила тяги:

$$P_{T_{\max}} = \frac{M_1 \cdot g \cdot m_i}{1000} = \frac{2240 \cdot 9,81 \cdot 1,3}{1000} = 28,54 \text{ кН} \quad (1.16)$$

Для руху автомобіля на першій передачі при швидкості обертання колінчастого валу двигуна $\omega_e = 49,22 \text{ рад/с}$ визначаємо значення дотичної сили тяги на ведучих колесах:

$$P_T = \frac{0,37 \cdot 4,21 \cdot 3,11 \cdot 0,92}{0,320} = 13,96 \text{ кН}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу та вищих передач значення дотичної сили тяги на ведучих колесах автомобіля розраховуємо аналогічно, і результати зводимо до таблиці 1.4.

Сила опору повітря під час руху автомобіля визначається виразом:

$$P_B = K_g \cdot F \cdot v^2 \cdot 10^{-3}. \quad (1.17)$$

Для руху автомобіля зі швидкістю $v = 1 \text{ м/с}$ сила опору повітря дорівнює:

$$P_B = 0,5 \cdot 3,409 \cdot 1,2^2 \cdot 10^{-3} = 0,0024 \text{ кН}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна та вищих передач значення сили опору повітря розраховуємо аналогічно, і результати зводимо до таблиці 2.1.

Вільна сила тяги автомобіля визначається виразом:

$$P_C = P_T - P_B. \quad (1.18)$$

Для відповідних значень дотичної сили тяги на ведучих колесах автомобіля та сили опору повітря визначаємо вільну силу тяги:

$$P_C = 13,96 - 0,0024 = 13,96 \text{ кН}.$$

Для решти значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна та вищих передач значення вільної сили тяги розраховуємо аналогічно, і результати зводимо до таблиці 1.5. За отриманими значеннями будуємо тягову характеристику автомобіля.

1.8 Динамічна характеристика автомобіля

Динамічний фактор автомобіля визначається виразом:

$$D = \frac{P_C}{Mg}. \quad (1.19)$$

Для відповідного значення вільної сили тяги визначаємо значення динамічного фактора автомобіля:

$$D = \frac{13,96 \cdot 10^3}{3600 \cdot 9,81} = 0,39.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна та вищих передач значення динамічного фактора автомобіля розраховуємо аналогічно, і результати зводимо до таблиці 2.1. За отриманими значеннями будуюмо динамічну характеристику автомобіля.

1.9 Характеристики розбігу автомобіля

Прискорення автомобіля під час розбігу визначається виразом:

$$j_i = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{D_i - \psi_v}{\delta_i} \cdot g, \quad (1.20)$$

де δ_i - коефіцієнт обліку обертових мас.

$$\delta_i = 1 + \sigma_1 + \sigma_2 u_i^2, \quad (1.21)$$

де $\sigma_1 = 0,03..0,05$ $\sigma_2 = 0,04..0,06$ для автомобіля при номінальній потужності, приймаємо $\sigma_1 = 0,04$ і $\sigma_2 = 0,05$.

Отже, коефіцієнт обліку обертових мас для першої передачі дорівнює:

$$\delta_1 = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 4,22^2 = 1,92.$$

Отже, для руху автомобіля на першій передачі при кутовій швидкості обертання колінчастого валу двигуна $\omega_e = 49,22 \text{ рад / с}$ прискорення автомобіля стаовить:

$$j_i = \frac{0,395 - 0,017}{1,92} \cdot 9,81 = 1,92 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна та вищих передач значення прискорення автомобіля розраховуємо аналогічно, і результати зводимо до таблиці 1.5. За набутими значеннями будуюмо графік прискорень автомобіля.

Обчислення часу розгону здійснюємо з використанням графіка зворотних прискорень, для побудови якого за даними прискорень j_i у таблиці 1.5 обчислимо зворотнє прискорення $1/j_i$ до швидкості $0,9v_{max}$.

Дані обчислення зворотних прискорень зводимо таблицю 1.5 і будуємо графік зворотних прискорень. Площа на графіку зворотних прискорень, обмежена зверху кривими $1/j_i$, віссю швидкостей знизу і прямими $v = v_0$ і $v = 0,9v_{max}$, являє собою час розгону автомобіля від швидкості v_0 до швидкості $0,9v_{max}$. Для його визначення весь діапазон швидкості розбиваємо п'ять інтервалів.

Вважаючи, що у кожному інтервалі швидкості розгін автомобіля відбувається із зворотним прискоренням, визначається виразом:

$$\frac{1}{j_{cp}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{j_{i-1}} + \frac{1}{j_i} \right), \quad (1.23)$$

тому, час розгону автомобіля від швидкості v_0 до швидкості $0,9v_{max}$ розраховуємо за виразом:

$$t_i = \frac{1}{j_{cp}} (v_i - v_{i-1}). \quad (1.24)$$

Для відповідних значень прискорень j_{i-1} та j_i отримуємо середнє зворотнє прискорення дорівнює:

$$\frac{1}{j_{cp}} = \frac{1}{2} \cdot (0,46 + 0,42) = 0,44 \frac{c^2}{m},$$

та час розгону в інтервалі:

$$t_1 = 0,44 \cdot (3,2 - 1,2) = 0,89 \text{ c}.$$

Для інших інтервалів розгону автомобіля середнє зворотнє прискорення в інтервалі та час розгону автомобіля в інтервалі обчислюємо аналогічно, і результати обчислень зводимо в таблицю 1.5.

Повний час розбігу автомобіля від швидкості v_0 до швидкості $0,9v_{max}$ визначається виразом:

$$T = \sum_{i=1}^5 t_i, \quad (1.25)$$

$$T = 3,32 + 6,62 + 11,5 + 19,20 + 32,32 + 60,56 = 154,34 \text{ с.}$$

Вважаючи, що в кожному інтервалі часу розгону, що відповідає інтервалам швидкості, рух автомобіля відбувається із середньою швидкістю, визначеною за формулою:

$$v_{cp} = 0,5(v_{i-1} + v_i), \quad (1.26)$$

шлях його розгону в інтервалі дорівнює:

$$S_i = v_{cp} t_i. \quad (1.27)$$

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку часу та шляху розгону автомобіля

Номер інтервалу розгону			1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швидкість на початку інтервалу	V_{i-1}	м/с	1,2	3,2	5,2	7,6	10,7	14,5
Швидкість наприкінці інтервалу	V_i	м/с	5,2	7,6	10,7	14,5	19,6	27,4
Зворотне прискорення на початку інтервалу	$1/J_{i-1}$	с ² /м	0,46	0,42	0,48	0,58	0,76	1,08
Зворотне прискорення наприкінці інтервалу	$1/J_i$	с ² /м	0,48	0,588	0,768	1,088	1,897	4,607
Середнє зворотне прискорення	$1/J_{icp}$	с ² /м	0,44	0,45	0,53	0,67	0,9	1,49
Час розгону в інтервалі	t_i	с	0,89	0,89	1,32	2,07	3,54	7,62
Повний час розгону	T	с	3,31	6,62	11,51	19,20	32,31	60,56
Середня швидкість в інтервалі	V_{cpi}	м/с	8,57	16,29	24,90	35,65	49,02	66,36
Шлях розгону в інтервалі	S_i	м	7,68	14,53	32,88	74,04	173,6	506,2
Повний шлях розгону	S	м	7,68	22,22	55,11	129,2	302,8	809,0

Для першого інтервалу середня швидкість руху автомобіля дорівнює:

$$v_{cp} = 0,5 \cdot (12,49 + 4,66) = 8,575 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

а шлях розгону автомобіля дорівнює:

$$S_i = 8,755 \cdot 0,89 = 7,688 \text{ м.}$$

Для інших інтервалів розгону автомобіля середню швидкість руху в інтервалі та шлях розгону автомобіля в інтервалі обчислюємо аналогічно, і результати обчислень зводимо до таблиці 1.5.

За даними таблиці 1.5 будуємо графік часу та шляхи розгону автомобіля.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN TRANSPORTER

2.1 Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля

До основних нормативів системи ТО та ремонту автомобіля *Volkswagen Transporter* згідно з ТКП 248-2010 відносяться:

-періодичність щоденного обслуговування (ЩТО) L_{EO} . Виконується приблизно раз на добу;

-періодичність ТО-1 $L_1^H = 15$ тис. км;

-періодичність ТО-2 $L_2^H = 30$ тис. км;

-трудомісткість ЩТО $t_{EO}^H = 0,3$ люд-г;

-трудомісткість ТО-1 $t_1^H = 6$ люд-г;

-трудомісткість ТО-2 $t_2^H = 16,9$ люд-г;

-питома трудомісткість поточного ремонту $t_{TP}^H = 3$ люд-г;

-трудомісткість сезонного обслуговування. Встановлюється у розмірі 20% від трудомісткості ТО-2 $t_{CO}^H = 0,2 \cdot t_2^H = 0,2 \cdot 16,9 = 3,38$ люд-г;

-тривалість простою транспортних засобів у ТО та ремонті $D_{TO,TP}^H = 0,4$ дня/1000 км;

-ресурс транспортних засобів та їх складових частин (пробіг до капітального ремонту) $L_{KP}^H = 540$ тис. км.

У зв'язку з тим, що нормативи розроблені для еталонних 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; для організацій із кількістю транспортних засобів від 100 до 200, що становлять не більше трьох технологічно сумісних груп; у весняно-літній період експлуатації), необхідно провести їх коригування.

Облікова кількість автомобілів в АТО приймаємо рівним $A_c = 250$.

Пробіг до КР коригується:

$$L_{\text{КР}} = L_{\text{КР}}^{\text{Н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

де K_1 - коефіцієнти коригування пробігу до капітального ремонту в залежності від категорії умов експлуатації. Вибирається по III категорії експлуатації та за умовами руху у великих містах;

K_2 - коефіцієнти коригування пробігу до капітального ремонту в залежності від модифікації дорожньо-транспортного засобу;

K_3 - коефіцієнт, що враховує кліматичну зону. Причому:

$$K_3 = K_3' \cdot K_3'', \quad (2.2)$$

де K_3' - коефіцієнт, що враховує клімат, для помірного клімату приймаємо $K_3' = 1$;

K_3'' - коефіцієнт, що враховує високу агресивність навколишнього середовища, через агресивність середовища та використання лужних реагентів при обробці дорожнього покриття приймаємо $K_3'' = 0,9$;

$$K_3 = 1 \cdot 0,9 = 0,9.$$

Отже, скоригований пробіг до КР дорівнює:

$$L_{\text{КР}} = 540 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 432 \text{ тис. км.}$$

Періодичність дії L_i цього виду (ТО-1 або ТО-2) з урахуванням умов експлуатації визначається з виразу:

$$L_i = L_i^{\text{Н}} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

де $L_i^{\text{Н}}$ – нормативний пробіг автомобіля для цього виду дій, км;

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

$$L_1 = 15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 12 \text{ тис. км,}$$

$$L_2 = 30 \cdot 0,8 \cdot 1 = 24 \text{ тис. км.}$$

Скоригована трудомісткість впливу t_i цього виду (ЩТО, ТО-1 або ТО-2) визначається:

$$t_i = t_i^{\text{Н}} \cdot K_2 \cdot K_4^2 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.4)$$

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

K_2 - коефіцієнти коригування пробігу до капітального ремонту в залежності від модифікації дорожньо-транспортного засобу;

K_4^2 - коефіцієнт коригування трудомісткості даного виду ТО в залежності 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 даного виду ТО залежно від періоду експлуатації;

$$t_1 = 6 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,15 = 11,1 \text{ люд.-г};$$

$$t_2 = 16,9 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,15 = 31,29 \text{ люд.-г};$$

$$t_{EO} = 0,3 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,15 = 0,55 \text{ люд.-г};$$

$$t_{CO} = t_2 \cdot 0,2 = 31,29 \cdot 0,2 = 6,26 \text{ люд.-г}.$$

Скоригована трудомісткість ремонту визначається за такою формулою:

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.5)$$

де t_{TP} - нормативна питома трудомісткість ПР, люд.-г/1000 км.

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ – 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 та ремонтуються в організації та періоду експлуатації.

Отже, скоригована трудомісткість ремонту дорівнює:

$$t_{TP} = 3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,15 = 4,76 \text{ люд.-г}.$$

Тривалість простою в ТО та ремонті коригується коефіцієнтом K_4^1 :

$$D_{TO, TP} = D_{TO, TP}^H \cdot K_4^1, \quad (2.6)$$

де $D_{TO, TP}^H = 0,4$ дня/1000 км – нормативний простий у ТО та ремонті.

Отже, скоригована тривалість простою в ТО та ремонті дорівнює:

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

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 необхідно визначити кількість цих впливів за рік.

Річний пробіг автомобіля визначається:

$$L_{\Gamma} = l_{cc} \cdot D_{\text{рГ}} \cdot \alpha_{\text{и}}, \quad (2.7)$$

де l_{cc} – середньодобовий пробіг автомобіля, км, $l_{cc} = 415$ км;

$D_{\text{рГ}}$ – число днів роботи автомобіля в році, $D_{\text{рГ}} = 365$ днів;

$\alpha_{\text{и}}$ – коефіцієнт використання парку (приймається з інтервалу 0,65 – 0,75).

$$\alpha_{\text{и}} = 0,75.$$

$$L_{\Gamma} = 415 \cdot 365 \cdot 0,75 = 113606 \text{ км.}$$

Визначаємо річну програму робіт ЩТО, Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2 за формулою:

$$\left\{ \begin{array}{l} N_2 = \frac{L_{\Gamma}}{L_2}, \\ N_1 = \frac{L_{\Gamma}}{L_1} - N_2, \\ N_{\text{EO}} = \frac{L_{\Gamma}}{l_{cc}}, \\ N_{\text{Д1}} = 1,1 \cdot N_1 + N_2, \\ N_{\text{Д2}} = 1,2 \cdot N_2, \\ N_{\text{CO}} = 2. \end{array} \right. \quad (2.8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_2 = \frac{113606}{24000} = 4,73, \\ N_1 = \frac{113606}{12000} - 4,73 = 5,16, \\ N_{\text{EO}} = \frac{113606}{415} = 273,74, \\ N_{\text{Д1}} = 1,1 \cdot 5,16 + 4,73 = 10,52, \\ N_{\text{Д2}} = 1,2 \cdot 4,73 = 5,67, \\ N_{\text{CO}} = 2. \end{array} \right.$$

Добова програма впливу i -го виду дорівнює:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перевірка трубопроводу, шлангів, електропроводки, масляних та паливних магістралей, системи випуску відпрацьованих газів на наявність пошкоджень, перетирання, протікання та правильності розташування (видимі ділянки)		✓		✓		✓		✓		✓

2.3 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту

Для розрахунку чисельності 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:

$$T_{r_i} = N_{r_i} \cdot t_i, \quad (2.10)$$

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

$$T_{r_1} = 2,36 \cdot 11,1 \cdot 250 = 6549 \text{ люд.-г.};$$

$$T_{r_2} = 4,73 \cdot 31,3 \cdot 250 = 37012,25 \text{ люд.-г.}$$

$$T_{r_{EO}} = 273,74 \cdot 0,55 \cdot 250 = 37639,25 \text{ люд.-г.}$$

Річний обсяг робіт з поточного ремонту визначається:

$$T_{TPr} = \frac{L_r}{1000} \cdot t_{TPr}; \quad (2.11)$$

$$T_{TPr} = \frac{113606}{1000} \cdot 4,76 \cdot 250 = 135191,14 \text{ чел.-ч.}$$

В ОАС двічі на рік (навесні та восени) проводиться також сезонне обслуговування (СО), яке приурочується до виконання чергового ТО. Трудомісткість робіт СО визначається з виразу:

$$T_{cor} = 2 \cdot t_2 \cdot A_c \cdot k_{co}, \quad (2.12)$$

де k_{co} - коефіцієнт, що враховує район експлуатації (приймається 0,25 - для автобусів і 0,20 - для інших автомобілів для умов України). Приймаємо $k_{co} = 0,2$.

$$T_{\text{кор}} = 2 \cdot 16,9 \cdot 250 \cdot 0,2 = 1690 \text{ люд.-год.}$$

Загальна річна трудомісткість робіт ТО-2 та СО складе:

$$T_{2r}^* = T_{2r} + T_{\text{кор}}; \quad (2.13)$$

$$T_{2r}^* = 37012,25 + 1690 = 38702,25 \text{ люд.-г.}$$

Річна трудомісткість діагностичних робіт визначається за формулами:

$$\begin{cases} T_{\text{д1г}} = N_{\text{д1}} \cdot a \cdot t_1 \cdot A_c; \\ T_{\text{д2г}} = N_{\text{д2}} \cdot b \cdot t_2 \cdot A_c. \end{cases} \quad (2.14)$$

де $a = 0,2$ - частка діагностичних робіт в обсягах робіт ТО-1;

$b = 0,1$ - частка діагностичних робіт в обсягах робіт ТО-2;

t_1, t_2 – скориговані трудомісткості робіт ТО-1 та ТО-2, люд.-г.

$$\begin{cases} T_{\text{д1г}} = 7,326 \cdot 0,2 \cdot 6 \cdot 250 = 2197,8 \text{ люд.-г;} \\ T_{\text{д2г}} = 5,67 \cdot 0,1 \cdot 16,9 \cdot 250 = 2395,575 \text{ люд.-г.} \end{cases}$$

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

$$P_{\text{Ti}} = \frac{T_{\text{Ti}}}{\Phi_{\text{Mi}}}; \quad P_{\text{ши}} = \frac{T_{\text{Ti}}}{\Phi_{\text{pi}}}, \quad (2.15)$$

де T_{Ti} – річний обсяг за i -м видом робіт, люд.-г;

Φ_{Mi} – номінальний річний фонд часу робітника;

Φ_{pi} – ефективний річний фонд часу.

Номінальний річний фонд часу технологічного необхідного робітника визначається тривалістю робочої зміни ТЗ та числа робочих днів на рік ДРГ:

$$\Phi_{\text{M}} = T_c \cdot D_{\text{рг}} = T_c \cdot (D_{\text{кг}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}), \quad (2.16)$$

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

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

$$\Phi_{\text{M}} = 7 \cdot 305 = 2135 \text{ год.}$$

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

$$\Phi_p = \Phi_M - T_c \cdot (D_{от} + D_{уп}). \quad (2.17)$$

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

$$\Phi_p = 2135 - 7 \cdot (24 - 7) = 2016 \text{ год.}$$

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

$$P_{T_{щго}} = \frac{37639,25}{2135} = 17,62;$$

$$P_{T_1} = \frac{6549}{2135} = 3,06;$$

$$P_{T_2} = \frac{37012,25}{2135} = 17,3;$$

$$P_{T_{тр}} = \frac{135191,14}{2135} = 63,3;$$

$$P_{T_{д1}} = \frac{2197,8}{2135} = 1,029;$$

$$P_{T_{д2}} = \frac{2395,575}{2135} = 1,12.$$

Визначаємо штатну чисельність для кожного виду робіт:

$$P_{Ш_{щго}} = \frac{37639,25}{2016} = 18,6;$$

$$P_{Ш_1} = \frac{6549}{2016} = 3,24;$$

$$P_{Ш_2} = \frac{37012,25}{2016} = 18,35;$$

$$P_{Ш_{тр}} = \frac{135191,14}{2016} = 67,05;$$

$$P_{Ш_{д1}} = \frac{2197,8}{2016} = 1,09;$$

$$P_{ш_{дз}} = \frac{2395,575}{2016} = 1,188.$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розподіл річної трудомісткості робіт ТО та ТР за видами робіт

Види робіт	Трудомісткість робіт	Число робітників, люд.			
		Технологічне		Штатне	
	люд. / год	Розрахункове	Прийняте	Розрахункове	Прийняте
1. ЩО	37639,25	17,62	18	18,6	19
2. Д-1	2197,8	3,06	3	3,24	3
3. Д-2	2395,575	17,3	17	18,35	18
4. ТО-1	6549	63,3	63	67,05	67
5. ТО-2	37012,25	1,029	1	1,09	1
6. ПР	135191,14	1,12	1	1,188	1
Разом	220985,015	103,429	103	109,518	109

2.4 Формування переліку робіт технічного впливу

Перелік операцій обслуговування, складений у технологічній послідовності за агрегатами, системами, вузлами базових моделей автомобілів представимо у вигляді технологічної операційної карти (таблиці 2.3).

Таблиця 2.3 - Технологічна карта на ТО та ПР системи живлення автомобіля Volkswagen Transporter. Загальна трудомісткість –51,1 люд. год.

Найменування операції	Кількість точок обслуговування	Трудомісткість, люд·хв.	Прилади, інструмент, пристрої	Технічні вимоги та вказівки
1	2	3	4	5
1. Встановити автомобіль на підйомник	1	1	Упори, СовПлім DROPPER, Nordberg N4120A-4T	Підключити вентиляційний відсмоктувач.
2. Підняти автомобіль	1	0,5	Підйомник Nordberg N4120A-4T	Переконатися, що гумові упори правильно розташовані під автомобілем.
3. Оглянути фільтр сажі на наявність механічних пошкоджень	1	0,3	-	Не допускаються тріщини, механічні ушкодження.

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
4. Опустити автомобіль	1	0,4	Підйомник Nordberg N4120A-4T	Не допускати пошкодження автомобіля.
5. Підключити діагностичне обладнання	1	0,5	Bosh KTS 570	Не пошкоджувати роз'єм під час підключення, запалення на автомобілі має бути увімкнено.
6. Відкрити капот автомобіля	1	0,2	Металевий упор	Не пошкоджувати лакофарбове покриття, встановити металевий упор
7. Здійснити перевірку датчика температури, датчика витратоміра	1	3	Bosh KTS 570, візуально	Переконавшись, що датчики перебувають у справному стані.
8. Провести перевірку рівня олії в автомобілі	1	0,4	Дригач	Переконавшись, що масло в двигуні знаходиться не нижче мінімального рівня.
9. Включити регенерацію сажевого фільтра	1	30	Bosh KTS 570	Температура в сажевому фільтрі досягає 500-700 градусів, стежитиме за рівнем масла в двигуні.
10. Провести діагностику автомобіля після регенерації фільтра сажі	1	10	Bosh KTS 570	Переконавшись, що на автомобілі немає помилок, перевірити наявність сажі у фільтрі.
11. Від'єднати паливні трубки від паливного фільтра та зняти паливний фільтр	1	2	Викрутка ДСТУ17199-98, ганчір'я	Не допускати пошкодження паливних трубок та розливу палива на інші деталі автомобіля.
12. Встановити новий паливний фільтр та підключити паливні трубки	1	2	PROLINE 28700 ДСТУ 7236-93	Попередньо залити трохи палива у паливний фільтр, не допускати пошкодження паливних трубок.
13. Оглянути проводку, шланги, трубопровід, паливні магістралі	1	1	-	Не допускається будь-які пошкодження, перетирання, протікання. Переконавшись у правильному розташуванні елементів.
14. Закрити капот автомобіля	1	0,2	Металевий упор	Чи не пошкодити лакофарбове покриття, прибрати металевий упор.

1	2	3	4	5
15. Вимкнути діагностичне обладнання	1	0,2	Bosh KTS 570	Вимикати після вимкнення запалювання, пошкоджувати роз'єм діагностування.
16. Видалити автомобіль підйомника ³	1	0,4	Nordberg-N4120A-4T, СовПлім DROPPER	Від'єднати вентиляційне відсмоктування, двигун запускати при відкритих дверях приміщення.

При розробці технологічних карт 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 здійснюємо з допомогою методу мікроелементних нормативів. Приймаємо, що на початку роботи виконавець розташований біля заднього борту автомобіля; 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.

Всі операції діагностування подаються у вигляді найпростіших рухів виконавця або мікроелементів роботи (таблиця 2.4): нагинання корпусу, ходьба, рух руки, чисто зорова робота і т.д.

Для визначення сумарної тривалості виконання елемента операції у відносних величинах – необхідно отримати отримане значення трудомісткості помножити на кількість руху при цьому.

При переході до абсолютних значень необхідно використати формулу:

$$T_n = \frac{K_p \cdot T_o}{100} = \frac{1,5 \cdot 710}{100} = 10,65,$$

де K_p - коефіцієнт коригування, що враховує підготовчо-заклучний час (приймається 1,5).

То-сумарна тривалість виконання елемента операції у відносних величинах.

Для інших значень абсолютної тривалості розрахунків проводяться аналогічно.

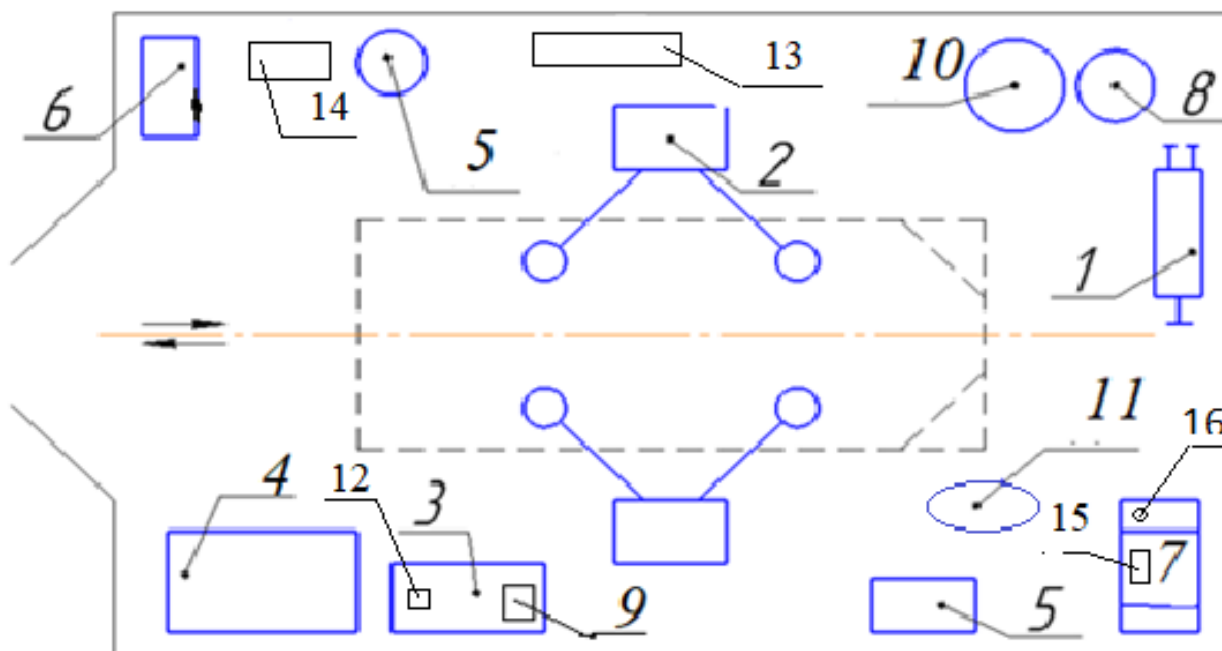
Таблиця 2.4 - Нормування операцій ТО та ПР системи живлення дизеля

Нел-та	Найменування елемента	Шифр ел-та	Число рухів	Тривалість у відносних одиницях		Трудоємність люд.с
				1 руху	загальна	
Закрити капот автомобіля						
Підготовчі операції						
1	Ходьба	3а	2	60	120	1,1
2	Незначний рух руки та кисті	7п	4	45	180	0,8
3	Рух руки	4г	2	70	140	0,5
Основні операції						
1	Нагинання корпусу	1а	1	100	100	0,3
2	Незначний рух спільно кисті та пальців	9м	3	10	30	0,4
3	Рух руки	4г	2	70	140	0,5
Разом:					710	3,6

2.6 Розробка схеми виробничого посту для ТО та ПР

Пост - це ділянка виробничої площі, оснащена обладнанням і призначена для розміщення автомобіля та виконання по 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.

Як приклад на рисунку 2.1 представлена схема посту, до виконання ТО і ПР. На ньому виконується весь обсяг робіт ТО та ПР.



1 – гайковерт для гайок коліс, 2 – двостійковий витяг, 3 – стіл-візок слюсаря, 4 – стелаж для деталей та вузлів, 5 – стаціонарний поршневий компресор, 6 – візок для акумуляторів, 7 – верстак слюсарний, 8 – маслороздавальна колонка, 9 – набір слюсарного інструменту, 10 – ємності для зливу оливи і ОР з лійкою, 11 – бак для заправки гальмівною рідиною, 12 – діагностичне обладнання, 13 – знімач дизельних форсунок, 14 – верстак для ремонту форсунок, 15 – набір пристроїв для роз'єднання трубопроводів, 16 – цифровий манометр Crystal XP2i.

Рисунок 2.1 - Схема універсального посту ТО та ПР

Площа посту розраховують за такою формулою:

$$F = f_a k_y = 8,57 \cdot 5 = 42,85 \text{ м}^2 \quad (2.18)$$

де f_a – площа, яку займає автомобіль у плані, м^2 ;

k_y – питома площа приміщення на 1 м^2 площі займає автомобіль в плані.

Питома площа k_y залежить від типу автомобіля, розташування постів, їх обладнання та приймається рівною 4...5 – при двосторонньому розташуванні. Для великогабаритних транспортних засобів беруться менші значення.

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 2.5 - Перелік технологічного обладнання, оснастки та виробничого інвентарю поста зони ТО та ПР

№ п/п	Найменування та модель	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5
1	Гайковерт для гайок коліс Г-120	1	100	1100x650x1100 мм 0,55 кВт
2	Підйомник двостоїчний Nordberg-N4120A-4T	1	600	419x3420x2826, Q=3500т
3	Стіл-візок слюсаря WRN8-030/46	1	62	11200x510x950 мм 300 кг
4	Стелаж для деталей та вузлів СЛК53	1	50	2500 x 700x500мм
5	Стационарний поршневий компресор REMEZA СБ4/С-100	1	125	1150x620x1025 мм, Р = 10бар.
6	Візок для акумуляторів BS25	1	46	830x500 мм, 330-910мм, 250 кг
7	Верстат слюсарний Classic 01.100G	1	59	1390x686x845 мм
8	Олія-роздавальна колонка «Лівенка-41101СММ»	2	80	390x680x1550 1,1 кВт
9	Набір слюсарного інструменту RockForce 41421-5	1	14	560x360x90
10	Ємності для зливу олій та ОЖ з лійкою Forsage ODT18	3	21	-
11	Бак для заправки гальмівною рідиною 9403М-0201	1	7,2	262x334x395мм
12	Діагностичне обладнання Bosh KTS 570	1	0,5	170 x 120 x 36мм
13	Знімач дизельних форсунок CDI Forsage F-909G5	1	3,33	350 мм
14	Верстат для ремонту форсунок ГЕФЕСТ-ВС-109-ЕП	1	150	1740x630x1445мм
15	Набір пристроїв для роз'єднання трубопроводів Partner PA-AN7028	1	1,9	-
16	Цифровий манометр Crystal XP2i	1	0,4	-

3. ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ

Паливно-економічна характеристика представляє залежність дорожньої витрати палива від швидкості руху автомобіля за різних коефіцієнтів дорожнього опору.

При встановленому русі шляховий витрата палива визначається виразом:

$$Q_s = 100 \cdot \frac{g_e \cdot N_3}{3,6 \cdot \rho \cdot v \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

$$Q_s = 100 \cdot \frac{527,7 \cdot 3,25}{3,6 \cdot 730 \cdot 5,05 \cdot 0,92},$$

де g_e - питома витрата палива, г/(кВт год);

N_3 - потужність, що витрачається на рух автомобіля, кВт;

ρ - густина палива, що приймається для бензинового палива рівною 730 кг/м³.

Розрахунок паливно-економічної характеристики здійснюється з використанням даних розрахунку тягово-динамічних характеристик автомобіля.

3.1 Розрахунок балансу та ступеня використання потужності

Розрахунок балансу потужності автомобіля виконується на вищій передачі за двох значень коефіцієнта дорожнього опору. Для цього при розрахункових значеннях кутової швидкості колінчастого валу двигуна прийнятих у тягово-динамічному розрахунку та відповідних їм значеннях швидкості автомобіля обчислюються потужність, що підводиться до ведучих коліс автомобіля; потужність, необхідна на подолання дорожнього опору і потужність, необхідна на подолання опору повітря.

Потужність, що підводиться до ведучих коліс автомобіля, визначається виразом:

$$N_T = N_e \cdot \eta. \quad (3.2)$$

Для кутової швидкості колінчастого валу двигуна $\omega_e = 108,85 \text{ рад/с}$ і відповідного їй значення ефективної потужності знаходимо значення потужності, що підводиться до ведучих коліс:

$$N_T = 18,21 \cdot 0,92 = 16,75 \text{ кВт}.$$

Необхідна потужність на подолання опору повітря, визначається виразом:

$$N_B = P_B \cdot v. \quad (3.3)$$

Для кутової швидкості колінчастого валу двигуна $\omega_e = 49,22 \text{ рад/с}$ і відповідного їй значення сили опору повітря знаходимо значення потужності, що йде на подолання опору повітря:

$$N_B = 0,046 \cdot 5,05 = 0,22 \text{ кВт}.$$

Необхідна потужність на подолання дорожнього опору, визначається виразом:

$$N_D = P_D \cdot v = M \cdot g \cdot \psi \cdot v \cdot 10^{-3}. \quad (3.4)$$

Розрахунок потужності, необхідної для подолання дорожнього опору виконаємо для двох значень коефіцієнта дорожнього опору:

$$\psi = \psi_v = 0,02 \text{ і } \psi' = \psi_v + 0,005 = 0,02 + 0,005 = 0,025.$$

Для швидкості руху автомобіля $v = 30,34 \text{ м/с}$ та коефіцієнта дорожнього опору $\psi = 0,011$ необхідна потужність на подолання дорожнього опору дорівнює:

$$N_D = 3600 \cdot 9,81 \cdot 0,017 \cdot 5,05 \cdot 10^{-3} = 3,03 \text{ кВт}.$$

Затрати потужності на рух автомобіля:

$$N_3 = N_B + N_D. \quad (3.5)$$

Для відповідних значень потужностей, що витрачаються на подолання опору повітря та дорожнього опору, затрати потужності на рух автомобіля дорівнює:

$$N_3 = 0,22 + 3,03 = 3,25 \text{ кВт}.$$

Для інших значень швидкості обертання колінчастого валу двигуна (швидкості руху автомобіля) значення потужності, що підводиться до ведучих коліс автомобіля; потужностей, що йдуть на подолання опору повітря і дорожнього опору, а також потужності, що витрачається на рух автомобіля, знаходимо аналогічно, результат обчислень зводимо в таблицю 3.1 і будемо графіки балансу потужності автомобіля.

Ступінь використання потужності визначається виразом:

$$I = \frac{N_3}{N_T}. \quad (3.6)$$

Для відповідних значень потужностей, витрачених на рух автомобіля і підведення до ведучих коліс визначаємо ступінь використання потужності:

$$I = \frac{3,257}{16,75} = 0,194.$$

Ступінь використання кутової швидкості колінчастого валу двигуна визначається виразом:

$$E = \frac{v_i}{v_{\max}} = \frac{\omega_{ei}}{\omega_N} = 0,2. \quad (3.7)$$

Для інших значень кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна значення ступенів використання потужності та кутової швидкості колінчастого валу двигуна знаходимо аналогічно, і результати обчислень зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку балансу потужності та витрати палива

Параметр	Розмірність	Значення параметрів						
1	2	3	4	5	6	7	8	
ω_e	с ⁻¹	49,22	98,44	147,65	196,87	246,09	295,31	
v_5	м/с	5,06	10,12	15,17	20,23	25,29	30,35	
N_e	кВт	18,21	38,9360	58,404	72,8480	78,5000	71,592	
N_T	кВт	16,76	35,8211	53,731	67,0202	72,2200	65,86464	
N_B	кВт	0,221	1,7646	5,9555	14,1168	27,5719	47,6442	
$\psi = \psi V = 0,02$	N_D	кВт	3,037	6,0735	9,1102	12,1469	15,1837	18,2204
	N_3	кВт	3,257	7,8381	15,065	26,2637	42,7556	65,8646
	I	-	0,194	0,2188	0,2804	0,3919	0,5920	1,0000
	K_I	-	1,994	1,8752	1,6129	1,2595	0,9437	1,0000
	E	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
	K_E	-	1,089	0,9954	0,9570	0,9623	1,0000	1,0585
	g_e	г/(кВт·год)	527,7	453,5922	375,06	294,5189	229,3222	257,2106
Q_s	л/100 км	14,06	14,5360	15,401	15,8128	16,0350	23,0882	
$\psi = \psi V + 0,005 = 0,025$	N_D	кВт	3,93	7,8598	11,789	15,7196	19,6495	23,5794
	N_3	кВт	4,151	9,6244	17,745	29,8364	47,2214	71,2236
	I	-	0,248	0,2687	0,3303	0,4452	0,6539	1,0814
	K_I	-	1,746	1,6589	1,4366	1,1395	0,9097	1,0363
	E	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
	K_E	-	1,089	0,9954	0,9570	0,9623	1,0000	1,0585
	g_e	г/(кВт·год)	462,1	401,2650	334,05	266,4594	221,0546	266,5357
Q_s	л/100 км	15,68	15,7897	16,157	16,2524	17,0714	25,8719	

3.2 Розрахунок витрати пального

Питома витрата палива визначається виразом

$$g_e = g_{eN} \cdot K_I \cdot K_E, \quad (3.8)$$

де K_I - коефіцієнт, що враховує зміну питомої витрати палива в залежності від ступеня використання потужності,

K_E – коефіцієнт, що враховує зміну питомої витрати палива в залежності від ступеня використання кутової швидкості колінчастого валу двигуна,

g_{eN} – питома витрата палива при максимальній потужності, г/(кВт·год), що приймається на 5...10% більше мінімальної питомої витрати:

$$g_{eN} = g_{e\min} \cdot 1,05, \quad (3.9)$$

де $g_{e\min}$ - мінімальна питома витрата, $g_{e\min} = 225$ г/(кВт·год) із прототипу[4].

$$g_{eN} = 225 \cdot 0,08 = 243 \text{ г/(кВт·год)}.$$

K_I визначається за формулою:

$$K_I = 3,27 + 8,22 \cdot I - 9,13 \cdot I^2 + 3,18 \cdot I^3. \quad (3.10)$$

K_E визначається за такою формулою:

$$K_E = 1,25 - 0,99 \cdot E + 0,98 \cdot E^2 - 0,24 \cdot E^3. \quad (3.11)$$

Для відповідних значень ступеня використання потужності та ступеня використання кутової швидкості колінчастого валу двигуна знаходимо значення коефіцієнтів:

$$K_I = 3,27 - 8,22 \cdot 0,19 - 9,13 \cdot 0,19^2 + 3,18 \cdot 0,19^3 = 1,74,$$

$$K_E = 1,25 - 0,99 \cdot 0,2 + 0,98 \cdot 0,2^2 - 0,24 \cdot 0,2^3 = 1,09,$$

а також відповідна питома витрата палива:

$$g_e = 243 \cdot 1,99 \cdot 1,09 = 527,71 \text{ г / (кВт·год)}.$$

Інші значення питомої витрати палива знаходимо аналогічно і результати обчислень зводимо до таблиці 3.1.

За виразом (3.1) розраховуємо шляхову витрату палива:

$$Q_s = 100 \cdot \frac{527,71 \cdot 3,25}{3,6 \cdot 730 \cdot 5,05 \cdot 0,92} = 14,05 \text{ л / 100км}.$$

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МОДЕРНІЗАЦІЇ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ VOLKSWAGEN TRANSPORTER

4.1 Будова, призначення та технічна характеристика конструкції агрегату

Головна передача призначена для збільшення крутного моменту, що підводиться до неї і передачі його через диференціал і півосі до ведучих коліс автомобіля, а також забезпечення його максимальної швидкості руху.

Головні передачі поділяють за кількістю, видом та розташуванням зубчастих коліс.

За кількістю зубчастих коліс головні передачі бувають одинарні (з однією парою зубчастих коліс) та черв'ячні (з черв'яком та черв'ячним колесом).

Одинарні головні передачі на вигляд зубчастих коліс поділяють на конічні (з конічними зубчастими колесами), гіпоїдні (з гіпоїдним зачепленням), циліндричні (з циліндровими зубчастими колесами) і черв'якові (з черв'яком і черв'ячним колесом).

Подвійні головні передачі розташування зубчастих коліс поділяють на центральні (обидві пари зубчастих коліс розташовані в картері центрального редуктора) і рознесені (одна пара зубчастих коліс знаходиться в центральному редукторі, а друга – у приводі до кожного з ведучих коліс).

За кількістю ступенів головні передачі бувають одноступінчасті (з одним передавальним числом) і двоступінчасті (з двома передачами, що перемикаються, з різним передавальним числом).

Двоступінчаста головна передача може бути отримана за рахунок установки в ній центрального ряду, що блокується. Схема такої передачі представлена на рис. 4.1. На вказаному малюнку буквою Д позначено механізм диференціалу.

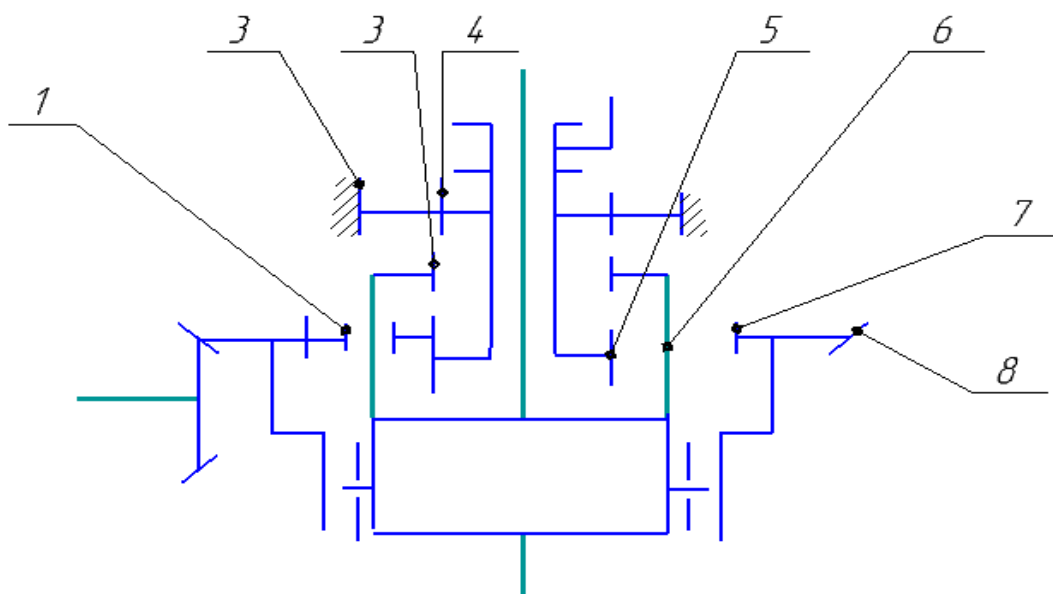


Рисунок 4.1 – Схема головної передачі

Така головна передача застосовується для одинарних та подвійних головних передач. При включенні вищої передачі сонячна шестерня 5 входить у зачеплення із зубчастим вінцем внутрішнього зачеплення 3, виконаним разом з водилом 6 (корпусом диференціала), і обертається як одне ціле зі швидкістю веденої конічної шестерні 8, тобто планетарний ряд блокується.

При включенні вищої передачі сонячна шестерня зубчастим вінцем 4 блокується з картером 2 головної передачі, завдяки чому коронна шестерня (епіцикл) 7, що становить одне ціле з веденою конічною шестернею 8, обертає через сателіти 1 водило 6 планетарного ряду, відповідно зменшуючи його кут. Перемикання передач здійснюється переміщенням сонячної шестерні 5 в осьовому напрямку.

До недоліків двоступінчастих головних передач слід віднести деяку складність конструкції і те, що без ускладнення керування неможливо перемикати щаблі при русі автомобіля. Крім того, на багатопривідних автомобілях за необхідності синхронного перемикання кількох головних передач ускладнюється система керування та знижується її надійність.

У головних передачах регулюють: попередній натяг підшипників та зачеплення конічних (гіпоїдних) зубчастих коліс.

Сутність регулювання попереднього натягу підшипників полягає в щільному підтисканні, з невеликою деформацією, тіл кочення та колій підшипника в процесі складання вузла, що підвищує жорсткість опор і гарантує відсутність зазору під дією осьового навантаження. Регулювання підлягають конічні роликові підшипники. Попередній натяг контролюється виміром моменту, необхідного для провертання валу провідної шестерні головної передачі. Для підшипників конічного редуктора головної передачі вантажних автомобілів натяг становить 0,03-0,05 мм, при цьому момент, необхідний для провертання шестерень головної передачі, повинен дорівнювати 1-3 Нм.

При регулюванні зачеплення контролюється зона контакту зубів та бічний зазор у парі. Регулювання здійснюється переміщенням провідної та веденої конічних шестерень уздовж осей обертання. Зачеплення конічних шестерень повинно бути відрегульоване так, щоб зубці шестерень, що сполучаються, входили в зачеплення по всій довжині, і між зубами був бічний зазор порядку 0,15 ... 0,30 мм. Цей зазор перевіряють за кутовим переміщенням фланця і на валу провідної шестерні головної передачі. При цьому ведена конічна шестерня має бути закріплена.

Правильність зачеплення конічних шестерень перевіряють розташування плями контакту на зубах. Для цієї мети на зуби шестерні наносять шар фарби, потім шестерні провертають. При правильному зачепленні шестерень пляма контакту розташовується по середині висоти зуба, з невеликим зсувом до вузького кінця.

Щоб провідні колеса автомобіля могли обертатися з різною частотою, їх кріплять не на загальному валу, а на двох роздільних валах, які називаються півосями.

4.2 Розрахунок конічної передачі

Вибір матеріалу та визначення допустимих навантажень.

Як матеріал для виготовлення зубчастого колеса приймаємо сталь 40 з подальшою термообробкою - поліпшення, для якої твердість 220 НВ. Для

шестірні приймаємо сталь 40ХН з подальшою термообробкою - нормалізація, для якої твердість 250 НВ.

Допустима контактна напруга

Для колеса:

$$[\sigma_H]_1 = 463,64 \text{ МПа.}$$

Для шестерні:

$$[\sigma_H]_2 = 518,18 \text{ МПа.}$$

Для подальшого розрахунку приймаємо:

$$[\sigma_H] = \frac{[\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2}{2} \quad (4.1)$$

$$[\sigma_H] = \frac{463,64 + 518,18}{2} = 490,91 \text{ МПа}$$

Допустима напруга вигину для шестерні та коліс

Для колеса:

$$[\sigma_F]_1 = 382,86 \text{ МПа.}$$

Для шестерні:

$$[\sigma_F]_2 = 600 \text{ МПа.}$$

4.3 Проектний розрахунок конічної передачі

За ГОСТ 9563-80 вибираємо: $m = 11$

Передавальна кількість конічної передачі: $U_k = 3,11$

Коефіцієнт ширини щодо зовнішньої конусної відстані: $K_{be} = 0,285$.

Коефіцієнт концентрації навантаження: $K_{H\beta} = 1,13$.

Коефіцієнт, що характеризує зниження міцності зубів конічної передачі.

$$\theta_H = 0,85.$$

Модуль пружності: $E_{np} = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ - для всіх сталей.

Зовнішній ділительний діаметр колеса:

$$d_{e1} = 1,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{np} \cdot M_e \cdot u \cdot K_{H\beta}}{\theta_H \cdot [\sigma_H]^2 \cdot (1 - K_{be}) \cdot K_{be}}} \quad (4.2)$$

$$d_{e1} = 1,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 1210 \cdot 3,11 \cdot 1,13}{2,8 \cdot (490,91 \cdot 10^6)^2 \cdot (1 - 0,285) \cdot 0,285}} = 0,317 \text{ м} = 317 \text{ мм.}$$

Зовнішня конусна відстань:

$$R_e = \frac{0,5 \cdot d_{e1} \sqrt{u^2 + 1}}{u}, \quad (4.3)$$

$$R_e = \frac{0,5 \cdot 0,317 \sqrt{3,11^2 + 1}}{3,11} = 0,166 \text{ м} = 166 \text{ мм.}$$

Ширина колеса:

$$b = K_{be} \cdot R_e, \quad (4.4)$$

$$b = 0,285 \cdot 0,166 = 0,04731 \text{ м} = 47,31 \text{ мм.}$$

Зовнішній ділительний діаметр шестерні:

$$d_{e2} = \frac{d_{e1}}{u}, \quad (4.5)$$

$$d_{e2} = \frac{317}{3,11} = 101,929.$$

Розрахунок числа зубів:

$$z_2 = \frac{d_{e2}}{m}, \quad (4.6)$$

$$z_2 = \frac{101,929}{11} = 9$$

$$z_1 = z_2 \cdot u, \quad (4.7)$$

$$z_1 = 9 \cdot 3,11 = 28.$$

4.4 Перевірочний розрахунок конічної передачі

Коефіцієнт динамічного навантаження: $K_{Hv} = 1,16$.

Коефіцієнт розрахункового навантаження:

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{Hv}, \quad (4.8)$$

$$K_H = 1,16 \cdot 1,13 = 1,31.$$

Кут профілю: $\alpha = 20^\circ$.

Контактна напруга:

$$\sigma_H = 1,18 \cdot \sqrt{\frac{E_{HP} \cdot M_e \cdot K_H}{d_{e2}^2 \cdot b \cdot \sin(2\alpha)} \left(\frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} \right)}, \quad (4.9)$$

$$\sigma_H = 1,18 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 1210 \cdot 1,31}{0,317^2 \cdot 0,047 \cdot \sin(2 \cdot 20^\circ)} \cdot \left(\frac{\sqrt{3,11^2 + 1}}{3,11} \right)} = 480,48 \text{ МПа},$$

Недовантаження (перевантаження):

$$\Delta_{\sigma_H} = \frac{[\sigma_H] - \sigma_H}{[\sigma_H]} \cdot 100\%, \quad (4.10)$$

$$\Delta_{\sigma_H} = \frac{490,91 - 480,4}{490,91} \cdot 100\% = 2\%.$$

Умова виконується.

Коефіцієнт форми зуба:

Для колеса: $Y_{FS1} = 3,72$.

Для шестерні: $Y_{FS2} = 3,73$.

Визначаємо ставлення, надалі розрахунок ведемо при тому Y_{FS} , Для якого ставлення вийшло менше:

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{FS1}} \cdot \frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{FS2}} \quad (4.11)$$

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{FS1}} = \frac{226}{3,72} = 60,8 \text{ МПа},$$

$$\frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{FS2}} = \frac{257}{3,73} = 68,9 \text{ МПа}.$$

Для подальших розрахунків приймаємо $Y_{FS} = 3,72$.

Коефіцієнт, що характеризує зниження міцності зубів конічної передачі:

$$\theta_F = \theta_H = 0,85.$$

Коефіцієнт концентрації навантаження:

$$K_{F\beta} = 1 + (K_{H\beta} - 1) \cdot 1,25, \quad (4.12)$$

$$K_{F\beta} = 1 + (1,13 - 1) \cdot 1,25 = 1,1625.$$

Окружне зусилля:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_e}{d_{e2}}, \quad (4.13)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 1210}{0,10192} = 24200 \text{ Н.}$$

Напруги вигину:

$$\sigma_F = \frac{Y_{FS} \cdot F_t \cdot K_F}{\theta_F \cdot b \cdot m} \leq [\sigma_F], \quad (4.14)$$

$$\sigma_F = \frac{3,72 \cdot 24200 \cdot 1,23}{0,85 \cdot 0,047 \cdot 0,011} = 251,97 \text{ МПа,}$$

$$251,97 \text{ МПа} \leq 382,86 \text{ МПа.}$$

Умова виконується.

4.5 Технічна характеристика автомобіля

Технічна характеристика автомобіля, що розраховується, наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика автомобіля

Параметр	Значення
Повна маса автомобіля, кг:	3600
на передню вісь	1360
на задню вісь	2240
Кількість місць,	2
Довжина автомобіля, см	550
Ширина автомобіля, м	2,3
Висота автомобіля, м	1,948
Коля передніх коліс, м	1,75
Номінальна потужність двигуна, кВт	110,32
Кутова швидкість колінчастого валу при максимальній потужності, рад/с	246,09
Максимальний момент, що крутить, Нм	280
Робочий об'єм циліндрів двигуна, л	4
колісна формула	4×2
Розмір шин	205/65 R16
Передавальні числа коробки:	
1- я передача	4,22
2- я передача	3,16
3- я передача	2,37
4- я передача	1,77
5- я передача	1,33
6- я передача	1
Передатна кількість головної передачі	3,11
Максимальна швидкість руху автомобіля, км/год	151

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 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. 5.1.

Таблиця 5.1 – 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	Рухомі частини 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
4	Гострі краї, заусенці і нерівності поверхні заготовок, інструменту, обладнання	Травмонебезпечні роботи	Жерстяні, верстатні, слюсарні роботи	Порізи, проколи, стирання шкіри

№ п/п	Назва шкідливого або небезпечного фактора	Коротка характеристика фактора	Де можуть виникнути	Вплив на людину і наслідки
5	Підвищена запиленість і 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

5.2 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 5.2.

Таблиця 5.2 – 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 5.3.

Таблиця 5.3 – 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 уповноваженими органами 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 ДСТУ 21393-75 наведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – 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.

5.3 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-регульовальні 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-регульовальні 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 [25], [26].

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

Собівартість ТО на ПТО розраховують за формулою:

$$C_{нто} = Z_p + C_m + P_{тр} + A_{ос} + H_n \quad (6.1)$$

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:

$$Z_o = G_{год} \cdot T_n \quad (6.2)$$

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

T_n - норма часу.

Годинна ставка працівників з тарифних ставок наведена в табл. 6.1

Таблиця 6.1 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 (6.2) 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:

$$Z_o = Z_{o1} + Z_{o2} + Z_{o3} + Z_{o4} \quad (6.3)$$

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

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

Тоді додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

$$Z_d = Z_o \cdot \Pi / 100 \quad (6.4)$$

Підставивши значення у формулу (5.4) отримаємо

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

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

$$H_{соц} = 0,372 \cdot (Z_o + Z_d) \quad (6.5)$$

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:

$$Z_p = Z_o + Z_d + H_{соц} \quad (6.6)$$

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

Вартість матеріалів, які використовувались під час ТО і діагностування подаємо в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 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:

$$A_{oc} = 0,01 B_{об} (L_{np} + L_{то}) \quad (6.7)$$

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 (6.7) отримаємо:

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

Витрати на ПР і ТО основних засобів визначаються по формулі:

$$P_n = B_{об} \cdot N_{mp} \quad (6.8)$$

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

Підставивши значення у формулу (6.8) отримаємо:

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

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

$$H_n = 0,2(3_o + 3_{од}) \quad (6.9)$$

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 проведено проектно-тяговий розрахунок автомобіля. Визначено та проведено аналіз різних параметрів, пов'язаних з його тяговими характеристиками. Основні аспекти цього розрахунку включають: тягові характеристики двигуна; трансмісія; опір руху; динамічні характеристики.

Удосконалено технологічний процесу технічного обслуговування автомобіля *Volkswagen Transporter*. В розрізі якого розглянути кілька ключових аспектів: стандартизація процедур обслуговування - чіткі та деталізовані стандарти для кожного етапу обслуговування автомобіля; використання спеціалізованого обладнання - дозволяє швидше та ефективніше проводити діагностику, ремонт та технічне обслуговування автомобіля; оптимізація робочих процесів - зниження часу обслуговування, мінімізація можливості помилок та забезпечення високого рівня обслуговування.

Виконано паливно-економічний розрахунок автомобіля. Визначено ефективність споживання палива транспортним засобом. Мета цього розрахунку полягає в оцінці та покращенні показників економічності автомобіля.

Паливно-економічний розрахунок важливий для автомобільних виробників, власників автопарків і водіїв, оскільки він дозволяє зменшити витрати на паливо, підвищити економічність експлуатації автомобіля і зменшити вплив на навколишнє середовище.

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.