

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для
виконання технічного обслуговування та ремонту трансмісії автомобіля
PEUGEOT 308 з дослідженням методів оптимізації параметрів трансмісії

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Павло МАСТЮХ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Любомир СЛОБОДЯН

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

Дмитро РАДИК

(ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України	
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	
Факультет	Факультет інженерії машин, споруд та технологій
	(повна назва факультету)
Кафедра	Кафедра автомобілів
	(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ	
Завідувач кафедри	
	Олег ЦЬОНЬ
(підпис)	(ім'я та прізвище)
« »	2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня	магістр
	(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю	274 «Автомобільний транспорт»
	(шифр і назва спеціальності)
студенту	Мастюху Павлу Андрійовичу
	(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту трансмісії автомобіля PEUGEOT 308 з дослідженням методів оптимізації параметрів трансмісії

Керівник роботи Слободян Любомир Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року №4/7-1088

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Характеристика автотранспортного підприємства, базовий технологічний процес обслуговування трансмісії автомобілів PEUGEOT 308

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

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

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Складові частини трансмісії – 2 аркуші формату А1.

Несправності зчеплення автомобіля PEUGEOT 308– 1 аркуш формату А1.

Схеми ТО та діагностики зчеплення автомобілів PEUGEOT 308 – 3 аркуші формату А1.

Загальний вигляд випробувального стенда – 1 аркуш А1 формату.

Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
та безпека в надзвичайних ситуаціях			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Любомир СЛОБОДЯН
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту трансмісії автомобіля PEUGEOT 308 з дослідженням методів оптимізації параметрів трансмісії»

студент групи МАм-62 ТНТУ імені Івана Пулюя

Мастюх Павло Андрійович

Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент, Слободян Л.М.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 66 арк. формату А4, графічної частини: 9 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає завданню та встановленим вимогам, Також оформлена графічна частина до кваліфікаційної роботи.

У ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНОМУ РОЗДІЛІ проведено аналіз діяльності підприємства та його основних характеристик. Вивчено конструктивні особливості трансмісії автомобіля PEUGEOT 308, ідентифіковано основні несправності та розроблено ефективні методи їх усунення.

В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ РОЗДІЛІ виконано технологічний розрахунок СТО, розроблено виробничу програму для ТО, зокрема періодичність обслуговування та ресурсний пробіг. Розраховано загальний обсяг робіт, чисельність основних і допоміжних робітників, а також техніко-економічні показники діяльності підприємства.

В КОНСТРУКТОРСЬКОМУ РОЗДІЛІ описано стенд для ремонту трансмісій, виконано аналіз стійкості конструкції, розрахунок анкерних болтів та міцності стійки.

В НАУКОВО-ДОСЛІДНОМУ РОЗДІЛІ досліджено методи оптимізації параметрів трансмісії автомобіля, розроблено рекомендації для покращення її роботи та підвищення надійності.

У РОЗДІЛІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ розроблено заходи з організації охорони праці на АТП, включаючи розрахунок аварійного освітлення та протипожежну профілактику під час експлуатації електроустановок.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства.....	7
1.2 Загальна характеристика трансмісії автомобіля PEUGEOT 308	9
1.3 Основні несправності та методи їх усунення	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Технологічний розрахунок СТО.....	20
2.2 Розрахунок виробничої програми для ТО.....	20
2.2.1 Підбір і регулювання нормативної періодичності ТО і ресурсного пробігу	20
2.2.2 Визначення програми технічних заходів на рік.....	22
2.3 Розрахунок загального обсягу робіт і чисельності виробничих робітників.....	23
2.3.1 Підбір і регулювання нормативної трудомісткості.....	24
2.3.2 Щорічний обсяг робіт з ТО.....	25
2.3.3 Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	26
2.3 Розрахунок чисельності допоміжних робітників.....	27
2.4. Розрахунок техніко-економічних показників	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Опис стенду.....	30
3.2 Аналіз стійкості	33
3.3 Розрахунок анкерних болтів.....	36
3.4 Розрахунок міцності стійки.....	38

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідженням методів оптимізації параметрів

трансмисії.....43

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Система організації охорони праці на АТП.....55

5.2 Розрахунок аварійного освітлення.....58

5.3 Заходи протипожежної профілактики при експлуатації електроустановок
на проєктованій ділянці61

ВИСНОВКИ.....63

БІБЛІОГРАФІЯ.....65

ДОДАТКИ

ВСТУП

Автотранспортна галузь є однією з ключових сфер сучасної економіки, що забезпечує транспортні потреби як у приватному, так і в комерційному секторах. Надійність і ефективність автомобільного транспорту залежить від технічного стану його основних агрегатів, зокрема трансмісії. Трансмісія виконує ключову функцію в передачі енергії від двигуна до ведучих коліс, що впливає на динамічні характеристики автомобіля, його паливну ефективність і комфорт під час експлуатації.

Автомобіль PEUGEOT 308 є популярною моделлю в легковому автопарку, завдяки своїм технічним характеристикам, економічності та зручності в експлуатації. Однак, як і будь-який автомобіль, він потребує регулярного технічного обслуговування та періодичного ремонту, особливо для таких критичних вузлів, як трансмісія. В умовах сучасного ринку послуг значний попит має високоякісне обслуговування, яке забезпечує тривалий термін служби автомобіля та зменшує експлуатаційні витрати.

Метою даної КРМ є проектування автотранспортного підприємства (АТП), яке буде спеціалізуватися на виконанні технічного обслуговування та ремонту трансмісій автомобілів PEUGEOT 308. Особлива увага приділяється дослідженню методів оптимізації параметрів трансмісії з метою підвищення її ефективності, надійності та довговічності.

Актуальність теми полягає в необхідності забезпечення високого рівня технічного обслуговування автомобілів, що відповідає сучасним стандартам і технологіям. Дослідження методів оптимізації параметрів трансмісії дозволить розробити рекомендації для вдосконалення технологічного процесу ремонту, скорочення витрат та підвищення експлуатаційних характеристик автомобілів.

У рамках цієї роботи передбачається проаналізувати технічні особливості трансмісії автомобіля PEUGEOT 308, розробити організаційно-технологічну структуру підприємства та запропонувати методи оптимізації параметрів трансмісії, що базуються на сучасних інженерних підходах і математичному моделюванні.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

Автотранспортне підприємство (АТП) функціонує як комплексна організація, що забезпечує перевезення пасажирів і вантажів, а також надає послуги з ТО і ТР ТЗ. Підприємство відрізняється збалансованим складом автопарку, оптимальною організацією робочих процесів і ефективним використанням наявних ресурсів.

АТП характеризується високою продуктивністю, ефективною організацією роботи та раціональним використанням ресурсів. Завдяки збалансованому складу автопарку, оптимальним умовам експлуатації та якісному технічному обслуговуванню підприємство забезпечує надійне виконання транспортних послуг і стабільний економічний розвиток.

Автопарк АТП складається з трьох основних типів транспортних засобів.

Таблиця 1.1 - Автопарк АТП

<i>Найменування показника</i>	<i>Значення показника</i>		
<i>Марка рухомого складу</i>	PEUGEOT 308	FORD Transit Bus	IVECO Eurocargo
Кількість автомобілів	10	50	50
Середньодобовий пробіг	96	87	42
Пробіг автотранспорту з початку експлуатації	126	127	43,5

Кожен тип транспортного засобу має свій середньодобовий пробіг.

Таблиця 1.2 - середньодобовий пробіг ТЗ

<i>Марка рухомого складу</i>	<i>Значення показника</i>
PEUGEOT 308	96 км/добу
FORD Transit Bus	87 км/добу
IVECO Eurocargo	42 км/добу

Таблиця 1.3 - Сумарний добовий пробіг автопарку

<i>Марка рухомого складу</i>	<i>Значення показника</i>
PEUGEOT 308	10авт.×96км=960 км/доба
FORD Transit Bus	50авт.×87км=4350 км/доба
IVECO Eurocargo	50авт.×42км=2100 км/доба

Таблиця 1.4 - Загальний пробіг кожного транспортного засобу з моменту початку експлуатації

<i>Марка рухомого складу</i>	<i>Значення показника</i>
PEUGEOT 308	126 тис. км;
FORD Transit Bus	127 тис. км;
IVECO Eurocargo	43,5 тис. км.

Таблиця 1.5 - Річний пробіг автопарку

<i>Марка рухомого складу</i>	<i>Значення показника</i>
PEUGEOT 308	960км/доба×365днів=350400 км/рік;
FORD Transit Bus	4350км/доба×365днів=1587750 км/рік
IVECO Eurocargo	2100км/доба×365днів=766500 км/рік.
Заг. річний пробіг автопарку:	350400+1587750+766500=2704650 км/рік.

АТП працює за п'ятиденним робочим тижнем із тривалістю зміни 8 годин. Станція працює у дві зміни для забезпечення високої пропускної здатності. Річний режим роботи підприємства 255 днів на рік, тоді як рухомий склад експлуатується протягом 365 днів на рік.

Експлуатація РС відбувається на дорогах із асфальтобетонним покриттям, що є оптимальним для руху транспортних засобів. Рівна місцевість забезпечує стабільний рух транспорту без підвищених навантажень на двигун і трансмісію. Помірний клімат є сприятливим для експлуатації автомобілів, що знижує знос вузлів і агрегатів у порівнянні з екстремальними умовами.

Категорія експлуатаційного стану передбачає регулярне технічне обслуговування із середньою інтенсивністю навантажень. Регулярне ТО-1 і ТО-2 для всіх транспортних засобів необхідно проводити відповідно до встановлених нормативів. Проведення сезонного обслуговування (заміна мастил, перевірка систем охолодження та підігріву, заміна шин тощо). Ремонт вузлів і агрегатів відповідно до пробігу та стану транспортного засобу.

Завдяки двозмінному режиму роботи та високій інтенсивності експлуатації автопарку, АТП забезпечує: постійне завантаження виробничих потужностей, оскільки транспортні засоби працюють щодня. Ефективний розподіл технічного обслуговування між змінами, що дозволяє уникнути простоїв транспорту. Стабільність роботи автопарку завдяки регулярному обслуговуванню та оптимальним умовам експлуатації.

Завдяки високому рівню організації робочих процесів АТП забезпечує: максимальну завантаженість виробничих потужностей. Мінімальні простої транспорту завдяки двозмінному режиму роботи. Оптимальне співвідношення витрат на обслуговування та ефективності використання автопарку.

1.2 Загальна характеристика трансмісії автомобіля PEUGEOT 308

Трансмісія автомобіля PEUGEOT 308 є сучасною системою, яка забезпечує передачу крутного моменту від двигуна до ведучих коліс. Вона поєднує в собі ефективність, плавність роботи та відповідність екологічним стандартам. Автомобіль може оснащуватися різними типами трансмісій, залежно від комплектації.

Трансмісія включає такі основні елементи: зчеплення, коробку передач, карданну передачу, диференціал і привідні вали. Її робота забезпечує комфорт і безпеку під час водіння, адаптуючи силу двигуна до реальних умов на дорозі.

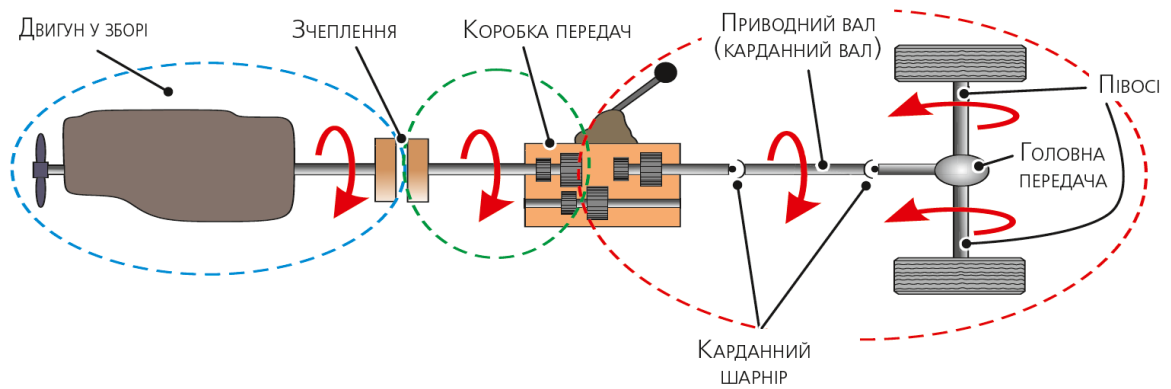


Рисунок 1.1 - Складові частини трансмісії

Для ефективної роботи всієї системи важливо, щоб обертання двигуна та трансмісії могли роз'єднуватися або плавно з'єднуватися під час перемикавання передач. Цю функцію виконує зчеплення, яке є ключовим елементом у структурі трансмісії. Без цього механізму коректна робота трансмісії була б неможливою.

Зчеплення забезпечує м'яке передавання потужності від двигуна до коробки передач, запобігаючи ривкам і пошкодженню деталей під час перемикавання передач.

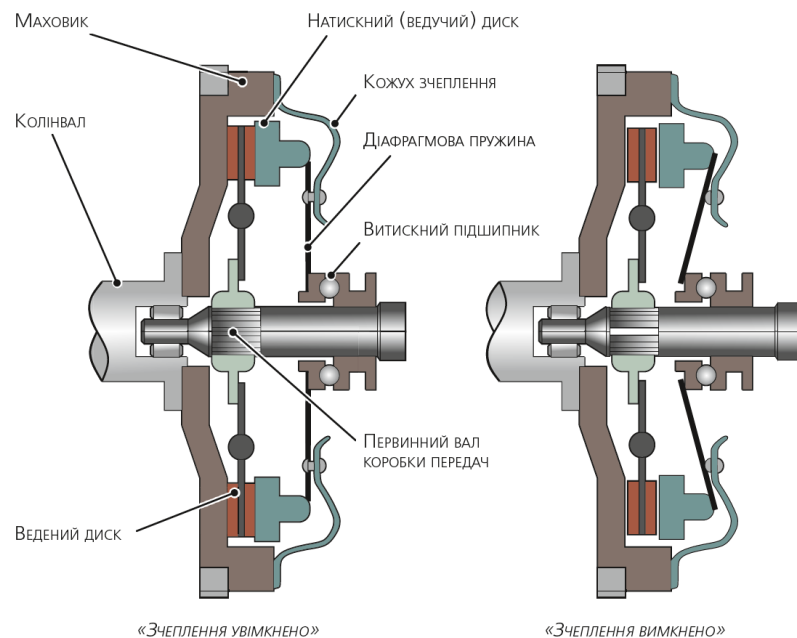


Рисунок 1.2 Конструкція зчеплення

На рисунку показані дві фази роботи зчеплення: "Зчеплення увімкнено" та "Зчеплення вимкнено".

При першій фазі колінчастий вал двигуна передає обертальний момент через маховик на натискний (ведучий) диск. Натискний диск, який жорстко притискає ведений диск до маховика, забезпечує передачу крутного моменту на первинний вал коробки передач. Діафрагмова пружина перебуває в розслабленому стані, а її зовнішня окружність притискає натискний диск. Це утримує ведений диск у контакті з маховиком. У цьому стані обидва диски (ведучий і ведений) обертаються разом, передаючи потужність двигуна на трансмісію, а потім на колеса.

Принцип роботи: крутний момент передається на коробку передач, забезпечуючи рух автомобіля.

При другій фазі витискний підшипник натискає на пелюстки діафрагмової пружини, змушуючи її вигинатися у зворотний бік. Під дією пружини натискний диск відсувається від веденого диска, припиняючи контакт між ними. Ведений диск, встановлений на первинному валу коробки передач, перестає отримувати обертальний момент від двигуна. Таким чином, обертання колінчастого вала і маховика відбувається незалежно від коробки передач. У цей момент зчеплення роз'єднане, що дозволяє водієві перемикає передачі або залишити автомобіль на місці, не зупиняючи двигун.

Принцип роботи: крутний момент припиняє передаватися, що дозволяє безпечно перемикає передачі або зупинитися без зупинки двигуна.

Зчеплення є важливим механізмом, який забезпечує ефективну та безперебійну роботу автомобіля.

Якщо диски зчеплення працюють із сухими поверхнями тертя, таке зчеплення називають сухим зчепленням. У разі, коли робочий процес зчеплення відбувається у середовищі рідини, його називають мокрим зчепленням.

Зчеплення може бути однодисковим, дводисковим або багатодисковим, залежно від кількості ведених дисків у конструкції.

Механізм вимикання зчеплення має різні типи приводу:

- тросовий або гідравлічний привод – переважно використовуються в легкових автомобілях.
- гідропневматичний привод – характерний для вантажних автомобілів.

Залежно від ступеня автоматизації, зчеплення може бути:

- механічним – з ручним керуванням;
- напівавтоматичним – частково автоматизованим;
- автоматичним – без необхідності ручного втручання водія.

Такий поділ залежить від умов експлуатації, призначення транспортного засобу та рівня комфорту, що надається системою.

Однодискове сухе зчеплення є однією з найпоширеніших конструкцій завдяки простоті, ефективності та довговічності. Його робота базується на взаємодії фрикційних поверхонь, що дозволяє забезпечити надійну передачу крутного моменту та плавність керування автомобілем

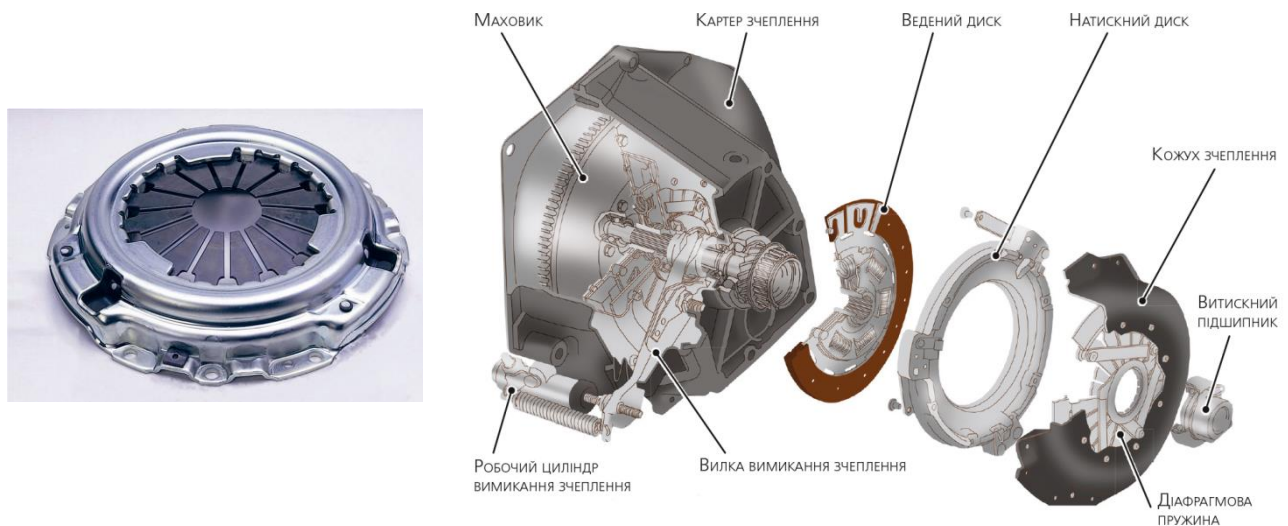


Рисунок 1.3 Будова однодискового сухого зчеплення

Особливістю цього виду є сухий тип зчеплення, тобто поверхні тертя працюють без використання мастильних матеріалів. Однодискова конструкція є простотою конструкцією та має високу надійність, що робить цей тип зчеплення популярним у легкових автомобілях. Ефективність роботи забезпечує швидке та плавне включення/вимикання передач, зменшуючи знос елементів трансмісії.

Тросовий привод вимикання зчеплення - це механічна система, яка забезпечує передачу зусилля від педалі зчеплення до вилки вимикання через гнучкий трос. Він використовується для роз'єднання двигуна і трансмісії під час перемикавання передач.

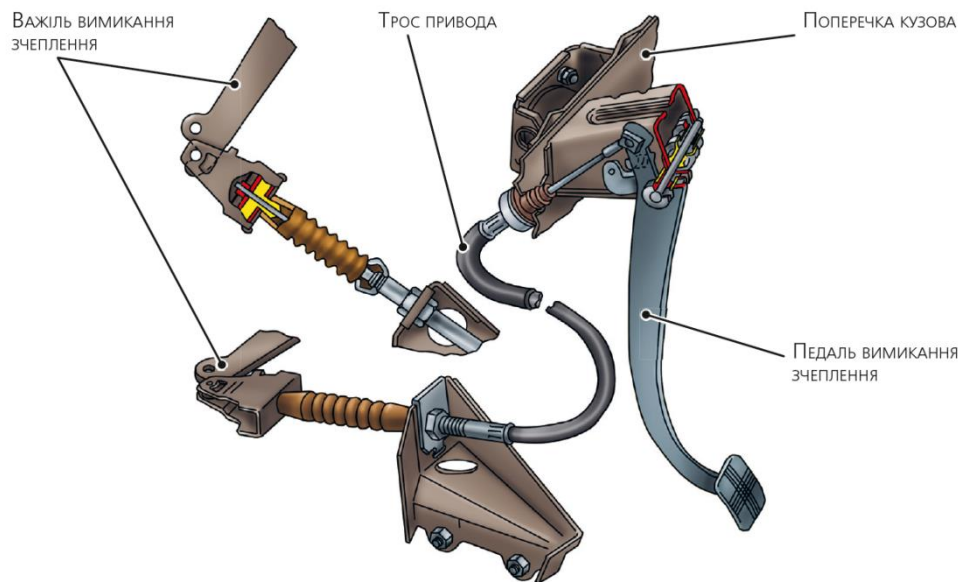


Рисунок 1.4 - Тросовий привод вимикання зчеплення

Простота конструкції є основним показником даної конструкції. Вона складається з педалі зчеплення, троса та вилки вимикання зчеплення. Відсутність гідравлічних компонентів спрощує обслуговування. Механічний принцип роботи забезпечує довговічність при регулярному обслуговуванні (змащування троса і перевірка натягу). Дешевший у виробництві та ремонті порівняно з гідравлічним приводом.

Щодо особливостей експлуатації - може потребувати періодичного регулювання натягу троса. Зусилля на педалі може бути трохи вищим, ніж у гідравлічній системі. Тросовий привод найчастіше використовується в бюджетних моделях легкових автомобілів через його простоту, дешевизну і легкість ремонту.

Трансмісія автомобіля PEUGEOT 308 є сучасною, надійною та ефективною системою, яка забезпечує передачу крутного моменту від двигуна до ведучих коліс, адаптуючи роботу автомобіля до різних умов експлуатації. Завдяки доступним варіантам трансмісій, таким як механічна, автоматична, роботизована та гібридна, PEUGEOT 308 відповідає потребам широкого кола водіїв.

Як висновок, можемо сказати, що конструкція трансмісії орієнтована на забезпечення плавності роботи, паливної економічності та екологічності. Передній привід, як стандартне рішення, забезпечує стабільну керованість і маневровість. Інноваційні рішення, такі як подвійне зчеплення та адаптивні режими роботи коробки передач, сприяють підвищенню комфорту керування та зменшенню навантаження на водія.

Таким чином, трансмісія PEUGEOT 308 поєднує в собі надійність, довговічність і відповідність сучасним вимогам ринку, роблячи автомобіль зручним для експлуатації як у міських умовах, так і на міжміських маршрутах.

1.3 Основні несправності та методи їх усунення

Як відомо, автомобілі Peugeot 308, оснащені механічною коробкою передач, оснащуються сухим однодисковим зчепленням з центральною діафрагмовою пружиною.

Натискний диск закріплений у сталевому штампованому кожусі 3 (рис. 1.5), який за допомогою шести болтів міцно з'єднаний з маховиком 1 двигуна. Ведений диск 2 розташований на шліцах первинного валу коробки передач, забезпечуючи передачу обертового моменту. Він притиснутий до поверхні маховика і натискного диска діафрагмовою пружиною 4, що створює необхідний тиск для надійного контакту між елементами зчеплення. Така конструкція забезпечує ефективну роботу зчеплення, зменшує втрати енергії та підвищує надійність системи.

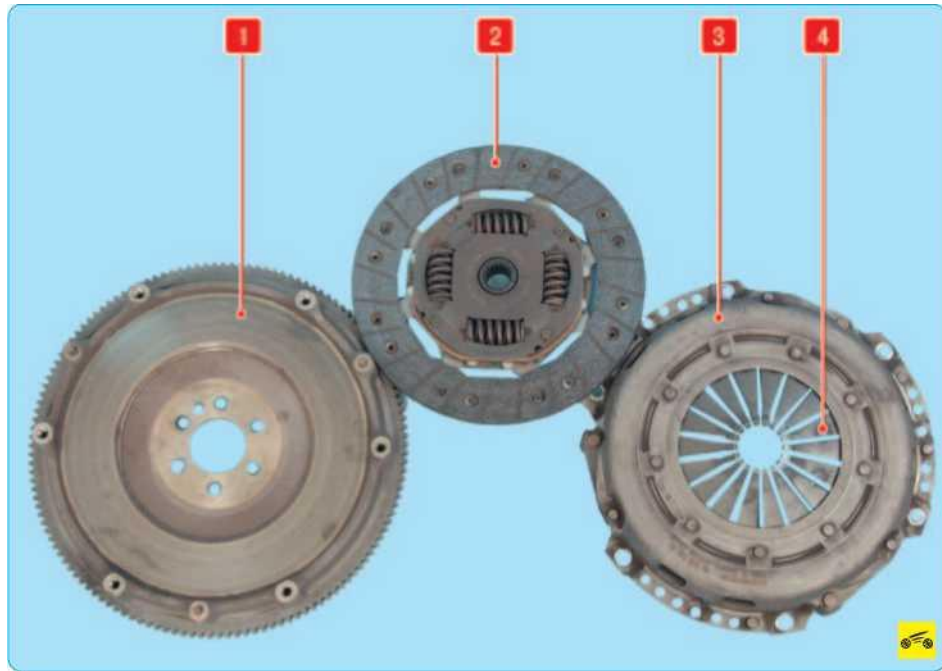


Рисунок 1.5 - Зчеплення:

1 – маховик; 2 – ведений диск; 3 – кожух зчеплення з натискним диском;
4 – діафрагмова пружина

Вижимний підшипник зчеплення 2 (рис. 1.6) насаджений на направляючу втулку 3, прикручений болтами 5 до картера зчеплення 1, і переміщається по втулці вилкою 4, яка в свою чергу приводиться в рух гідравлічним веденим циліндром вимикання зчеплення.

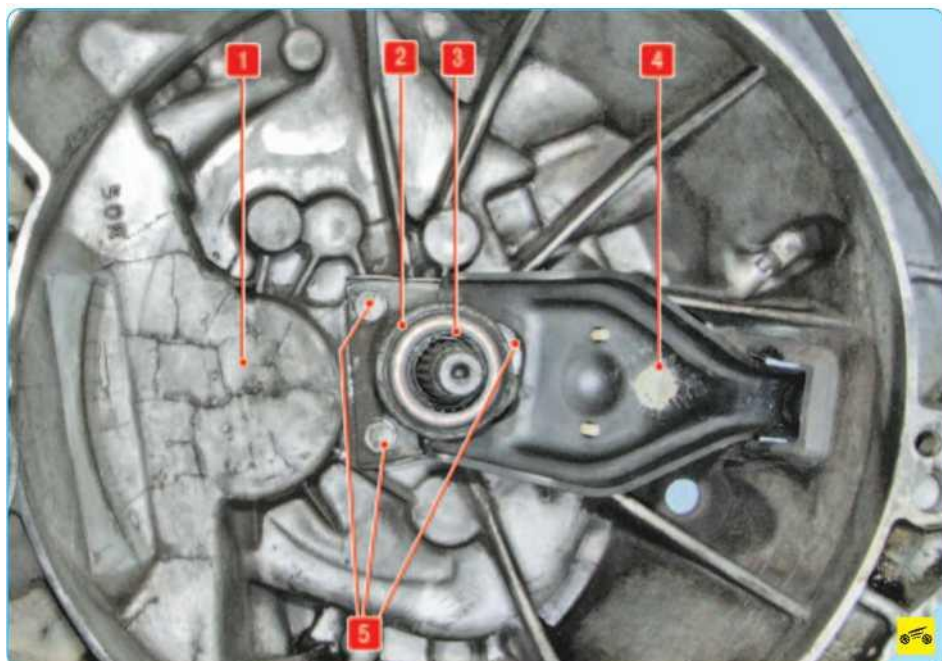


Рисунок 1.6 – Вижимний підшипник зчеплення:

1 – картер зчеплення; 2 – вижимний підшипник зчеплення; 3 – направляюча втулка підшипника вимкнення зчеплення; 4 – вилка вимкнення зчеплення; 5 – болти кріплення направляючої втулки

Привід вимкнення зчеплення гідравлічний. Вона включає в себе наступні елементи (табл.1.6)

Таблиця 1.6 – Елементи гідравлічного зчеплення

Опис	Зображення
Педаль зчеплення встановлена на передній панелі під панеллю приладів в загальному блоці з педаллю гальма.	 A photograph showing the pedal assembly of a vehicle. A red arrow points to the clutch pedal, which is located to the left of the brake pedal. The pedals are mounted on a common base.
Головний циліндр встановлений на передній торцевій панелі в підкапотному	 A photograph showing the master cylinder of the clutch system. It is located in the engine compartment, mounted on the front end plate. A red arrow points to the master cylinder.
вижимний підшипник зчеплення	 A photograph showing the clutch release bearing. It is located on the side of the engine, where it connects to the clutch fork. A red arrow points to the bearing.
робочий циліндр, встановлений на картері зчеплення	 A photograph showing the slave cylinder of the clutch system. It is located on the side of the clutch housing, where it connects to the clutch fork. A red arrow points to the slave cylinder.

і трубопровід, що складається з шланга і трубки	
Головний циліндр з'єднаний шлангом з резервуаром, встановленим на головному гальмівному циліндрі (загальний резервуар для обох головних циліндрів). У гідорриводі для зчеплення використовується гальмівна рідина. Регулювання приводу вимикання зчеплення в процесі роботи не передбачено.	

Таблиця 1.7 - Несправності зчеплення, їх причини та методи усунення

<i>Причина несправності</i>	<i>Методи усунення</i>
Неповне відпускання зчеплення (зчеплення «веде»)	
Зменшений повний хід педалі зчеплення	Ремонт приводу вимкнення зчеплення
Викривлення веденого диска (торцеве биття більше 0,5 мм)	Замініть вузол веденого диска
Нерівності на поверхнях фрикційних накладок веденого диска	Такий же
Ослаблені заклепки або зламані накладки диска зчеплення	>>
Заклинило маточину диска зчеплення на шліцах первинного валу коробки передач	Очистіть шліци та кришку мастилом LSC-15. Якщо причиною заклинювання є зминання або знос шліців, то замініть первинний вал або ведений диск
Попадання повітря в систему гідроприводу	Оновіть свою систему
Витік рідини з головного або робочого циліндра вимикання зчеплення	Замініть головний або ведений циліндр
Ослаблення заклепок кріплення притискної пружини	Замініть кожух зчеплення з натискним диском у зборі
Деформація або викривлення натискного	Такий же

диска	
Неповне включення зчеплення (зчеплення «пробуксовує»)	
Підвищений знос або прогорання фрикційних накладок диска зчеплення	Замініть вузол веденого диска
Пошкоджений або заклинило привід вимкнення зчеплення	Усунення несправностей, що викликають заклинювання
Ривки під час роботи зчеплення	
Налипання маточини веденого диска на шліци первинного валу	Очистіть шліци, змастіть спеціальним мастилом. Якщо причиною заклинювання є зминання або знос шліців, при необхідності замініть первинний вал або ведений диск
Поломка або зниження пружності пружин демпфера веденого диска	Замініть вузол веденого диска
Заклинило механізм вимкнення зчеплення	Замініть деформовані деталі. Усувають причини, що викликають заїдання
Підвищений знос фрикційних накладок диска зчеплення	Замініть вузол веденого диска Перевірте, чи не пошкоджені поверхні диска
Ослаблення заклепок фрикційних накладок диска зчеплення	Замініть вузол веденого диска
Поверхнєве пошкодження або деформація натискного диска	Замініть кожух зчеплення з натискним диском у зборі
Підвищений шум при вимкненому зчепленні	
Знос, пошкодження або витік мастила з вижимного підшипника зчеплення	Замініть підшипник
Підвищений шум при включеному зчепленні	
Поломка пластин, що з'єднують натискний диск з кожухом	Замініть кожух зчеплення з натискним диском у зборі

Щоб зчеплення служило довго і бездоганно, не варто весь час тримати ногу на педалі зчеплення. Цю шкідливу звичку часто набувають під час уроків водіння в автошколах через страх не встигнути відключити зчеплення при зупинці автомобіля. Крім швидкої стомлюваності ноги, яка завжди знаходиться вище педалі, зчеплення хоч трохи вичавлюється, а ведений диск «пробуксовує»

і зношується. Крім того, хоча вижимний підшипник розрахований на роботу в режимі постійного обертання, він відчуває підвищене навантаження при навіть незначному натисканні на педаль, і його ресурс знижується. З цієї ж причини ми не рекомендуємо тримати зчеплення вимкненим тривалий час (наприклад, у пробках). Якщо вам не доведеться стартувати відразу, краще включити нейтральне положення коробки передач і відпустити педаль.

Пробуксовку зчеплення можна легко визначити за допомогою тахометра. Якщо під час руху, при різкому натисканні на педаль акселератора, обороти різко зростають, а потім трохи знижуються і машина починає розганятися, зчеплення потрібно ремонтувати.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Технологічний розрахунок СТО

Завдання технологічного розрахунку полягає у визначенні необхідних даних для розробки планувального рішення проектного підприємства.

2.2 Розрахунок виробничої програми для ТО

Виробнича програма СТО з технічного обслуговування характеризується кількістю технічних впливів, запланованих на певний проміжок часу.

Виробнича програма для кожного виду ТО розрахована на 1 рік. Програма служить основою для визначення річного обсягу профілактичних робіт і чисельності робітників.

2.2.1 Підбір і регулювання нормативної періодичності ТО і ресурсного пробігу

Для розрахунку програми попередньо підбираємо нормативні значення пробігу рухомого складу до ТО-1 і ТО-2, які встановлені для 1-го розряду експлуатації, базових моделей вагонів і помірного кліматичного регіону (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Нормативні значення пробігу рухомого складу до ТО-1 і ТО-2 для 1-ї категорії умов експлуатації

Марка ТЗ	Пробіг до КР	Періодичність	
		ТО-1	ТО-2
PEUGEOT 308	200 тис.км	4000 км	16000 км
Ford Transit Bus	400 тис.км	6000 км	24000 км
IVECO Eurocargo	300 тис.км	5000 км	20000 км

Орієнтовна періодичність ТО-1 (PEUGEOT 308):

$$L_{TO-1} = L_{TO-1}^{(H)} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

$$L_{TO-1} = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 3200 \text{ км.}$$

Орієнтовна періодичність ТО-2 (PEUGEOT 308):

$$L_{TO-2} = L_{TO-2}^{(H)} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2.2)$$

$$L_{TO-2} = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 12800 \text{ км.}$$

Орієнтовна періодичність проведення ТО-1 (Ford Transit Bus):

$$L_{TO-1} = 6000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 4800 \text{ км.}$$

Орієнтовна періодичність проведення ТО-2 (Ford Transit Bus):

$$L_{TO-2} = 24000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 19200 \text{ км.}$$

Орієнтовна періодичність ТО-1 (IVECO Eurocargo):

$$L_{TO-1} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 4000 \text{ км.}$$

Орієнтовна періодичність ТО-2 (IVECO Eurocargo):

$$L_{TO-2} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 16000 \text{ км.}$$

Таблиця 2.2 - Коефіцієнти корекції пробігу РС

Коеф.	Значення коригувальних коефіцієнтів					
	Пробіг до КР	Періодичність ТО-1 і ТО-2	Простий ТО і ТР	Трудоємкості		
				ЕО	ТО-1, ДО-2	ТР
K ₁	0,8	0,8	-	-	-	1,2
K ₂	1,0	-	1,1	1,25	1,25	1,25
K ₃	1,0	1,0	-	-	-	1,0
K ₄	-	-	-	-	1,19	1,19
K ₅	-	-	-	-	-	1,0

2.2.2 Визначення програми технічних заходів на рік

Річний пробіг автомобіля (PEUGEOT 308):

$$L_p = \mathcal{D}_{роб.р.} \cdot I_{с.п.} \cdot a_{т.з.} \quad (2.3)$$

$$L_p = 365 \cdot 96 \cdot 0,9 = 31536 \text{ км.}$$

Річна к-сть обслуговувань (PEUGEOT 308):

Річна к-сть ТО-1:

$$\sum N_{ТО-1}^{(P)} = A_{\epsilon} \cdot L_p \cdot (1/L_{ТО-1} - 1/L_{ТО-2}) \quad (2.4)$$

$$\sum N_{ТО-1}^{(P)} = 10 \cdot 31536 \cdot (1/3200 - 1/12000) = 73 \text{ обсл.}$$

Річна к-сть ТО-2:

$$\sum N_{ТО-2}^{(P)} = A_{\epsilon} \cdot L_p / L_{ТО-2} \quad (2.5)$$

$$\sum N_{ТО-2}^{(P)} = 10 \cdot 31536 / 16000 = 20 \text{ обсл.}$$

Річний пробіг автомобіля (Ford Transit Bus):

$$L_p = 365 \cdot 87 \cdot 0,9 = 28579 \text{ км.}$$

Річна кількість обслуговувань (Ford Transit Bus):

Річна к-сть ТО-1:

$$\sum N_{TO-1}^{(P)} = 10 \cdot 28579 \cdot (1/4800 - 1/19200) = 226 \text{ обсл}$$

Річна к-сть ТО-2:

$$\sum N_{TO-2}^{(P)} = 50 \cdot 28579 / 19200 = 75 \text{ обсл.}$$

Річний пробіг автомобіля (IVECO Eurocargo):

$$L_p = 365 \cdot 42 \cdot 0,9 = 13797 \text{ км.}$$

Річна к-сть обслуговувань (IVECO Eurocargo):

Річна к-сть ТО-1:

$$\sum N_{TO-1}^{(P)} = 50 \cdot 13797 \cdot (1/4000 - 1/16000) = 130 \text{ обсл.}$$

Річна к-сть ТО-2:

$$\sum N_{TO-2}^{(P)} = 50 \cdot 13797 / 16000 = 44 \text{ обсл.}$$

2.3 Розрахунок загального обсягу робіт і чисельності виробничих робітників

Річний обсяг робіт на СТО включає в себе обсяг робіт по ТО-1, ТО-2, а також обсяг допоміжних робіт АТП. На основі цих обсягів визначається к-сть робочих виробничих зон і ділень.

2.3.1 Підбір і регулювання нормативної трудомісткості

Розрахункова трудомісткість TO-1 і TO-2 (PEUGEOT 308):

$$t_{TO-1} = t_{TO-1}^{(H)} \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.6)$$

$$t_{TO-1} = 4,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 6 \text{ люд. год.}$$

$$t_{TO-2} = t_{TO-2}^{(H)} \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.7)$$

$$t_{TO-2} = 20,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 29,75 \text{ люд. год.}$$

Розрахункова трудомісткість TO-1 і TO-2 (Ford Transit Bus):

$$t_{TO-1} = 6,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 8,93 \text{ люд. год.}$$

$$t_{TO-2} = 24,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 35,7 \text{ люд. год.}$$

Розрахункова трудомісткість TO-1 і TO-2 (IVECO Eurocargo):

$$t_{TO-1} = 6,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 8,93 \text{ люд. год.}$$

$$t_{TO-2} = 24,0 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 35,7 \text{ люд. год.}$$

Нормативи трудомісткості ТО та ТР встановлюються для типів рухомого складу для 1-го розряду експлуатації, помірного кліматичного регіону та кількості технологічно сумісного РС (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Нормативні значення трудомісткості технічного обслуговування і обслуговування:

Модель ТЗ	Нормативна трудомісткість		
	ЕОс, люд. год.	ТО-1, люд. год.	ТО-2, люд. год.
	$t_{EO_c}^{(H)}$	$t_{TO-1}^{(H)}$	$t_{TO-2}^{(H)}$
PEUGEOT 308	0,20	4,0	20,0
Ford Transit Bus	0,30	6,0	24,0
IVECO Eurocargo	0,30	6,0	24,0

2.3.2 Щорічний обсяг робіт з ТО

Річний обсяг робіт по ТО-1 (PEUGEOT 308):

$$T_{TO-1}^{(P)} = \sum N_{TO-1}^{(P)} \cdot t_{TO-1} \quad (2.8)$$

$$T_{TO-1}^{(P)} = 73 \cdot 6 = 438 \text{ люд. год.}$$

Річний обсяг робіт на ТО-2 (PEUGEOT 308):

$$T_{TO-2}^{(P)} = \sum N_{TO-2}^{(P)} \cdot t_{TO-2} \quad (2.9)$$

$$T_{TO-2}^{(P)} = 20 \cdot 29,75 = 595 \text{ люд. год.}$$

Річний обсяг робіт по ТО-1 (Ford Transit Bus i IVECO Eurocargo):

$$T_{TO-1}^{(P)} = (226 + 130) \cdot 8,93 = 3179 \text{ люд. год.}$$

Річний обсяг робіт по ТО-2 (Ford Transit Bus i IVECO Eurocargo):

$$T_{TO-2}^{(P)} = (75 + 44) \cdot 35,70 = 4248 \text{ люд. год.}$$

З метою забезпечення високої якості профілактичних робіт у встановленому обсязі, рівномірного навантаження на працівників і підвищення продуктивності праці обсяг супутніх робіт, що проводяться при ТО, обмежується. Загальна трудомісткість пов'язаних з цим ремонтних операцій не повинна перевищувати 20% трудомісткості відповідного виду технічного обслуговування.

Річний обсяг супутніх ремонтних робіт:

$$T_{\text{суп.р.}} = 0,2 \cdot (T_{\text{ТО-1}}^{(P)} + T_{\text{ТО-2}}^{(P)}) \quad (2.10)$$

$$T_{\text{суп.р.}} = 0,2 \cdot (438 + 595 + 3179 + 4248) = 1692 \text{ люд. год.}$$

Розподіл річного обсягу супутніх ремонтних робіт за відповідними видами ТО:

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{суп.р.}} = 0,2 \cdot T_{\text{суп.р.}} \quad (2.11)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{суп.р.}} = 0,2 \cdot 1692 = 338 \text{ люд. год.}$$

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{суп.р.}} = 0,8 \cdot T_{\text{суп.р.}} \quad (2.12)$$

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{суп.р.}} = 0,8 \cdot 1692 = 1354 \text{ люд. год.}$$

2.3.3 Розрахунок чисельності виробничих робітників

До виробничих відносяться робочі зони і дільниці, які безпосередньо виконують роботи з ТО і ТР рухомого складу.

Штатна к-сть працівників:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_p}{\Phi_{\text{ш}}} \quad (2.13)$$

За даними ОНТП, річний (ефективний) фонд часу "звичайного" працівника становить 1820 годин для працівників з нормальними умовами праці і 1610 годин для шкідливих умов праці.

$$P_{TO-1}^{ш} = \frac{T_p}{\Phi_{ш}} = \frac{(T_{TO-1}^{суп.р.} + T_{TO-1}^p)}{1820} \quad (2.14)$$

$$P_{TO-1}^{ш} = \frac{3955}{1820} = 2,17 \text{ (приймаємо 3 людини).}$$

$$P_{TO-2}^{ш} = \frac{T_p}{\Phi_{ш}} = \frac{(T_{TO-2}^{суп.р.} + T_{TO-2}^p)}{1820} \quad (2.15)$$

$$P_{TO-2}^{ш} = \frac{6197}{1820} = 3,4 \text{ (приймаємо 4 людини).}$$

2.3 Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Крім ТО, на АТП проводяться допоміжні роботи, обсяг яких становить 30% від загального обсягу робіт з обслуговування РС.

Річна трудомісткість допоміжних робіт:

$$\sum T_p^{\partial on} = 0,3 \cdot \sum T_p \quad (2.16)$$

$$\sum T_p^{\partial on} = 0,3 \cdot 10152 = 3045,6 \text{ люд. год.}$$

Розрахунок чисельності допоміжних робітників аналогічний розрахунку чисельності виробничих робітників.

Штатна к-сть допоміжних робітників:

$$P_{ш}^{\partial on} = \frac{T_p^{\partial on}}{\Phi_{ш}} \quad (2.17)$$

$$P_{ш}^{\partial on} = 1,67 \text{ (приймаємо 2 людини).}$$

2.4. Розрахунок техніко-економічних показників

Термін окупності:

$$T = \frac{K}{\Pi_{\phi}} \quad (2.18)$$

$$T = \frac{1041187}{1453026} = 0,71 \text{ роки.}$$

Ефективність використання капіталу:

$$EBK = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{K} \quad (2.19)$$

$$EBK = \frac{5604528}{1041187} = 5,38 \text{ грн доходу/1 грн ВК}$$

Продуктивність праці:

$$ПП = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{N_{\text{роб}}} \quad (2.20)$$

$$ПП = \frac{5604528}{11} = 509502,5 \text{ грн/1 роб.}$$

Рівень загальної рентабельності:

$$R_{\text{заг}} = \frac{\Pi_{\phi}}{C_{\text{заг}}} \quad (2.21)$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{1453026}{4151502} \cdot 100\% = 35\%.$$

Рівень розрахункової рентабельності:

$$R_{\text{розн}} = \frac{\Pi P_n}{C_{\text{заг}}} \quad (2.22)$$

$$R_{розр} = \frac{1104299}{4151502} \cdot 100\% = 26,6\%.$$

При аналізі результатів розрахунків слід враховувати, що отримані техніко-економічні показники умовні - вони стосуються тільки ділянки обслуговування, а не підприємства в цілому.

Проектування було виконано відповідно до сучасних вимог, що було досягнуто за рахунок максимального використання засобів механізації та автоматизації виробничих процесів. Проектована ділянка технічного обслуговування технічно оснащена і має високі показники по продуктивності праці, рівню механізації, якості обслуговування ТЗ.

Показники, отримані в результаті техніко-економічного розрахунку, дозволяють зробити висновок про те, що вони досить високі.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис станду

Підйомник Nussbaum SPL 3000 – це професійний гідравлічний підйомник, призначений для ТО і ТР автомобілів, включаючи роботи з демонтажу та монтажу трансмісії. Він забезпечує легкий доступ до основних агрегатів транспортного засобу завдяки високій вантажопідйомності та зручності використання.

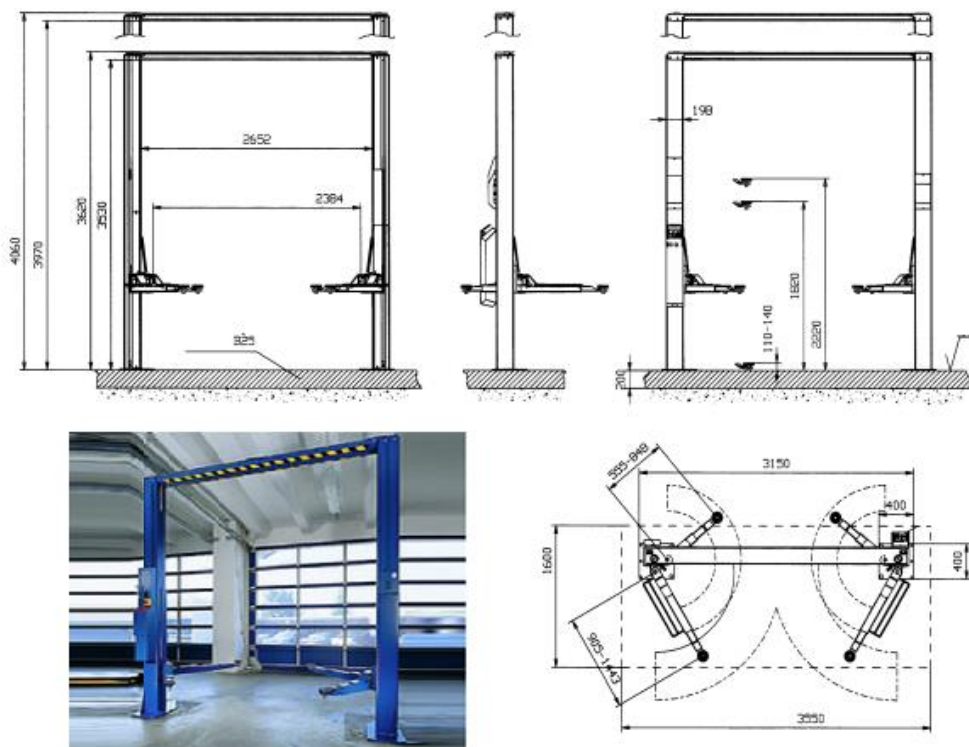


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд підйомника

Таблиця 3.1 - Переваги Nussbaum SPL 3000

Найменування	Опис
Універсальність	Підходить для роботи з широким спектром автомобілів, включаючи моделі із складною конструкцією трансмісії.
Легкість використання	Зручне управління забезпечує ефективність робочого процесу.
Ефективність у ремонті трансмісії	Завдяки повному доступу до агрегатів забезпечує швидкий та якісний демонтаж/монтаж компонентів
Компактність	Займає мінімум місця у ремонтній зоні

Таблиця 3.2 - Застосування у ремонті трансмісії

<i>Найменування</i>	<i>Опис</i>
Демонтаж трансмісії	Забезпечує зручний доступ до трансмісійного вузла для виконання діагностики та ремонтних робіт.
Монтаж нових компонентів	Плавний підйом і стабільність дозволяють точно встановити вузли трансмісії.
Обслуговування інших компонентів	Дає змогу працювати з підвіскою, гальмівною системою та іншими агрегатами.

Підйомник Nussbaum SPL 3000 є ідеальним рішенням для СТО та автотранспортних підприємств, де потрібна висока якість і надійність обслуговування трансмісій. Його функціональність і безпека забезпечують ефективну організацію робочого процесу.

Підйомник призначений для підйому автомобілів з максимальною вагою до 3000 кг, з розподілом навантаження 2:3 або 3:2 в напрямку або проти напрямку заїзду. Максимальна висота підйому становить 1820 мм, а час підйому приблизно 30 секунд. Підйомник оснащений різними системами безпеки, включаючи механізми блокування на підйомних важелях, синхронізаційні троси, верхній кінцевий вимикач та інші.

Так як підйомник є гідравлічним, це означає що передача сили та руху забезпечується через гідравлічну систему, яка складається з таких основних компонентів:

1. Гідравлічний насос. Створює тиск у гідравлічному контурі. Зазвичай живиться від електричного двигуна. Відповідає за нагнітання гідравлічної рідини до циліндрів.

2. Гідравлічні циліндри. Основні виконавчі елементи, які перетворюють гідравлічний тиск у механічну силу для підйому автомобіля. У SPL 3000 використовується один або два циліндри залежно від конфігурації.

3. Гідравлічні шланги та трубопроводи. Забезпечують потік рідини від насоса до циліндрів і назад. Оснащені фітінгами для запобігання витоків.

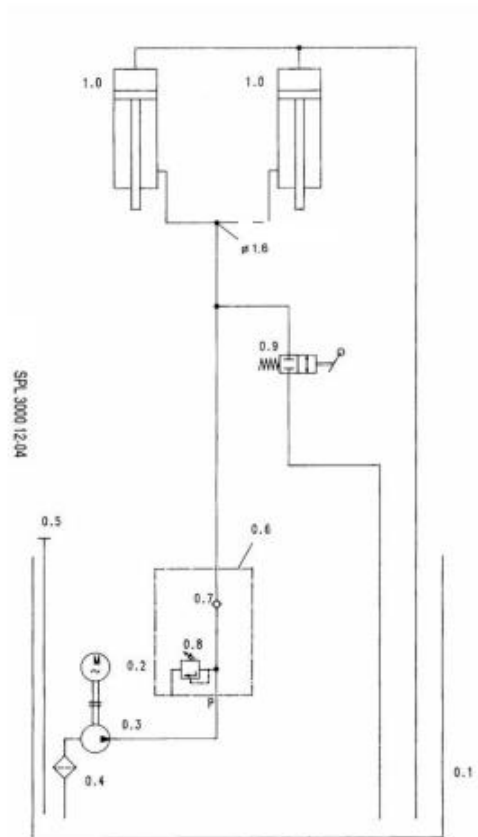


Рисунок 3.2 – Гідравлічна схема підйомника

4. Клапани управління. Включатель. Запобіжний клапан: захищає систему від перевищення тиску. Розподільчий клапан: регулює напрямок потоку рідини. Клапан зворотного потоку: запобігає зворотному переміщенню рідини.

5. Резервуар для гідравлічної рідини. Містить гідравлічну рідину, що циркулює в системі. Забезпечує необхідний об'єм рідини для нормальної роботи.

6. Система балансування. Включає синхронізуючі троси, які компенсують різницю у висоті стійок, щоб забезпечити рівномірний підйом.

7. Датчики тиску

8. Безпека. Вбудована гідравлічна система безпеки, яка блокує рух у разі витоку рідини або розриву трубопроводу. Механічні блокувальні механізми активуються при досягненні заданої висоти.

Особливостями системи є те, що вона працює на спеціальній гідравлічній рідині з високою стійкістю до температурних змін.

Висока надійність та мінімальні потреби в обслуговуванні завдяки використанню сучасних матеріалів та технологій.

Гідравлічна система гарантує плавний, безпечний і ефективний підйом автомобіля, забезпечуючи довговічність і стабільність роботи.

3.2 Аналіз стійкості

Гідравлічна конструкція стійки підйомника SPL 3000 включає поєднання сталеві стійки, що витримує статичне навантаження, та гідравлічного механізму, який забезпечує підйом і утримання платформи. Оцінка стійкості базується на конструктивних особливостях і характеристиках матеріалів.

Конструкція стійки

Стійка SPL 3000 - це основний вертикальний елемент, який приймає на себе основне навантаження під час експлуатації:

Матеріал: високоміцна сталь з високою межею пружності (250-350 МПа).

Перетин: переважно прямокутний або коробчатий, що підвищує стійкість до вигину і кручення.

Кріплення: стійки жорстко закріплюються до бетонної основи за допомогою анкерних болтів, що мінімізує ризик зсувів або нахилів.

На рис. 3.3 представлена конструкція стійки.

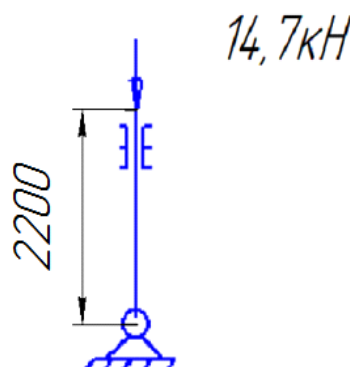


Рисунок 3.3 -Конструктивна схема

Стан стійкості прямолінійної рівноважної форми стисненого стрижня в разі методики розрахунку коефіцієнтом поздовжнього вигину записується у вигляді:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma_c], \quad (3.1)$$

Гнучкість стелажа визначається:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{\sqrt{\frac{I}{F}}}, \quad (3.2)$$

Момент інерції перетину (рис. 3.4) штока гідроциліндра визначається::

$$I = \frac{\pi \cdot R}{4} \cdot (1 - c^4), \quad (3.3)$$

Відношення внутрішнього до зовнішнього діаметра:

$$c = \frac{d_0}{d}, \quad (3.4)$$

$$c = \frac{0,07}{0,08} = 0,875,$$

$$I = \frac{3,14 \times 40}{4} \cdot (1 - 0,875^4) = 13 \text{ см}^4$$

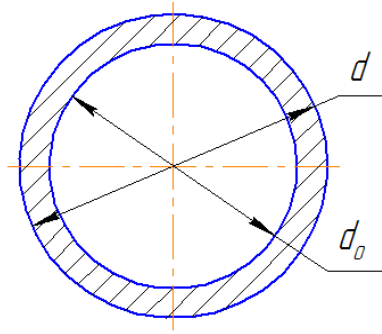


Рисунок 3.4 - Поперечний переріз стрижня

Площа поперечного перерізу стрижня:

$$F = \pi \cdot (R^2 - r^2), \quad (3.5)$$

$$\lambda = \frac{0,5 \cdot 2,2}{\sqrt{\frac{13 \cdot 10^{-8}}{0,0012}}} = 333.$$

Визначте коефіцієнт поздовжнього вигину:

$$\varphi = 0,84$$

$$\sigma = \frac{14700}{0,0012} \leq 0,84 \cdot 160 \cdot 10^6 \text{ МПа.}$$

$$\sigma \leq [\sigma];$$

24, 5 МПа < 134, 4 МПа - дотримується умова міцності.

Гідравлічна конструкція стійки підйомника SPL 3000 має високу стійкість завдяки: жорсткій сталі конструкції; надійній гідравлічній системі; точному розрахунку навантажень і запасу міцності.

Підйомник SPL 3000 безпечний і надійний у роботі, якщо дотримуються технічних вимог до монтажу та експлуатації.

3.3 Розрахунок анкерних болтів

У конструкції підйомника SPL 3000 використовуються анкерні болти для надійного кріплення стійок до підлоги. Це є стандартною практикою для забезпечення стабільності та безпеки під час роботи підйомника.

Таблиця 3.1 - Основні аспекти використання анкерних болтів

Найменування	Опис
Призначення	Анкерні болти закріплюють стійки до бетонної основи, щоб витримувати вагу автомобіля і навантаження, що виникають під час підйому та опускання.
Вимоги до підлоги	Бетонна основа повинна відповідати стандартам міцності (зазвичай товщина не менше 150-200 мм, міцність бетону - не нижче C20/25). Перед установкою підйомника бетон перевіряють на міцність і рівність.
Характеристики анкерів	Анкерні болти виконані з високоякісної сталі, стійкої до корозії. Їхня кількість та розташування визначаються схемою монтажу (зазвичай 4-6 анкерів на кожен стійку).
Монтаж	Під час монтажу анкерні отвори свердлять у бетоні за заданими розмірами. Болти фіксують стійки, забезпечуючи їхню стійкість до горизонтальних і вертикальних навантажень.
Перевірка після встановлення	Після монтажу анкерні болти перевіряють на затягування за допомогою динамометричного ключа. Регулярно проводиться огляд стану анкерів під час технічного обслуговування.

Анкерні болти є важливим елементом конструкції підйомника SPL 3000. Їх правильна установка і технічний стан критично важливі для безпечної експлуатації підйомника.

Схема конструкції болтів наведена на рис. 3.5.

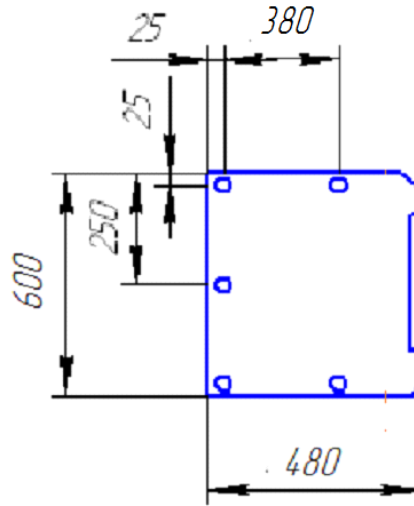


Рисунок 3.5 - Конструктивна схема анкерних болтів

Визначимо силу затягування болтів за умовою нерозтину з'єднання:

$$\sigma_m = \frac{M}{W}, \quad (3.6)$$

Момент опору вигину, який визначається для площі з'єднання:

$$W = \frac{1}{6} \cdot (a \cdot b^2) - \frac{1}{6} \cdot (a \cdot c^2) = \frac{1}{6} \cdot (60 \cdot 48^2) - \frac{1}{6} \cdot (60 \cdot 10^2) = 22040 \text{ см}^3 \quad (3.7)$$

Згинальний момент:

$$M = P \cdot L = 14700 \cdot 2,2 = 32340 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.8)$$

Напруга в місці з'єднання:

$$\sigma_m = \frac{32340}{22040} = 1,47 \text{ МПа}. \quad (3.9)$$

Приймаючи фондовий коефіцієнт $K = 1,2$:

$$\sigma_{\text{зат}} = 1,2 \cdot \sigma_m = 1,2 \cdot 1,47 = 1,76 \text{ МПа}.$$

Необхідна сила затягування болтів визначається:

$$F_{\text{зат}} = \frac{\sigma_{\text{зат}} \cdot A_{\text{ст}}}{z}, \quad (3.10)$$

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,76 \cdot 10^6 \cdot 0,48 \cdot 0,6}{5} = 101422.$$

Вибираємо анкерні болти діаметром 24 мм, здійснюється контроль затягування.

Перевіримо міцність бетонної основи:

$$\sigma_{\text{зат}} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (3.11)$$

$$[\sigma_{\text{см}}] = 1,8 \text{ МПа.}$$

$$76 \text{ МПа} < 1,8 \text{ МПа.}$$

$$\sigma \leq [\sigma];$$

Дотримується умова міцності.

Визначимо момент прикручування:

$$T_{\text{зав}} = 0,5 \cdot F_3 \cdot d_2 \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{сп}}}{d_2} \right) \cdot f + \text{tg} \cdot (\psi + \varphi) \right), \quad (3.12)$$

$$T_{\text{зав}} = 0,5 \cdot 101422 \cdot 22,051 \cdot \left(\left(\frac{34 + 24}{2} \right) / 22,051 \right) \cdot 0,15 + \text{tg}(2^\circ 30' + 9^\circ 50') = 80 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3.4 Розрахунок міцності стійки

Стійки підйомника SPL 3000 виконані з високоякісної сталі, яка забезпечує стійкість до вигину під час роботи. Враховуючи конструкцію та матеріали підйомника, зробимо узагальнений аналіз міцності стійки.

Таблиця 3.2 - Основні фактори, що впливають на міцність стійки

Найменування	Опис
Матеріал стійки	Сталь, що використовується, має високу межу міцності (орієнтовно 250-350 МПа залежно від марки). Це забезпечує здатність витримувати великі навантаження без деформацій.
Перетин стійки	Стойки підйомника зазвичай мають прямокутний або коробчатий перетин, що підвищує стійкість до вигину. Така конструкція ефективно розподіляє навантаження.
Навантаження на стійку	Максимальна вага автомобіля — 3000 кг. Навантаження на кожен стійку становить половину загальної ваги (1500 кг на стійку), якщо розподіл рівномірний.
Розподіл сил	Сили, що діють на стійку, включають вертикальну силу від маси автомобіля та горизонтальні сили, які виникають через дисбаланс або динамічні впливи під час підйому/опускання.

Конструкція стійки витримує всі передбачувані навантаження без ризику вигину або деформації.

Розрахунок стійкості до міцності нормальних напружень для балок, матеріал яких однаково стійкий до розтягування і стиснення (формула 4.17).

$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{M_x \cdot y_{\text{MAX}}}{I_x} \leq [\sigma] \quad (3.13)$$

З урахуванням запасу міцності $n = 2$:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{210}{2} = 105 \text{ МПа.}$$

Конструктивна схема розрахунку міцності стелажа наведена на рис 3.6.

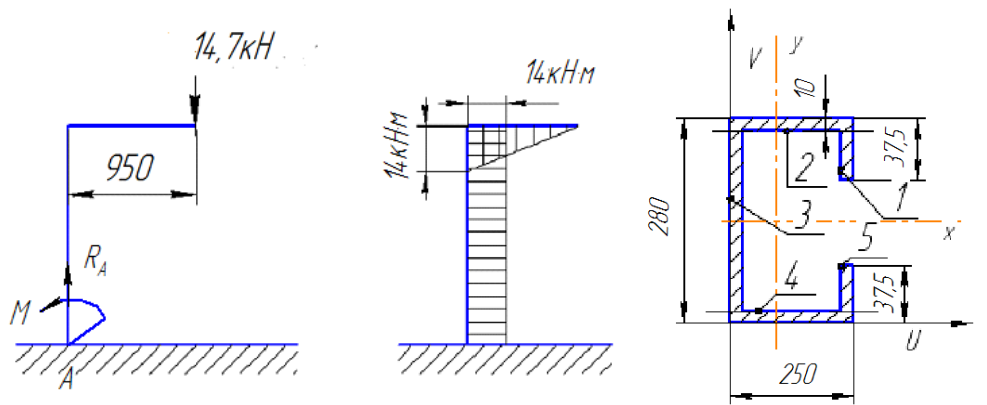


Рисунок 3.6 - Проектна схема розрахунку стійки на міцність

Давайте визначимося з положенням центру ваги. Розділіть фігуру на п'ять прямокутників, як показано на рис 3.6. Площі прямокутників такі:

$$F_1 = 2,75 \text{ Ч} 1 = 2,75 \text{ см;}^2$$

$$F_2 = 25 \text{ Ч} 1 = 25 \text{ см;}^2$$

$$F_3 = 26 \text{ Ч} 1 = 26 \text{ см;}^2$$

$$F_4 = 25 \text{ Ч} 1 = 25 \text{ см;}^2$$

$$F_5 = 2,75 \text{ Ч} 1 = 2,75 \text{ см.}^1$$

Визначимо координати щодо осей U і V:

$$U_1 = 24,5 \text{ см;} \quad V_1 = 25,6 \text{ см;}^2$$

$$U_2 = 12,5 \text{ см;} \quad V_2 = 27,5 \text{ см;}^2$$

$$U_3 = 0,5 \text{ см;} \quad V_3 = 14 \text{ см;}^2$$

$$U_4 = 12,5 \text{ см;} \quad V_4 = 0,5 \text{ см;}^2$$

$$U_5 = 24,5 \text{ см;} \quad V_5 = 2,4 \text{ см.}^1$$

Координати центру ваги визначаються:

$$U_c = \frac{F_1 \cdot U_1 + F_2 \cdot U_2 + F_3 \cdot U_3 + F_4 \cdot U_4 + F_5 \cdot U_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5},$$

$$V_c = \frac{F_1 \cdot V_1 + F_2 \cdot V_2 + F_3 \cdot V_3 + F_4 \cdot V_4 + F_5 \cdot V_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}, \quad (3.14)$$

Розрахунок:

$$U_c = \frac{2,75 \cdot 24,5 + 25 \cdot 12,5 + 26 \cdot 0,5 + 25 \cdot 12,5 + 2,75 \cdot 24,5}{2,75 + 25 + 26 + 25 + 2,75} = 9,48 \text{ см},$$

$$V_c = \frac{2,75 \cdot 25,6 + 25 \cdot 27,5 + 26 \cdot 14 + 25 \cdot 0,5 + 2,75 \cdot 2,4}{2,75 + 25 + 26 + 25 + 2,75} = 14 \text{ см}.$$

Визначимо величину головного центрального моменту інерції:

$$I_x = I'_{x1} + I'_{x2} + I'_{x3} + I'_{x4} + I'_{x5} = I_{x1} + F_1 \cdot l_1^2 + I_{x2} + F_2 \cdot l_2^2 + I_{x3} + F_3 \cdot l_3^2 + I_{x4} + F_4 \cdot l_4^2 + I_{x5} + F_5 \cdot l_5^2, \quad (3.15)$$

$$I'_{x1} = \frac{1 \cdot 2,75^3}{12} + 2,75 \cdot 11,6^2 = 372 \text{ см}^4;$$

$$I'_{x2} = \frac{25 \cdot 1^3}{12} + 25 \cdot 13,5^2 = 4558 \text{ см}^4;$$

$$I'_{x3} = \frac{1 \cdot 26^3}{12} = 1465 \text{ см}^4;$$

$$I'_{x4} = \frac{25 \cdot 1^3}{12} + 25 \cdot 13,5^2 = 4558 \text{ см}^4;$$

$$I'_{x5} = \frac{1 \cdot 2,75^3}{12} + 2,75 \cdot 11,6^2 = 372 \text{ см}^4;$$

$$I_x = 372 + 4558 + 1465 + 4558 + 372 = 11325 \text{ см}^4.$$

Момент вигину знайдемо:

$$M = P \cdot L = 14700 \cdot 0,95 = 13965 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.16)$$

Знайдемо максимальну напругу:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x \cdot y}{I_x} = \frac{13965 \cdot 0,95}{11325 \cdot 10^{-8}} = 11,72 \text{ МПа}, \quad (3.17)$$

$$\sigma_{\max} < [\sigma].$$

72 МПа < 105 МПа - міцність виконана.

Можемо зробити висновок, що стійка підйомника SPL 3000 має достатній запас міцності на вигин завдяки використанню високоякісної сталі, раціональній геометрії перерізу та рівномірному розподілу навантаження. Це забезпечує надійну та безпечну експлуатацію підйомника в межах заявленої вантажопідйомності.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідженням методів оптимізації параметрів трансмісії

Інтенсивний розвиток і вдосконалення конструкцій автомобілів упродовж останніх років призвели до розширення спектру попередніх досліджень та скорочення термінів проєктування. Це дозволяє уникнути морального старіння конструкцій. Особливу роль у вирішенні цього питання відіграє математичне моделювання, прикладом якого є моделювання трансмісій.

Як відомо, трансмісія є важливим елементом автомобіля, що впливає на його паливну економічність та динамічні характеристики. Для аналізу її параметрів застосовуються різні методи моделювання, такі як фізичні, стендові та дорожні. Однак перевага надається саме математичному моделюванню, яке дозволяє виконувати більш детальні дослідження. На відміну від фізичного моделювання, заснованого на принципах подібності, математичне моделювання мінімізує ризики появи похибок.

Одним із ключових аспектів проєктування трансмісії є визначення її мінімального передаточного числа. $u_{\min}$. Зазвичай цей розрахунок виконують, виходячи з кінематичних вимог забезпечення максимальної швидкості руху транспортного засобу, тому прагнуть зробити передаточне число якомога меншим, щоб кінематично підвищити зазначену швидкість. При цьому $u_{\max}$. Його вибір базується на порівнянні трьох основних факторів: умов зчеплення коліс із дорожнім покриттям (індекс φ), здатності подолання заданого максимального дорожнього опору (індекс ψ) і забезпечення стійкості руху (індекс ν). В результаті порівняття $u_{\max_\varphi}$, і $u_{\max_\psi}$, зазвичай вибирають $u_{\max_\varphi}$, потім порівнюють значення $u_{\max_\varphi}$, і $u_{\max_\nu}$ більше з них приймають $u_{\max}$. Але якщо, наприклад, з'ясується, що $u_{\max_\nu} > u_{\max_\varphi}$, то $u_{\max} = u_{\max_\nu}$, тобто обирають значення, за якого "зчіпна вага" транспортного засобу використовується повністю, а якщо $u_{\max} = u_{\max_\varphi}$, то приймають $u_{\max} = u_{\max_\nu}$. Однак традиційні дослідження, спрямовані на оптимізацію параметрів трансмісії, зазвичай є неповними та недостатньо точними, оскільки як критерій оптимальності

враховуються лише середня потужність двигуна або приведені витрати. При цьому трудомісткість виготовлення, складання, обслуговування та ремонту не береться до уваги, що призводить до необґрунтованого «узаконення» значних експлуатаційних витрат (рис. 4.1).

Звісно, розробники іноді пропонують комбіновані критерії оптимальності, які враховують відповідні показники важливості з точки зору паливної економічності. Проте навіть такий підхід не дає повного уявлення про оптимальність трансмісії, адже обертальні маси у різних автомобілях суттєво відрізняються. Це призводить до різної величини динамічних навантажень, зокрема найбільших, які виникають під час рушання з місця при швидкому включенні зчеплення або під час руху по бездоріжжю

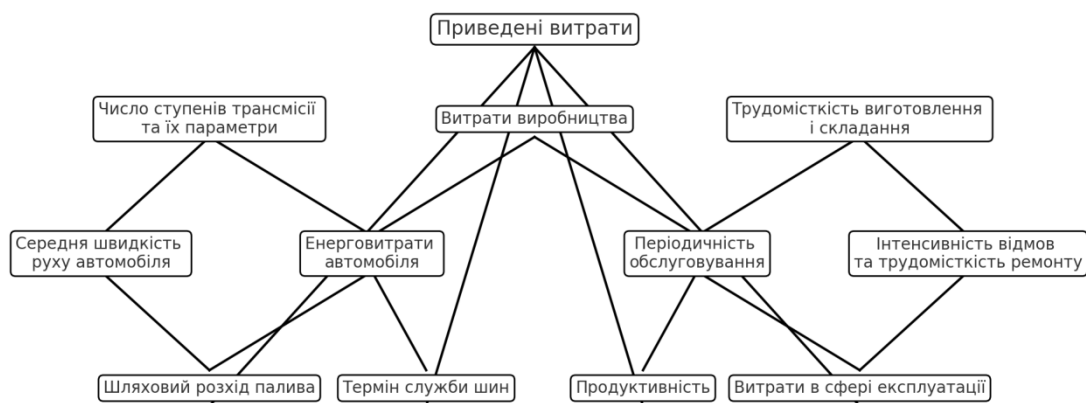


Рисунок 4.1 - Схема взаємозв'язку параметрів трансмісії із витратами ресурсів

Тому для кількісної оцінки цих режимів вводиться коефіцієнт динамічності k_d , який відображає, у скільки разів максимальний крутний момент на i -й передачі перевищує відповідний розрахунковий момент. Ситуацію можна покращити, якщо як інтегральний критерій оцінки передач використовувати технічний рівень трансмісії. Він визначається, перш за все, її питомою трудомісткістю у сфері виробництва та експлуатації, а також її

тягово-швидкісними характеристиками та енергетичним коефіцієнтом корисної дії (4.1).

$$f(J_{TP}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_{mp} \delta_{об} k_{\delta} \frac{l_{роз}}{t_{роз}} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\tau_{i \text{ вигот}} + \tau_{i \text{ зб}}}{\tau_{TO} + \tau_{i TP}} \right)}{m_a \beta v_{\max_i} k_{\kappa}} \eta_e \rightarrow \min \quad (4.1)$$

Наступним питанням є вибір параметрів розгінної характеристики автомобіля на кожній передачі. Як відомо, вони залежать не лише від передаточних чисел трансмісії, але й від характеристик двигуна, який підбирають відповідно до максимальної потужності, необхідної для руху автомобіля. При цьому до оцінювальних параметрів двигуна належать його максимальна потужність $N_{e \max}$, n обертання колінчастого вала при досягненні цієї потужності, крутний момент $T_{кр}$ та мінімально стійка частота обертання ($n_{\min}$) колінчастого вала двигуна.

Ще одне питання – визначення часу t_p розгону автомобіля на кожній i -й передачі. Цей час для одного ступеня свободи можна визначити на основі теореми про зміну кінематичної енергії (4.2).

$$\sum_{i=1}^{i=n} A_i = \sum_{i=1}^{i=n} T_i - \sum_{i=1}^{i=n} T_{i_0} \quad (4.2)$$

Проте, якщо цю формулу розкрити, вона стає досить громіздкою навіть за невеликої кількості елементів трансмісії, оскільки в розрахунок включаються характеристики всіх елементів. Однак для автомобіля з одним ступенем свободи її можна спростити, замінивши рівняння руху автомобіля тотожним йому рівнянням руху одного елемента, який рухається таким чином, що його узагальнена координата збігається в будь-який момент часу з узагальненою координатою автомобіля.

Момент J_n інерції обертових мас трансмісії в цьому випадку наводиться до ланки приведення, як використовується колесо щодо осі його обертання. Приймається також, що на ланку приведення (колесо) діє пара сил із наведеним до неї моментом M_n . Величини J_n і M_n , при яких рівняння руху ланки

приведення виявиться тотожним рівнянню руху автомобіля, визначити нескладно. Але важливо те, що узагальнена координата φ_n ланка приведення збігатиметься з узагальненою координатою автомобіля у будь-який момент часу t . Тоді, висловивши у формі інтеграла енергії для деякого кінцевого проміжку часу, за який узагальнена координата φ_n змінюється з початкової позиції на іншу, отримаємо 4.3.

$$\int_0^{\varphi_n} M_n d\varphi = \frac{J_n \varpi^2}{2} \quad (4.3)$$

Однак, щоб формули 4.2 і 4.3 були тотожними, необхідно виконати дві умови (4.4 і 4.5).

$$\int_0^{\varphi_n} M_n d\varphi = \sum_{i=1}^n A_i \quad (4.4)$$

$$\frac{J_n \varpi^2}{2} = \sum_{i=1}^t T_i \quad (4.5)$$

При цьому треба мати на увазі: якщо задовольняється умова формули № 5, справедлива для будь-якого моменту часу, то задовольняється й умова, виражена формулою 4.3. З чого випливає формула 4.6. І в цій позиції кутова швидкість ланки приведення дорівнює нулю.

$$\frac{J_{n_0} \varpi_0^2}{2} = \sum_{i=1}^t T_{i_0} \quad (4.6)$$

Якщо далі проінтегрувати формулу 4.3, то отримаємо формулу 4.7.

$$t_p = \int_0^{\varphi_n} \frac{d\varphi}{\sqrt{\frac{2}{J_n} \int_0^{\varphi_n} M_n d\varphi}} \quad (4.7)$$

Що стосується трудомісткості виготовлення, збирання, обслуговування та ремонту трансмісії, то їх доцільніше виражати окремо для кожного агрегату,

оскільки в умовах виробництва та експлуатації вони мають несумісні за величиною показники.

На трудомісткість виготовлення та збирання коробки передач впливає низка факторів: її маса, максимальний момент, на передачу якого розрахована коробка передач, використовувані матеріали, кількість ступенів тощо. Оцінити сукупний вплив цих факторів на трудомісткість виготовлення трансмісії у загальному випадку не є можливим. Однак для $\tau_{к.п.}$ вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності є чітко виражена лінійна залежність від відношення маси $m_{к.п.}$ коробки передач і максимального моменту, що крутить T_{max} (4.8).

$$\tau_{к.п.} = \left(a \frac{m_{к.п.}}{T_{max_{к.п.}}} - b \right) \delta \quad (4.8)$$

При внесенні окремих конструктивних змін у коробку передач (марки матеріалу окремих елементів, конфігурації картера чи кришки тощо) орієнтовна оцінка їхнього впливу на трудомісткість виготовлення може бути зроблена на основі уточнення коефіцієнтів a , b , δ цієї формули. Розрахунок середньої τ_{cp} трудомісткості виготовлення карданної передачі можна вести за формулою 4.9, а трудомісткості $\tau_{д.м.}$ виготовлення заднього ведучого мосту в комплекті зі ступицями та гальмами – за формулою 4.10.

$$\tau_{кр} = (a_1 + b_1 m_k) \delta \quad (4.9)$$

$$\tau_{з.м.} = (a_2 + b_2 m_{з.м.}) \delta \quad (4.10)$$

Але, природно, оцінка трудомісткості виготовлення заднього провідного мосту на основі даних про його масу $m_{д.м.}$ не може відобразити впливу суттєвих конструктивних змін в окремих вузлах (наприклад, заміни звичайного диференціала на кулачковий диференціал). У цьому випадку буде потрібний більш ретельний поелементний аналіз, для якого можна скористатися заводськими даними про частку витрат на виготовлення окремих

найважливіших елементів у загальній трудомісткості виготовлення трансмісії. Наприклад, для автомобіля Mitsubishi Pajero Sport такі дані виглядають так:

<i>Елемент конструкції трансмісії</i>	<i>Частка витрат у загальній трудомісткості виготовлення трансмісії, %</i>
Коробка передач у зборі	0–35
Картер заднього моста у зборі	12–16
Картер редуктора у зборі	5–6
Редуктор у зборі	34–45
Ведуча та ведена шестерні заднього мосту	5–10
Диференціал у зборі	13–18
Напіввісь	3–5

Долю $\tau_{TO\ TP}^{trans}$ трудомісткості ТО і ТР трансмісії у сфері експлуатації можна розглядати як частину загальної середньої річної трудомісткості $\tau_{TO\ TP}^{авт}$ автомобіля (4.11). Витрати ж $\tau_{TO}^{авт}$ праці одне технічне обслуговування автомобіля – з статистичних даних (4.12).

$$\tau_{TO\ TP}^{trans} = (0,18...0,23) \tau_{TO\ TP}^{авт} \quad (4.11)$$

$$\tau_{TO}^{авт} = (a_3 + b_3 m_a) k_{TO} \quad (4.12)$$

Встановлено, що за умов експлуатації трудомісткість $\tau_{TO\ TP}^{авт}$ обслуговування та ремонту автомобіля більшою мірою залежить від навантажувального режиму руху, вираженого через витрати енергії $J(S)$ на подолання дорожніх опорів, тертя частин, що труться, і виконання транспортної роботи, що змінюються в кожний проміжок часу (4.13). При цьому очевидно, що вища якість виконаного обслуговування або ремонту, тим менше витрачається енергії двигуна. Тоді вираз трудомісткості ТО і ТР можна подати у вигляді 4. 14.

$$J(s) = \int_0^t \left[\frac{v_a (G_a \psi k_{c.m.} + k_{\theta} A v_a^2)}{\eta_{mp} (1 - \delta_{\theta yk}) k_p} + J_{mp} \varpi_{\kappa} u_{mp}^2 \frac{d\varpi_{\kappa}}{dt} \right] dt \quad (4.13)$$

$$\tau_{TO TP}^{asm} = (a_3 + b_3 m_a) \frac{J(S)}{\int_0^t N_e dt} \quad (4.14)$$

Однак слід враховувати, що загальноприйняте планування періодичності проведення технічного обслуговування за пробігом є малоефективним, а врахування енерговитрат на подолання зовнішніх опорів протягом тривалого часу практично неможливе без вимірювальних пристроїв. Тому визначати ці енерговитрати доцільніше в спрощеному вигляді, попередньо прийнявши деякі значення параметрів, що входять у 4.13, а після інтегрування замінюючи їх постійними. У результаті отримуємо формулу 4.15.

$$\begin{aligned} J(S)_{об} &= \\ &= \left\{ k_n v_{a cp} \left[m_n (k_{\gamma} \beta + \eta_{\sigma}) \psi + 80z \right] g + F_{\theta} + F_j \right\} t_{об} \cdot \\ &\cdot \frac{2,723 \cdot 10^{-6}}{\eta_{mp}} \end{aligned} \quad (4.15)$$

Як показали дослідження автомобілів Mitsubishi Pajero Sport і Hyundai HD78 в умовах експлуатації, зі збільшенням їх вантажопідйомності та швидкості руху і число, і частота відмов зростають, особливо при роботі цих автомобілів на ґрунтових і зношених асфальтованих дорогах, де значення коефіцієнта ψ опору руху великі. При цьому зростають і витрати $J(S)$ енергії на рух (рис. 2). Однак залежності питомої напрацювання на відмову не настільки однозначні: зі зростанням вантажопідйомності вони збільшуються, а зі зростанням частоти відмов спочатку зменшуються, а потім зростають (рис. 4.1).

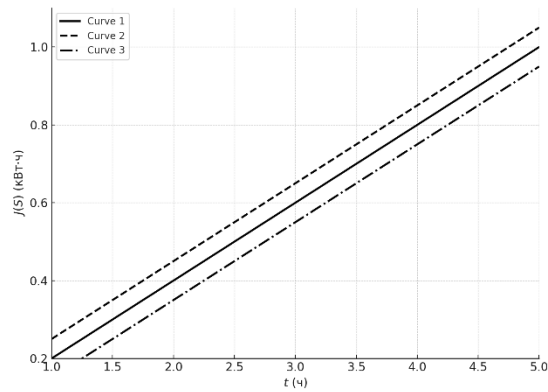


Рисунок 4.1 - Залежність енерговитрат автомобіля Mitsubishi L200 від часу руху при швидкості 20 км/год: 1 - $y = 0,15$; 2 - $y = 0,02$; 3 - $y = 0,025$

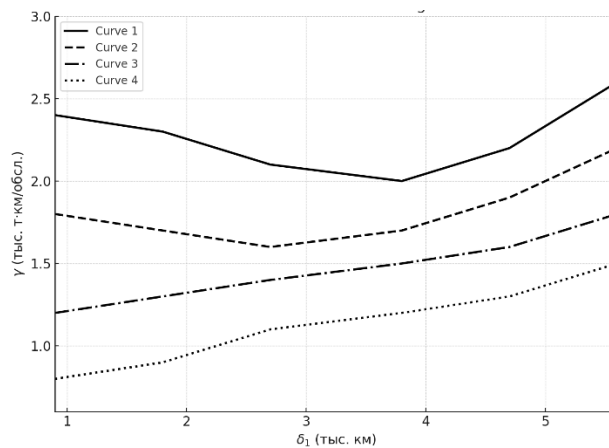


Рисунок 4.2 - Залежність питомого доробку автомобілів від кількості відмов на одиницю пробігу до і після 50 тис. км:
1, 2 – Mitsubishi L200; 3, 4 – Hyundai HD78

Облік енерговитрат замість пробігу визначення показників надійності і планування періодичності ТО і ТР цілком обґрунтований: з-поміж них існує досить чітка кореляційна зв'язок – певне співвідношення. Тому значення енерговитрат підраховували за 4.15 при розрахунку величин s , v_a , m_n , k_γ використовували статистичні дані, а трудомісткість τ_{TO} проведення технічного обслуговування визначали за наслідками хронометражу.

Тісний зв'язок між змінними $J(S)_{об} \rightarrow (\tau_{TO} + \tau_{TP})/s$ и $s \rightarrow (\tau_{TO} + \tau_{TP})/s$ впливає з теорії кореляції. І результати розрахунку цей зв'язок підтверджують: коефіцієнт кореляції $r_1 > r_2$ на 37 %.

Аналогічні дослідження проводилися в Київському автодорожньому інституті та Ульяновській сільськогосподарській академії. Їхні результати також підтвердили наявність тісного зв'язку між витратою пального та витратами на технічне обслуговування і поточний ремонт. Проте, в умовах експлуатації витрату пального враховують у розрахунку на 100 км пробігу, тому планувати будь-які дослідження за цим показником недоцільно до того часу, поки автомобілі не будуть обладнані паливомірами.

Під час аналізу статистичних даних про відмови автомобілів визначають закони розподілу ресурсу окремих агрегатів і деталей, оцінюють коефіцієнти варіації розподілів. У результаті встановлено, що деталі трансмісії, які працюють на зношення, мають нормальний закон розподілу; деталі, що руйнуються від втоми, – логарифмічно нормальний або гамма-розподіл. Найбільший розкид відмов спостерігається у підшипниках кочення. Іншими словами, кожному виду навантаження деталей відповідає свій закон розподілу ресурсу.

Однак, незважаючи на це, всі ймовірнісно-статистичні методи регламентування безвідмовної роботи автомобіля базуються на тому, що між показником надійності конструкції та рівнем режимів навантаження існує певний зв'язок.

Так, енергетичний показник η_e , який входить у формулу 4.1 інтегральної оцінки трансмісії автомобіля, визначається ставленням енерговитрат двигуна до загальних енерговитрат автомобіля (4.16).

$$\eta_e = J_e / J(S) \quad (4.16)$$

Добуток складових m_a , β , $v_{\max_i}$ у тій же формулі 4.1 характеризує продуктивність автомобіля. І як показали дослідження, найбільший вплив на цю продуктивність чинять маса m_a та середня швидкість v_{cp_i} руху автомобіля. Звідси є всі підстави стверджувати, що підвищення вантажопідйомності та повної маси автомобіля супроводжується (за інших рівних умов) зменшенням середньої швидкості, а отже, і відносною втратою продуктивності. Проте середня швидкість руху визначається насамперед тягово-швидкісними

властивостями, які, своєю чергою, залежить від передавальних чисел трансмісії. Якщо передатні числа (мінімальне $u_{\min}$ і максимальне $u_{\max}$), обчислюють, як сказано вище, виходячи з кінематичного забезпечення максимальної швидкості руху, сили тяги за умовою зчеплення коліс з опорною поверхнею, подолання дорожнього опору, стійкого руху з необхідною мінімальною швидкістю, проміжні передачі знаходять за законом геометричної прогресії в залежності від діапазону трансмісії. І щоб оцінити ці передачі, а також мінімальне та максимальне передатне числа трансмісії, можна використовувати приватний критерій оптимальності у вигляді формули 4.18.

$$J_e = \int_0^t \left[k_1 (650 - \Delta p_k) (n_e - 600) - \left(\frac{650}{\Delta p_k} - \frac{n_e}{600} \right) + k_2 \right] dt \quad (4.17)$$

$$f(u_i) = \int_{t_{i\min}}^{t_{i\max}} \frac{G_m}{m_a} dt \rightarrow \min \quad (4.18)$$

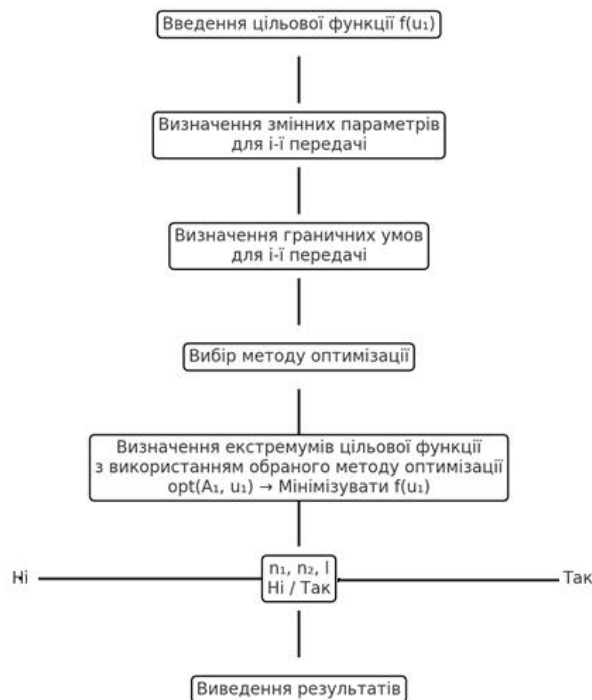


Рисунок 4.3 Блок-схема алгоритму оптимізації передавальних чисел трансмісії

На цей критерій накладаються шість умов: сила тяги на i -й передачі повинна забезпечувати задане зчеплення провідних коліс із дорожнім полотном; максимальна швидкість руху – бути більшою або рівною мінімально допустимою на цій передачі; стійкість руху на i -й передачі – зберігатись у допустимих межах; середнє прискорення з повною масою на цій передачі – бути більшим, ніж мінімально допускається; максимально долаючий підйом повністю завантаженим автомобілем на i -й передачі – бути більшим за мінімально допустимий; автомобіль повинен мати прохідність на ґрунтових дорогах.

Всі перелічені умови подаються у вигляді рівнянь із змінними параметрами, причому права частина кожного такого рівняння є значеннями, що допускаються державними та галузевими стандартами (рис. 4.3). Наприклад, згідно з галузевим стандартом, максимальний кут, що долається автомобілем підвищеної прохідності при повному навантаженні та коефіцієнті зчеплення 0,75 має бути більше 35 %.

<i>Передачі</i>	<i>Стандартний ряд</i>			<i>Оптимальний ряд</i>	
	<i>Критерій оптимальності трансмісії</i>	<i>Передавальна кількість коробки передач</i>		<i>Критерій оптимальності трансмісії</i>	<i>Передавальна кількість коробки передач</i>
I	0,135	3,78	I	0,135	3,78
II	0,084	2,60	II	0,084	2,60
III	0,042	1,55	III	0,042	1,55
IV	0,030	1,00	IV	0,030	1,00
V	0,012	0,82	V	0,012	0,82

Якщо при вирішенні цих рівнянь використати числові значення параметрів автомобіля Mitsubishi Pajero Sport, то отримуємо, що передавальне число першої передачі має бути не менше 3,5. Коефіцієнт зчеплення шин із дорожнім покриттям, рівний 0,75, є величиною, встановленою державним стандартом. Підставивши це значення в праву частину відповідного рівняння,

отримуємо верхню межу передавального числа цієї передачі (для автомобіля Mitsubishi Pajero Sport – не більше 4,5).

Таким чином, конструктор отримує важливу інформацію: передавальне число першої передачі можна змінювати в межах від існуючого до граничного значення, причому як у бік збільшення, так і зменшення. Аналогічно можна визначити діапазон можливих передавальних чисел і для інших передач, а також відповідний діапазон енергетичних витрат на межах цих значень при русі автомобіля по асфальтованих і ґрунтових дорогах. Далі визначаються максимальні енергетичні витрати автомобіля на даній передачі під час реалізації максимальної швидкості та вантажопідйомності за умов цих доріг, виходячи з того, що ця швидкість забезпечується за рахунок коефіцієнта використання потужності двигуна. У підсумку отримується вектор варійованих величин, тобто передавальних чисел.

Автор виконав такі розрахунки для стандартної та оптимізованої коробок передач автомобіля Mitsubishi Pajero Sport. Результати подано в таблиці.

Як видно з таблиці, оптимізація передавальних чисел коробки передач дозволяє знизити масу її зубчастих коліс більш ніж на 30 %. Це, у свою чергу, зменшує витрату пального автомобіля Mitsubishi Pajero Sport. Наприклад, при усталеному русі зі швидкістю 100 км/год витрата пального знижується на 15–18 %.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують, що метод оптимізації параметрів трансмісії є ефективним інструментом для конструктора. Водночас він є досить трудомістким, оскільки вимагає збору вихідної інформації. Для спрощення цього завдання можна використовувати нейронну мережу з генетичним алгоритмом, який дозволяє працювати з дискретними значеннями параметрів мережі. Це спрощує апаратну реалізацію й скорочує час обробки більш ніж у 4 рази під час виконання розрахунків.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Система організації охорони праці на АТП

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Ефективна система охорони праці на підприємстві є ключовим елементом забезпечення безпечних умов праці та попередження нещасних випадків.

Основна мета заходів щодо охорони праці - ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань. Проведення заходів щодо поліпшення умов праці дає відчутний економічний ефект - підвищується продуктивність праці, знижуються витрати на відновлення втраченої працездатності.

Міри безпеки праці повинні передбачатися при проектуванні, будівництві, виготовленні і впровадженні в дію об'єктів і устаткування. Усі заходи щодо охорони праці проводяться з метою захисту учасників трудового процесу від впливу небезпечних і шкідливих факторів, що характеризують умови його проведення.

У статті 42 Конституції України закріплене невід'ємне право українських громадян на охорону здоров'я, а в статті 21 записано: “Держава піклується про поліпшення умов і охороні праці, його наукової організації, про скорочення, а надалі заміни важкої фізичної праці на основі комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів у всіх галузях народного господарства. ”

Охорона праці розглядається як одне з найважливіших соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і економічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці. Можливість створення безпечних і здорових умов праці закладена в широкому використанні досягнень науки і техніки. Крім того, розроблені і введені в дію правила техніки безпеки, санітарії, норми і правила, дотримання яких забезпечує безпеку праці.

Відповідальність за стан охорони праці несе адміністрація підприємств, організацій.

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечувати належне технічне оснащення всіх робочих місць і створювати на них умови роботи, що відповідають правилам охорони праці, техніці безпеки, санітарним нормам.

Нові можливості для поліпшення умов і охорони праці на виробництві представляє закон України «Про трудові колективи і підвищення їхньої ролі в управлінні підприємствами, установами, організаціями». В законі чітко визначені повноваження трудових колективів у вирішенні цих питань.

У відповідності до законодавства України посадові особи, винні в порушенні законодавства про працю і правил охорони праці, у невиконанні зобов'язань, включених у колективний договір і угоди по охороні праці, чи у перешкоді діяльності професійних союзів, несуть відповідальність у порядку, встановленому законодавством. Посадові особи за вказані порушення притягуються до дисциплінарної, адміністративної, кримінальної відповідальності.

Інструктаж і навчання працюючих і інженерно-технічних працівників проводяться на основі правил техніки безпеки і виробничої санітарії, діючих в відомчому підрозділі, типових інструкцій з техніки безпеки по професіях і особистого досвіду інженерно-технічних працівників, які проводять інструктаж. Особливу увагу приділяють питанням, обумовленим специфікою робіт конкретного підрозділу.

Навчання персоналу техніки безпеки і правилам виробничої санітарії має наступні форми: ввідний, первинний, щоденний, повторний, позачерговий інструктаж, стажування, курсове навчання.

Ввідний інструктаж проводиться з усіма без винятків працівниками при прийнятті їх на роботу незалежно від спеціальності і кваліфікації. Інструктаж проводять керівники підрозділів в робочий час у вигляді бесіди по спеціальній програмі, що охоплює питання робочого графіка підприємства, перевірки справності інструментів і машин, вимоги електробезпеки, профілактики виробничого травматизму, гігієни праці і санітарії, пожежної безпеки і надання

першої допомоги. Інструктаж проводить інженер з охорони праці. Про проведення ввідного інструктажу і перевірку знань роблять записи в журналі реєстрації ввідного інструктажу або в особовій карточці з обов'язковими підписами.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з робітниками, що прослухали ввідний інструктаж і з працівниками, переведеними з одного робочого місця на інше або з одного виду обладнання на інше. Первинний інструктаж проводить керівник підрозділу з демонструванням обладнання, станків, інструменту, захисних засобів, сигналізації. Після первинного інструктажу робляться відповідні записи в спеціальному журналі, крім того, робиться запис про допуск до роботи.

Повторний (позачерговий) інструктаж полягає в перевірці знань правил техніки безпеки працівниками шляхом усного опитування і бесіди. Позачерговий інструктаж проводиться один раз в шість місяців в випадку зміни технологічного процесу, заміни обладнання, порушення правил техніки безпеки, виявлення недостатнього рівня знань в ході щоденного інструктажу. Дані про повторний інструктаж заносяться в журнал.

При зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, порушенні працюючими правил, використанні неправильних методів праці, а також після нещасного випадку, з працівниками проводиться позаплановий інструктаж. Цей вид інструктажу проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії в об'ємі первинного інструктажу на робочому місці.

При виконанні робіт особливої небезпеки проводиться цільовий інструктаж з врахуванням заходів по техніці безпеки в наряд-допуск до виконання робіт.

Знання, отримані працівниками при інструктажах, перевіряють інженер з охорони праці і майстер цеху. На кожного працюючого оформляють "Контрольний лист проходження інструктажу по охороні праці", в якому роблять відмітки про кожний інструктаж з обов'язковим підписом особи, що інструктується. Контрольний лист є дозволом до самостійної роботи, він зберігається в відділі кадрів підприємства.

Ефективна система організації охорони праці на підприємстві сприяє зниженню рівня виробничого травматизму, покращенню умов праці та підвищенню продуктивності праці. Дотримання вимог законодавства, постійний моніторинг, навчання та залучення працівників до активної участі у процесах охорони праці є ключовими елементами успішної системи охорони праці.

5.2 Розрахунок аварійного освітлення

Освітлення виробничих приміщень – важливий захід гігієни та охорони праці і підвищення її тривалості.

У виробничих приміщеннях застосовують два види освітлення: природне і штучне (у різний час доби).

Численні дослідження показали, що поліпшення умов освітленості підвищує працездатність очей, знижує втомлюваність робітників, знижує травматизм і випадки браку. Недостатня освітленість і неправильне спрямування світла можуть привести до нещасних випадків.

На промислових підприємствах практикуються дві системи штучного освітлення: робоче і спеціальне.

Робоче освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь та допоміжних площ виробничого приміщення. Сюди належить загальне, локалізоване, місцеве, комбіноване і ремонтне освітлення.

До спеціального освітлення входить: чергове, сигналізаційне, аварійне і освітлення безпеки.

Черговим освітленням користуються у нічний час для прибирання, охорони приміщень і здійснюється воно частиною світильників, які забезпечують робоче освітлення.

Сигнальне освітлення обладнується у проходах між небезпечним устаткуванням і на сходах.

Аварійне освітлення передбачається на випадок виходу з ладу загального освітлення у приміщеннях і цехах, де обов'язкове дотримання безперервності виробничого процесу, а також для безпечної евакуації людей при вимкненні

нормального освітлення. Для продовження роботи аварійне освітлення повинно забезпечувати освітленість робочих поверхонь не менш як на 10% від норм робочого освітлення. Для евакуації людей аварійне освітлення облаштовують у виробничих приміщеннях, де мимовільні дії у темряві можуть спричинити вибух, пожежу, травмування, отруєння, тощо.

Аварійне освітлення забезпечується не менш як двома джерелами живлення з автоматичним перемиканням з одного на інше.

Світильники аварійного освітлення за типом, розмірами і кольором повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення. Живити їх найкраще від стартерних акумуляторних батарей.

Оскільки при вимкненні робочого освітлення продовження роботи на проєктованій ділянці недопустиме через можливість отримання травм і збільшення кількості браку, то проведемо розрахунок аварійного освітлення для евакуації людей.

Аварійне освітлення для евакуації людей повинно створювати по лінії проходів освітленість не менше 0,3 лк.

Визначимо необхідну потужність ламп аварійного освітлення. Прийmemo, що світильники підключені до освітлювальної мережі з наругою 127 В, розміщені по кутам квадрата із стороною 10 м висоту підвісу світильників

$H=6$ м. Коефіцієнт запасу освітлюваності установки приймаємо $K=1,3$, а впливом інших віддалених світильників знехтуємо.

Розрахунок ведемо точковим методом:

1. Визначаємо тангенс кута падіння світлового променя від світильника в розрахункову точку А.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{H} = \frac{\sqrt{\left(\frac{10}{2}\right)^2 + \left(\frac{10}{2}\right)^2}}{6} = 1,18; \quad (5.1)$$

2. По обчислованому тангенсу визначаємо кут α і $\cos^3 \alpha$:

$$\alpha = 49,7^\circ; \quad \cos^3 \alpha = 0,27.$$

3. По кривій світла знаходимо силу світла, що випромінюється під кутом 49,7 світильником “Універсаль”. Вона складає 167 св.

4. Фактична сила світла світильника визначається по формулі (сумарна сила світла 4-х світильників):

$$\sum T_{\alpha} = \frac{E_z \cdot H^3 \cdot K}{l \cdot \cos^3 a} = \frac{0,3 \cdot 6^3 \cdot 1,3}{7 \cdot 0,27} = 44,6 \text{ св}; \quad (5.2)$$

де E_z – горизонтальна освітленість проходів.

Необхідний світловий потік ламп:

$$\sum F_l = \frac{1000 \cdot \sum I_{\kappa}}{I_{\alpha}} = \frac{1000 \cdot 44,6}{167} = 267 \text{ лм}; \quad (5.3)$$

де 1000 – світловий потік умовної лампи, лм;

I_{α} – сила світла умовної лампи, св..

Світловий потік кожної лампи:

$$F_{\alpha} = \frac{\sum F_l}{4} = \frac{267}{4} = 66,75 \text{ лм}; \quad (5.4)$$

Згідно визначеного світлового потоку лампи вибираємо освітлювальну лампу розжарювання потужністю 15 Вт.

Місце при цих джерелах:

$$E_{z\phi} = \frac{F_l \cdot 4}{K \cdot 1000} = \frac{124 \cdot 4}{1,3 \cdot 1000} = 0,38 \text{ лк}. \quad (5.5)$$

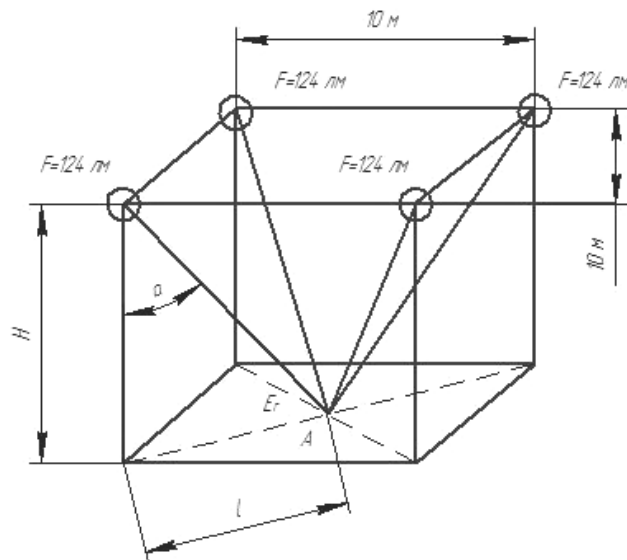


Рисунок 5.1 –Схема визначення освітленості

5.3 Заходи протипожежної профілактики при експлуатації електроустановок на проєктованій ділянці

Несправність, перевантаження електроустановок є однією з основних причин пожеж в машинобудуванні.

Аналіз пожеж, що виникають в результаті несправності електроустановок, приводить до висновку, що найбільш частими причинами аварій і пожеж є короткі замикання, перевантаження, великі перехідні опори, електричні іскри та дуги. Крім того, причиною пожежі можуть бути розряди статичної атмосферної електрики.

Коротке замикання виникає в результаті порушення ізоляції дротів мережі, попадання на них вологи, роз'їдаючих ізоляцію речовин, неправильного монтажу електромережі та по інших причинах. Струми коротких замикань сучасних потужних електричних системах можуть сягати десятків і сотень тисяч ампер. При короткому замиканні утворюється велика кількість тепла, в результаті чого температура проводів швидко зростає і викликає загоряння ізоляції.

З метою виключення пожежі вибухів від коротких замикань необхідно своєчасно попереджувати причини, що їх викликають. Найбільш дієвим є правильний підбір і монтаж, а також правильна експлуатація мереж, машин і приладів у відповідності з ПУЕ-2017 і НПАОП 40.1-1.32-01 та дотримання правил і строків випробувань ізоляції мереж і машин, профілактичних оглядів та ремонту електроустановок. Великий ефект досягається застосуванням швидкодіючого релейного захисту, вимикачів і плавки запобіжників. Апарати захисту вибирають в залежності від параметрів, призначення та умов експлуатації електроустановок.

Перевантаження проводів в мережі виникає тоді, коли по них проходить струм, сила якого вища за розрахункову (допустиму) величину. При цьому відбувається перехід електричної енергії в теплову. Перевантаження усувають правильним вибором січень провідників, виключенням можливості під'єднання податкових споживачів до мережі, якщо вона на це не розрахована, а також періодичною перевіркою температури машин і апаратів.

Ефективним засобом захисту електроустановок від струмів перевантаження є захист їх плавкими запобіжниками чи автоматичними вимикачами з тепловим і максимальним захистом (теплові електромагнітні розмикачі).

Перехідні опори обумовлені сильним звуженням шляху протікання струму при переході його з одного контакту на інший через площадки дійсного їх дотикання для збільшення площадок дійсного дотикання контактів використовують пружні контакти або спеціальні пружини.

Для відводу тепла від місць дотикання та розсіювання, його контакти виготовляють з певною масою і поверхнею охолодження. Для зменшення впливу окислення на перехідний опір контактів необхідно слідкувати за тим, щоб розмикання і замикання супроводжувалось тертям, так як при цьому тонка плівка оксиду руйнується і видаляється. Місця з'єднання проводів зварюють або припаюють. Все це сприяє зменшенню переходів опорів.

ВИСНОВКИ

У даній роботі розроблено комплексний проект організації (СТО) з урахуванням сучасних вимог до обслуговування та ремонту автомобілів. У роботі поєднано технічні, економічні та наукові аспекти для забезпечення високої якості послуг.

Проведено детальний аналіз діяльності автотранспортного підприємства, що дозволив визначити основні напрямки його модернізації. Вивчено конструктивні особливості трансмісії автомобіля PEUGEOT 308, ідентифіковано типові несправності зчеплення та запропоновано ефективні методи їх усунення, що сприяє зменшенню часу простою автомобілів у ремонті.

Виконано розрахунок технологічних показників СТО, включаючи виробничу програму, нормативну періодичність технічного обслуговування (ТО) і ресурсного пробігу. Визначено обсяги технічних заходів на рік, щорічний обсяг робіт з ТО, а також чисельність основних і допоміжних працівників. Розраховано техніко-економічні показники підприємства, що підтверджують економічну доцільність проекту.

У конструкторському розділі виконано опис та аналіз стійкості підйомника Nussbaum SPL 3000, включаючи розрахунок анкерних болтів і міцності стійки. Це підтвердило надійність конструкції та її придатність для використання в умовах проектного СТО.

Науково-дослідний розділ присвячений оптимізації параметрів трансмісії автомобіля. Розроблено методику оптимізації, яка враховує умови експлуатації та технічний стан агрегатів. Запропоновано вдосконалення нормативної періодичності ТО на основі аналізу експлуатаційних даних, що сприяє підвищенню надійності роботи трансмісії та зменшенню експлуатаційних витрат.

Результати роботи можуть бути використані для модернізації СТО та покращення обслуговування автомобілів PEUGEOT 308. Запропоновані методи оптимізації параметрів трансмісії сприяють підвищенню її надійності, зменшенню витрат на обслуговування та ремонт. Розроблені технічні рішення та розрахунки можуть бути впроваджені у виробничій практиці, а також стати основою для подальших наукових досліджень у галузі автомобільного транспорту.

КРМ відповідає сучасним вимогам до проектування автотранспортних підприємств, вирішує актуальні проблеми оптимізації технічного обслуговування та демонструє високий рівень теоретичної та практичної підготовки автора.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.З. Гудь, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Р.В. Хорошун. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. / О.А. Лудченко. – Київ: Знання-Прес, 2007. – 527с.
4. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисликов, В.В. Лущик – К.: Либідь, 2016. – 400 с.
5. Строков О.П. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. – К.: Грамота, 2005.
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
7. Форнальчик Є. Ю. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є.Ю. Форнальчик, Р.Я. Качмар. – Львівська політехніка, 2017 – 324 с.
8. Кукурудзяк, Ю.Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю.Ю. Кукурудзяк, В.В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
9. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

10. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня "магістр" всіх спец. денної та заочної (дистанційної) форм навч. / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

11. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – Київ: Либідь, 2000. – 400 с.

12. Докуніхін В. З., Кущевська Н. Ф., Малишев В. В. Технологічне проектування автотранспортних підприємств – Видавництво: Університет "Україна", 2021.– 146 с.

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

14. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

16. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

17. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .

18. Інтернет ресурси.