

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація головної передачі Renault Duster з дослідженням технології відновлення чашки диференціалу

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-62
МАм-61

спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Андрій КАЛИНЮК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Петро БОЙКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Любомир СЛОБОДЯН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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) (прізвище та ініціали)
«12» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

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

1. Тема роботи Модернізація головної передачі Renault Duster з дослідженням технології відновлення чашки диференціалу

Керівник роботи Слободян Любомир Михайлович., к.т.н., доц.
(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

3. Вихідні дані до роботи Базова характеристика головної передачі Renault Duster

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 безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Задня підвіска – 1А1. Передня підвіска – 1А1. Карта дефектів – 1А1.

Операційні ескізи – 1А1. Патентно-інформаційний пошук – 2А1.

Пристрій для випресовування – 2А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	22.11.24р	
2	Технологічний розділ	29.11.24р	
3	Конструкторський розділ	04.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	13.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	20.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	24.12.24р	

Студент _____
(підпис)

Калинюк Андрій Сергійович _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Слободян Любомир Михайлович _____
(прізвище та ініціали)

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«12» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

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

1. Тема роботи Модернізація головної передачі Renault Duster з дослідженням технології відновлення чашки диференціалу

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

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2024 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базова характеристика головної передачі Renault Duster

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 безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Огляд схем, будови та різновиду підвісок автомобілів – 1А1.
Огляд схем, будови та різновиду підвісок автомобілів – 1А1.
Схема установки для напилення – 1А1.
Установка високошвидкісної наплавки – 1А1.
Результати наукових досліджень – 4А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	22.11.24р	
2	Технологічний розділ	29.11.24р	
3	Конструкторський розділ	04.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	13.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	20.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	24.12.24р	

Студент

(підпис)

Бойко Петро Ярославович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Слободян Любомир Михайлович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Модернізація головної передачі Renault Duster з дослідженням технології відновлення чашки диференціалу».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра к.т.н. Слободян Любомир Михайлович

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 117 сторінки формату А4 та 16 аркушів формату А1 графічної частини 4 сторінок додатків.

Ключові слова: надійність, дефектація, модернізація, відновлення, технологія.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Класифікація та призначення автомобілів.....	11
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Діагностування механізмів автомобіля.....	19
2.2 Розрахунок залишкового ресурсу автомобіля Renault Duster за параметрами технічного стану об'єкту діагностики.....	23
2.3 Організація процесу діагностування автомобіля.....	25
2.4 Розрахунок чисельності робітників та фонду їх заробітної плати.....	27
2.5 Несправності досліджуваного вузла автомобіля.....	29
2.6 Технологічний процес відновлення чашки диференціала.....	37
2.7 Вибір обладнання та засобів технологічного оснащення.....	50
2.8. Визначення припусків.....	53
2.9 Визначення норм часу.....	55
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	58
3.1 Обґрунтування модернізації стенду для обкатування.....	58
3.2 Обґрунтування та розробка конструкції модернізованого стенду.....	59
3.3 Аналіз конструкції підйомника.....	62
3.4 Призначення, будова та принцип дії.....	63
3.4.1 Призначення.....	63
3.4.2 Будова та принцип роботи підйомника.....	64
3.4.3 Розрахунок кінематичної схеми.....	66
3.4.4 Розрахунок елементів підйомника.....	67
3.4.5 Вибір насоса.....	67
3.4.6 Розрахунок деталей гідроциліндра на міцність.....	69
3.4.7 Розрахунок діаметра осі ролика.....	69
3.4.8 Розрахунок на міцність коліс підйомника.....	70
3.4.9 Розрахунок діаметра осі колеса.....	72

3.6 Технічне обслуговування.....	72
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	77
4.1 Розробка методики прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів.....	77
4.2. Керування та раціональне використання залишкового ресурсу РС.....	83
4.3. Нормування запасних частин як інструмент забезпечення надійності рухомого складу.....	88
4.4. Фактори впливу на періодичність заміни мастил у силових агрегатах транспортних засобів.....	93
4.5. Нормування ресурсу і терміну служби РС.....	100
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	105
5.1 Ідентифікація небезпечних і шкідливих чинників при лазерному наплавленні.....	105
5.2 Захист населення.....	108
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	112
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	113
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Двигун є ключовим компонентом автомобіля, який забезпечує його рух і виконує роль "серця" транспортного засобу. Ефективність і потужність двигуна визначають продуктивність і технічні характеристики автомобіля. Залежно від принципу роботи, автомобілі можна розділити на дві основні групи.

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) – це тип двигуна, що працює на основі згоряння палива всередині циліндрів, створюючи енергію для руху. До ДВЗ належать бензинові, дизельні двигуни та ті, що використовують інші види палива. Основна ідея полягає у перетворенні енергії згоряння палива в механічний рух.

Електромобілі використовують електродвигун як джерело руху. Вони працюють на електроенергії, що зберігається в акумуляторних батареях, які заряджаються від електромережі або інших джерел.

Окрему категорію становлять гібридні автомобілі, які поєднують двигун внутрішнього згоряння та електродвигун. Гібриди можуть працювати на кожному з цих двигунів окремо або у комбінації, залежно від умов руху та налаштувань системи.

Процес виробництва автомобіля є складним і багатоступеневим, охоплюючи: розробку концепції та дизайну, визначення функціональних характеристик, створення інженерних креслень, побудову прототипів і проведення випробувань. Вибір матеріалів враховує їх міцність, легкість і ефективність. Окремі компоненти автомобіля, включаючи двигун, кузов, раму та електроніку, виготовляються окремо.

На фінальному етапі всі компоненти збираються в єдиний транспортний засіб. Після цього автомобіль проходить ретельне тестування та контроль якості, щоб відповідати стандартам. Готові автомобілі доставляються до дилерських центрів для реалізації покупцям.

Виробництво автомобілів із різними типами двигунів має свої особливості. У випадку електромобілів, конструкція кузова адаптована для

оптимального розміщення батарей та електронних компонентів, що стає можливим завдяки відсутності двигуна внутрішнього згоряння. Автомобілі з ДВЗ вимагають складніших систем, включаючи паливні системи та трансмісію, тоді як електромобілі використовують електродвигун, який не потребує таких складних рішень. Крім того, електромобілі оснащені літій-іонними батареями та системами керування, які регулюють споживання й зберігання енергії. Для їх виробництва потрібні спеціалізовані лінії, які значно відрізняються від тих, що використовуються для виготовлення авто з ДВЗ.

Кожен тип автомобілів має свої переваги та недоліки.

Переваги автомобілів із ДВЗ:

1. Швидка заправка: Заправка бензином або дизелем займає менше часу, ніж зарядка електромобіля, що дозволяє долати великі відстані без частих зупинок.
2. Різноманітність моделей: Автомобілі з ДВЗ пропонують більший вибір моделей і широкую доступність на ринку.
3. Розвинена інфраструктура: Вже існує велика мережа автозаправних станцій, що спрощує доступ до пального.
4. Потужність і вантажопідйомність: Традиційні автомобілі часто мають більшу потужність і вантажопідйомність порівняно з електромобілями.

Переваги електромобілів:

1. Екологічність: Електромобілі не створюють шкідливих викидів під час роботи, сприяючи зниженню забруднення атмосфери та викидів CO₂.
2. Економія: Електромобілі потребують менше коштів на експлуатацію, особливо при зарядці вдома.
3. Комфортність: Електродвигуни працюють тихіше й без вібрацій, забезпечуючи більший комфорт під час руху.
4. Менше обслуговування: Завдяки меншій кількості рухомих частин, електромобілі потребують мінімального технічного обслуговування.

Гібридні автомобілі:

Останніми роками популярність гібридів у Європі зросла через зростаючу увагу до екології та енергоефективності. Автовиробники активно інвестують у

розробку гібридних систем, що дозволяє зменшити викиди та підвищити паливну ефективність. На ринку представлений широкий асортимент гібридних моделей, що активно підтримується державними програмами, спрямованими на стимулювання екологічних технологій.

Японія завжди займала провідні позиції у розвитку гібридних автомобілів. Серед найвідоміших представників японських гібридів варто виділити Honda Insight, Toyota Prius і Nissan Leaf. Японські автовиробники активно працюють над вдосконаленням гібридних систем і продовжують інвестувати у дослідження екологічних технологій, таких як електромобілі, водневі двигуни та високоефективні батареї. Їхня мета – подальше скорочення викидів і покращення енергетичної ефективності.

Розвиток гібридних автомобілів відбувається не лише в Японії, але й у багатьох країнах світу. Це включає:

- Використання ефективніших батарей і вдосконалення технологій електроприводу.
- Розширення асортименту моделей з гібридними системами для задоволення різних потреб споживачів.
- Активне впровадження урядових і корпоративних програм, спрямованих на підтримку гібридних та електричних автомобілів.

Ключовими заходами є фінансова підтримка покупців екологічних авто, створення зарядної інфраструктури та встановлення екологічних стандартів для автомобільної промисловості. Завдяки таким ініціативам гібридні технології стають все більш доступними й ефективними, сприяючи розвитку сталого транспорту у світі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Класифікація та призначення автомобілів

Позашляховики відіграють важливу роль на сучасному автомобільному ринку, а для України вони стали незамінними в умовах воєнних дій. Завдяки підвищеній прохідності, мобільності, повному приводу та високому кліренсу, ці автомобілі суттєво спрощують виконання завдань військових. Їх здатність долати важкодоступні ділянки місцевості, як-от бездоріжжя, ліси чи піщані дюни, робить їх незамінним транспортом для оперативного переміщення в умовах бойових дій.

Основні напрями використання позашляховиків у військових умовах:

1. Розвідка та бойові дії

Позашляховики широко застосовуються у розвідувальних операціях завдяки маневреності та швидкості. Деякі моделі обладнані військовою зброєю, такою як кулемети чи системи протиповітряної оборони, а також засобами для знешкодження дронів. Це робить їх ефективними для ведення бою, штурмових операцій і забезпечення самозахисту під час розвідки.

2. Розмінування

Спеціалізовані позашляховики, зокрема броньовані моделі з класом захисту MRAP, використовуються для виявлення та знешкодження мін і вибухових пристроїв. Вони оснащені спеціальним обладнанням і забезпечують безпеку в зонах конфліктів або на територіях, постраждалих від бойових дій. Такі транспортні засоби відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки військових і цивільного населення.

3. Транспортування особового складу

Позашляховики забезпечують швидке і безпечне перевезення військових до стратегічних точок чи місць бойового виходу. Їхня маневреність дозволяє оперативно доставляти особовий склад навіть у найскладніших умовах місцевості, що сприяє підвищенню ефективності виконання військових завдань.

4. Перевезення військового обладнання

Завдяки високій вантажопідйомності та міцності, позашляховики використовуються для транспортування озброєння, техніки та іншого важливого військового обладнання. Це забезпечує швидке та надійне переміщення спорядження до стратегічно важливих точок, сприяючи гнучкості й мобільності в ході бойових операцій.

Позашляховики стали ключовим елементом забезпечення військових дій, поєднуючи потужність, надійність і багатофункціональність, що дозволяє їм ефективно виконувати широкий спектр завдань у складних умовах.

Позашляховики також відіграють критично важливу роль у медичних операціях, забезпечуючи евакуацію поранених із зон бойових дій. Завдяки своїй прохідності та швидкості, вони дають змогу оперативно доставляти постраждалих до медичних пунктів або лікувальних закладів, забезпечуючи надання необхідної допомоги в умовах конфлікту. Зменшення часу між отриманням поранення та медичною допомогою значно підвищує шанси на виживання та покращує прогнози для поранених.

Таким чином, використання позашляховиків у військових діях є стратегічно важливим для успішного виконання завдань. Їхня мобільність, маневреність і здатність пристосовуватися до різних умов сприяють ефективності та гнучкості військових операцій, забезпечуючи підтримку в критично важливих напрямках, включаючи медичну допомогу.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Для вибору автомобіля-прототипу, який найкраще відповідатиме завданню, розглянуто чотири моделі: Toyota RAV4, Subaru Forester, Suzuki Grand Vitara, Chevrolet NIVA. Основними критеріями є гарна прохідність і максимальна швидкість 140 км/год.

Toyota RAV4

Клас: Спортивно-утилітарний автомобіль (SUV).

Особливості:

Повний привід, що забезпечує високу прохідність.

Комбінація маневреності та економічності.

Різноманітність комплектацій із можливістю вибору між автоматичною та механічною коробкою передач.

Початково створений для активного використання, підходить для бездоріжжя.

Мінуси: Ранні моделі мали технічні проблеми, які, втім, швидко вирішувалися виробником.

Subaru Forester

Клас: Кросовер із високою прохідністю.

Особливості:

Постійний повний привід із низьким центром ваги, що забезпечує стабільність і прохідність.

Висока надійність і довговічність.

Двигуни з хорошою потужністю, які легко досягають швидкості 140 км/год.

Мінуси: Відносно більша витрата палива порівняно з Toyota RAV4.

Suzuki Grand Vitara

Клас: Компактний позашляховик.

Особливості:

Механічний і автоматичний повний привід, що забезпечує хорошу прохідність на різних типах місцевості.

Простота в обслуговуванні.

Компактні розміри та хороша маневреність.

Мінуси: Менша вантажопідйомність порівняно з іншими моделями.

Рекомендація прототипу Toyota RAV4 є найкращим вибором для обраного завдання через комбінацію гарної прохідності, надійності, економічності та досягнення швидкості 140 км/год. Крім того, вона пропонує різноманітність комплектацій, що дозволяє адаптувати автомобіль для різних умов роботи. Причини вибору:

1. Постійний повний привід забезпечує прохідність на важкодоступній місцевості.

2. Легка вага та економічність роблять її ефективною для використання на магістралях.

3. Надійність і можливість вибору трансмісії (автоматична або механічна).

У подальших розрахунках рекомендується орієнтуватися саме на Toyota RAV4 як прототип для виконання поставлених завдань.



Рисунок 1.1 - Загальний вид автомобіля Toyota RAV4.

Subaru Forester — японський кросовер, який уперше представили як концепт на Токійському автосалоні, а серійний випуск розпочався восени 1997 року. Цей автомобіль започаткував новий клас, поєднуючи риси універсала та позашляховика. Виробник прагнув об'єднати переваги легкового автомобіля (комфорт, керованість і динаміку) із характеристиками позашляховика (повний привід, високий кліренс, жорсткий кузов і підвищену посадку водія). Ця комбінація отримала назву «Best of the Both» (найкраще від обох).

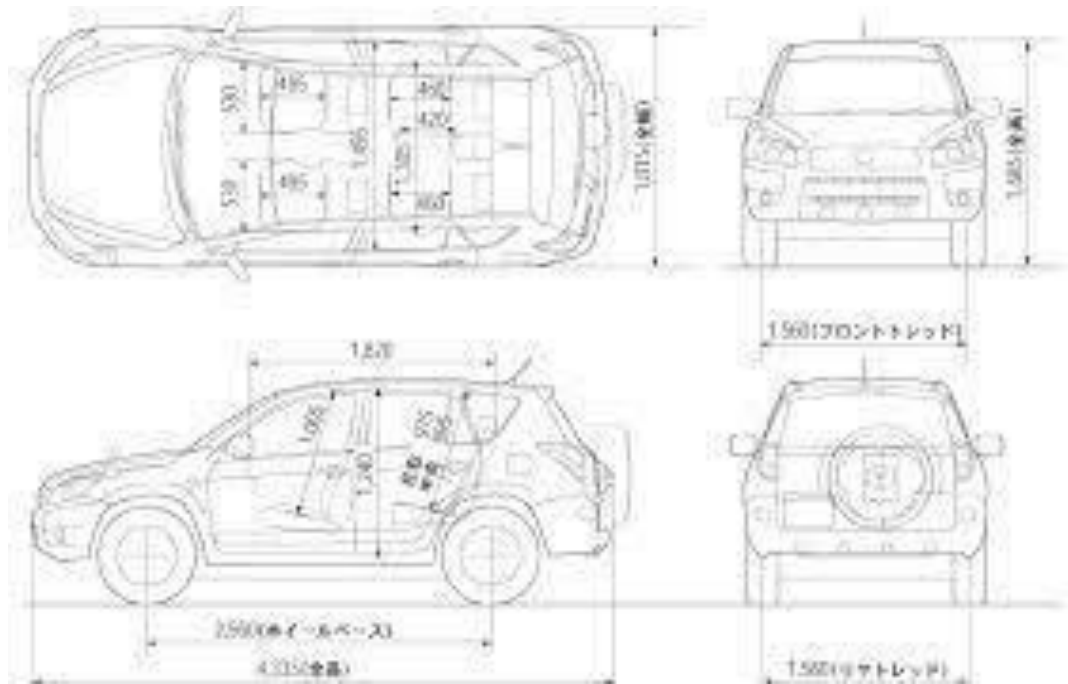


Рисунок 1.2 - Габаритні розміри автомобіля Toyota RAV4

Особливості трансмісії Subaru Forester:

1. Автоматичне управління приводом: У стандартному режимі трансмісія передає 90% крутного моменту на передній привід і 10% на задній. Бортовий комп'ютер керує багатодисковим зчепленням, автоматично змінюючи розподіл моменту залежно від умов.

2. Адаптивний розподіл моменту:

За відсутності зчеплення з дорогою передніми колесами момент розподіляється 55% на задні та 45% на передні.

Під час гальмування трансмісія збільшує момент на передні колеса для кращого зчеплення та керованості.

3. Інтелектуальна система керування: Усі зміни розподілу крутного моменту здійснюються автоматично, без участі водія, забезпечуючи стабільність руху в різних умовах.

Subaru Forester завдяки цим характеристикам став одним із перших кросоверів, що успішно поєднали властивості комфортного легковика та прохідного позашляховика. Його трансмісія особливо ефективна в умовах складної місцевості та змінного дорожнього покриття. [53.54].

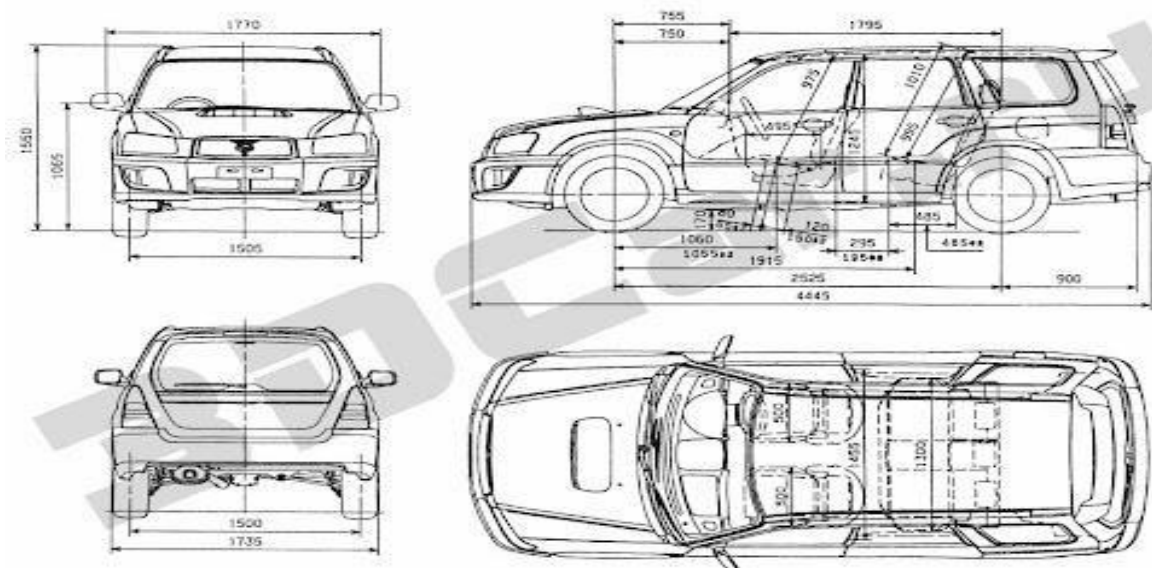


Рисунок 1.4 - Габаритні розміри автомобіля Subaru Forester

Suzuki Grand Vitara — позашляховик, який при своєму створенні суттєво відрізнявся від класичних стандартів автомобілів для бездоріжжя. Виробник застосував кузов, що несе з інтегрованою рамою, а також зробив задню підвіску незалежною. Це рішення значно підвищило комфорт під час їзди, що відзначають досвідчені автомобілісти, порівнюючи Grand Vitara з іншими позашляховиками.

Особливості конструкції та салону:

Кузов та корозійна стійкість: Grand Vitara демонструє хорошу стійкість до корозії, перевершуючи багато моделей японських конкурентів. 2. Дизайн:

Зовнішній вигляд дещо незграбний, але салон вирізняється комфортом і ергономікою. Усередині розміщуються п'ять пасажирів із достатнім простором, хоча матеріали, такі як жорсткий пластик, можуть здаватися менш приємними на дотик. Система повного приводу: Part-Time 4x4:- Перші моделі Grand Vitara оснащувалися системою Part-Time, яка дозволяла водієві вручну підключати передню вісь залежно від умов руху. - Такий підхід забезпечував ефективність у складних дорожніх умовах. Drive Select 4x4 - Ця технологія дала можливість вмикати або вимикати повний привід під час руху на швидкостях до 100 км/год. Перемикання на понижену передачу можливе лише після повної зупинки автомобіля, що забезпечує безпечну експлуатацію.

Suzuki Grand Vitara поєднує хороші позашляхові характеристики із комфортом, орієнтуючись на зручність для пасажирів і простоту управління системою приводу. Її технологічні нововведення та незалежна підвіска роблять автомобіль приємним у використанні як у місті, так і на бездоріжжі.



Рисунок 1.5 - Загальний вид автомобіля Сузукі Гранд Вітара

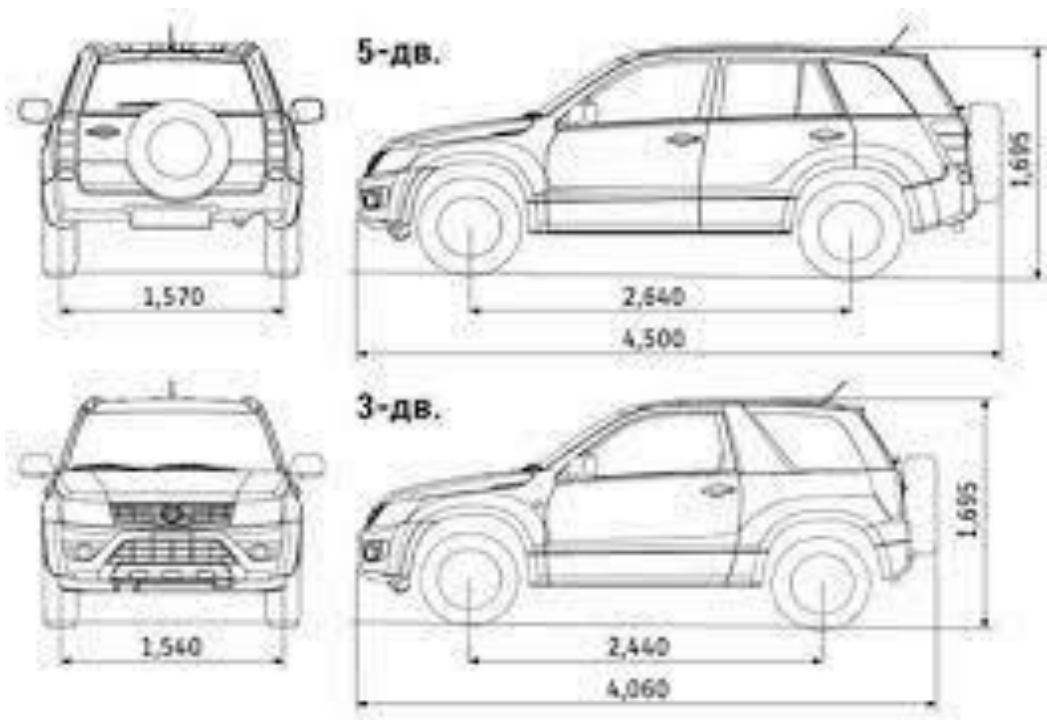


Рисунок 1.6 - Габаритні розміри автомобіля Сузукі Гранд Вітара

Renault Duster — це витривалий і універсальний компактний позашляховик, який залишив помітний слід в історії автомобілебудування. Протягом багатьох років цей автомобіль зберіг свою сутність, вдало поєднуючи традиції та сучасні рішення. Його інтер'єр, колись простий і практичний, еволюціонував, щоб відповідати сучасним стандартам комфорту. Оновлення торкнулися також технологій, забезпечивши Duster функціями, які відповідають сучасним вимогам ринку.

Renault Duster залишається популярним завдяки своїм технічним характеристикам і здатності адаптуватися до різних умов. У регіонах із суворими погодними умовами та складною місцевістю він став більше, ніж просто транспортом — це надійний помічник як для сімей, так і для тих, хто шукає пригод. Його дизайн, орієнтований на стійкість і функціональність, продовжує приваблювати людей, які цінують практичність і адаптивність.

Оновлені моделі Renault Duster демонструють гармонійне поєднання традицій і сучасності, залишаючись актуальними для міських мешканців та любителів активного відпочинку. Незалежно від місця використання, Duster втілює дух надійності та досліджень, залишаючись поза часом і трендами.

Renault Duster є оптимальним вибором для подальших розрахунків у дипломній роботі, оскільки задовольняє вхідні критерії:

1. **Прохідність:** Компактний позашляховик із високим кліренсом і повним приводом, що забезпечує ефективність на складних типах місцевості.
2. **Швидкість:** Відповідає необхідній максимальній швидкості 140 км/год.
3. **Функціональність:** Простота конструкції поєднується з сучасними технологічними рішеннями.

Таким чином, Renault Duster стає ідеальним прототипом для подальшого аналізу та розрахунків.



Рисунок 1.7— Загальний вид автомобіля Renault Duster.

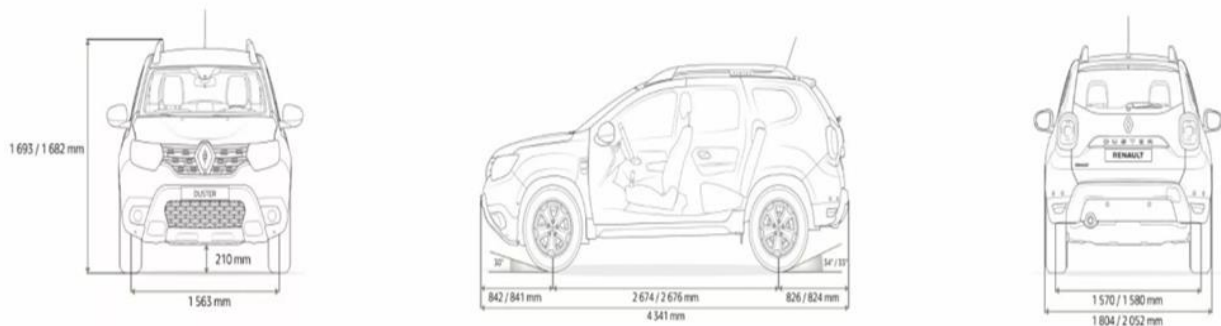


Рисунок 1.8 - Габаритні розміри автомобіля Renault Duster.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Діагностування механізмів автомобіля

Діагностування рухомого складу є одним із ключових процесів, що впливає на техніко-економічні показники експлуатації автомобіля. Воно дозволяє виключити непотрібні операції, своєчасно виявити потребу в профілактичному ремонті, зменшити ймовірність аварійних відмов складних агрегатів і деталей, а також оптимізувати витрати на технічне обслуговування.

Переваги діагностування:

1. Зменшення трудових витрат: Профілактичний ремонт, проведений на основі діагностики, дозволяє знизити час і зусилля, необхідні для ремонту автомобіля.

2. Зниження витрат на запасні частини та матеріали:

Діагностування дає змогу вчасно замінювати деталі до настання їх критичного зносу, що запобігає дорогим поломкам.

Уникаючи аварійних відмов залежних і дорогих деталей, зменшується обсяг ремонтних робіт і витрати на запчастини.

3. Збереження ремонтного фонду: Завдяки своєчасній заміні деталей, їх легше відновлювати, що сприяє збереженню ресурсів і збільшенню терміну служби компонентів автомобіля.

Роль профілактичного ремонту

Профілактичний ремонт є економічно доцільним заходом, оскільки він:

Підвищує надійність транспортного засобу.

Скорочує ризик аварійних ситуацій, пов'язаних із виходом з ладу важливих агрегатів.

Підтримує стабільність роботи механізмів, що особливо важливо для складних вузлів автомобіля.

У підсумку, якісна діагностика та профілактичний ремонт дозволяють не лише зменшити експлуатаційні витрати, але й забезпечують стабільну та безпечну роботу автомобіля.

Таблиця 2.1: Основне устаткування Д-1.

Об'єкт, що перевіряється	Вживане устаткування
Шини	Шинний стенд ШС-2, манометр з воздухораздаточным облаштуванням М468
Шкворені і підшипники маточин коліс	Прилад Т-1

Таблиця 2.2: Основне устаткування Д-2.

Об'єкт, що перевіряється	Вживане устаткування	
	Універсальне	Спеціалізоване
Передній міст, установка передніх коліс	Стенд для діагностування ходових якостей автомобіля СХК- 1, СХК-2	Прилад Т-1 перевірки шкворневих з'єднань. Стенд для перевірки установки передніх коліс автомобілів КИ-4872, К- 148, 1119М, К-111, К- 112. Прилад для виміру кутів встанови коліс 2142, 2183. Лінійка для виміру сходження коліс 2182, И-402
Колеса	Стенд для діагностування ходових якостей автомобіля СХК- 1, СХК-2	Верстат для балансування коліс К- 125

Розрахунок добової програми Д1, Д2 або Т01, Т02. Відповідно до керівництва по діагности при ТО-1 передбачається діагностування Д-1 рухомого складу, яке проводиться з періодичністю ТО-1. Перед ТО-2 передбачається діагностування Д-2.

Користуючись методом циклового розрахунку виробничої програми робіт по технічному обслуговуванню і ремонту, визначаємо добову кількість діагностичних дій.

Добова програма Д-1

$$C_{Д-1} = \frac{A_C \left(\frac{1}{L_{ТО-1}} - \frac{1}{L_{ТО-2}} \right)}{\frac{1}{l_{CC}} + \frac{Д_{ТО-2} + Д_{ТР}}{1000} + \frac{Д_{КР}}{Д_{Ц}}} \quad (2.1)$$

Добова програма Д-2

$$C_{Д-2} = \frac{A_C \left(\frac{L_{Ц}}{L_{ТО-2}} - 1 \right)}{\frac{L_{Ц}}{l_{CC}} + (Д_{ТО-2} + Д_{ТР}) \frac{L_{Ц}}{1000} + Д_{КР}}, \quad (2.2)$$

де A_C - список кількості автомобілів приймаємо - 500 мамашин; $L_{Ц}$ - скоректований пробіг автомобілів за цикл (до капітального автомобіля), для автомобіля Renault Duster - 250 000 км; L_{CC} - середньодобовий пробіг автомобіля Renault Duster - 150 км; $Д_{КР}$, $Д_{ТР}$, $Д_{ТО-2}$ - відповідно тривалість простою автомобіля в капітальному ремонті - 15 днів, в поточному ремонті і на технічному обслуговуванні $ТО-2$ - 0,4 дн/1000км; $L_{ТО-1}$, $L_{ТО-2}$ - відповідно скоректована періодичність технічного обслуговування $ТО-1$ - 3 000 км, $ТО-2$ - 12 000 км

звідси:

$$C_{Д-1} = \frac{500 \left(\frac{1}{3000} - \frac{1}{12000} \right)}{\frac{1}{150} + \frac{0,4 + 0,4}{1000} + \frac{15}{250000}} = 17$$

Добова програма Д-1:

$$C_{Д-2} = \frac{500 \left(\frac{250000}{12000} - 1 \right)}{\frac{250000}{150} + (0,4 + 0,4) \frac{250000}{1000} + 15} = 6$$

Добова програма Д-2:

Розрахунок трудомісткості діагностичної дії або ТО.

Трудомісткість діагностичної дії автомобіля Renault Duster при Д-1 складає 8-10% при Д-2 6-1% при ТР 1,5-2% нормативної скоректованої

трудомісткості відносно трудомісткості ТО-1, ТО-2 для визначення трудомісткості діагностичної дії визначаємо трудомісткість КР, ТО-1 і ТО-2 по формулі;

$$T_{TO-1} = N_{TO-1} \times t_{TO-1} \quad (2.3)$$

$$T_{TO-2} = N_{TO-2} \times t_{TO-2} \quad (2.4)$$

$$T_{TP} = \frac{L_{\Pi} \times t_{KP}}{1000} \quad (2.5)$$

де t_{TO-1} - скоректована добова трудомісткість ТО-1 = 2,6 люд.г; t_{TO-2} - скоректована добова трудомісткість ТО-2 = 10,3 люд.г; t_{TP} - скоректована добова трудомісткість ТР = 3,9 люд.г/1000 км.; N_{KP} - річна кількість капітальних ремонтів; N_{TO-1} - річна кількість ТО-1; N_{TO-2} - річна кількість ТО-2;

$$N_{KP} = \frac{L_{\Pi P}}{L_{\Pi}} \quad (2.6)$$

$$N_{TO-2} = \frac{L_{\Pi P}}{L_{TO-2}} - N_{KP} \quad (2.7)$$

$$N_{TO-1} = \frac{L_{\Pi P}}{L_{TO-1}} - (N_{TO-2} + N_{KP}) \quad (2.8)$$

L_{Π} - скоректований пробіг автомобілів за цикл (до капітального автомобіля), для автомобіля Renault Duster - 250 000 км; L_{TO-1} , L_{TO-2} - відповідно скоректована періодичність технічного обслуговування ТЕ-1 - 3 000 км, ТО-2 - 12 000 км; $L_{\Pi P}$ - річний пробіг автомобіля, визначається по формулі:

$$L_{\Pi P} = LCC \times AC \times ДГ$$

де: AC - Список кількість автомобілів приймаємо - 500 мамашин;

$ДГ$ - кількість робочих днів в році при відпустці в 21 день

звідси;

$$L_{\Pi P} = 150 * 500 * 254 = 19\,050\,000 \text{ км.}$$

$$N_{KP} = \frac{19050000}{250000} = 76,2 \text{ шт.}$$

$$N_{TO-2} = \frac{19050000}{12000} - 76,2 = 1511,3 \text{ шт.}$$

$$N_{TO-1} = \frac{19050000}{3000} - (1511,3 + 76,5) = 4762,5 \text{ шт.}$$

$$T_{TO-1} = 4762,5 \times 2,6 = 12382,5 \text{ чол.год.}$$

$$T_{TO-2} = 1511,3 \times 10,3 = 15566,4 \text{ чол.год.}$$

$$T_{TP} = \frac{19050000 \times 3,9}{1000} = 74295 \text{ чол.год.}$$

Трудовістість діагностичної дії Renault Duster в рік:

$$P_{D-1} = \frac{T_{TO-1}}{(8-10\%)} + 1 = \frac{12382,5}{10} + 1 = 1239,3 \text{ чол.огд}$$

$$P_{D-2} = \frac{T_{TO-2}}{(6-10\%)} + 1 = \frac{15566,4}{10} + 1 = 1557,6 \text{ чел.год}$$

Розрахунок кількості постів діагностики або ТО. Кількість постів діагност визначуваний з вираження

$$X_{Di} = \frac{T_{Di}}{D_{Pab.G.} \times T_{CM} \times C \times \eta \times P_{II}} \quad (2.9)$$

де T_{Di} - річна трудовістість діагностичних робіт i -го виду, люд.-г;
 $D_{Pab.G.}$ - число робочих днів зони діагностики в році - 225 днів; T_{CM} - тривалість зміни - 8 г.; P_{II} - число робітників на посту - 1 чол.; η - коефіцієнт використання часу поста (0,85-0,9); C - число змін - 1 зміни.

$$X_{D1} = \frac{T_{D1}}{D_{Pab.G.} \times T_{CM} \times C \times \eta \times P_{II}} = \frac{1239,3}{225 \times 8 \times 1 \times 0,85 \times 1} = 1 \text{ пост}$$

$$X_{D2} = \frac{T_{D2}}{D_{Pab.G.} \times T_{CM} \times C \times \eta \times P_{II}} = \frac{1557,6}{225 \times 8 \times 1 \times 0,85 \times 1} = 1 \text{ постів}$$

2.2 Розрахунок залишкового ресурсу автомобіля Renault Duster за параметрами технічного стану об'єкту діагностики

Відповідно до одним з основних завдань діагностування машин є збір початкових даних для прогнозування залишкового ресурсу або вірогідності безвідмовної роботи автомобілів в міжконтрольний період.

Під залишковим ресурсом розуміють напрацювання сполучення, вузла, агрегату після контролю до їх граничного стану, що характеризується

граничним зносом, неприпустимим погіршенням якості роботи, зниженням економічності.

Результати діагностування вузлів, агрегатів автомобіля можуть бути використані для прогнозу зміни параметра конкретного елементу. При цьому враховуються загальні закономірності зміни цього параметра залежно від напрацювання автомобіля.

Прогнозування залишкового ресурсу роботи дозволяє управляти зміною зносу, домагатися мінімальних експлуатаційних витрат і повніше використати ресурс автомобіля, виявити сполучення, які можуть відмовити впродовж подальшого періоду роботи, а також планувати об'єм робіт по ТО і ремонту.

Визначення залишкового ресурсу роботи проводять головним чином для тих елементів, термін безвідмовної роботи яких визначає в цілому міжремонтний ресурс вузла, агрегату або автомобіля. До таких елементів відносяться циліндро-поршнева група, кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми, шестерні і підшипники силової передачі та ін.

Залишковий ресурс ($t_{\text{зал}}$) конкретного елементу при відомому напрацюванні з початку експлуатації визначають як різницю між напрацюванням до граничного його стану і напрацюванням у момент контролю по формулі:

$$t_{\text{зал}} = t \left[\left(\frac{U_n}{U_H} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (2.10)$$

де: t - ресурс, використаний елементом від початку експлуатації до моменту контролю; U_n - гранична зміна значення параметра, визначається як різниця між номінальною ПН і граничною ПП величинами параметра;

$$U_H = |P_H - P_n| \quad (2.11)$$

U_t - зміна значення параметра до моменту контролю, визначається як різниця між виміряною величиною параметра що характеризує закономірність зміни значень контрольованого параметра. P_t при напрацюванні t і його номінальною величиною ПН;

$$U_t = |P_t - P_H| \quad (2.12)$$

α - показник міри, що характеризує закономірність змін значень контрольованого параметра;

звідси;

$$t_{ост} = t \left[\left(\frac{P_H - P_{II}}{P_t - P_H} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (2.13)$$

Таблиця 2.3 Значення залишкового ресурсу.

№ п/п	Параметр, що заміряється	Пробіг до першого контрольного ви- міру Км.	P_H	P_{II}	P_t	α	Залишковий ресурс
1	Люфт з'єднання	17000					
	Радіальне	17000	0,1	0,75	0,62	1,5	26974
2	Осьове	17000	0,1	1,5	1,23	1,5	25822
	биття коліс	17000	0	4,0	3,3	1,35	26007
3	Сходження передніх коліс		1,5	3,0	2,75	1,35	24555

2.3 Організація процесу діагностування автомобіля

Організація діагностування автомобілів на автотранспортному підприємстві базується на дотриманні рекомендацій виробників автомобілів і нормативних документів, що регламентують технічне обслуговування і ремонт. Основні аспекти процесу діагностики включають:

1. Контроль на КПП

Перед початком діагностики автомобілі проходять контрольно-пропускний пункт (КПП), де черговий механік:

Перевіряє комплектність і зовнішній вигляд автомобіля. Оцінює технічний стан ключових вузлів, особливо тих, що забезпечують безпеку руху. Справні автомобілі після огляду направляються на діагностичну дільницю.

2. Організація діагностики

Діагностування проводиться залежно від типу:

Діагностика Д-1:

Виконується в міжзмінний період, зазвичай в одну зміну. Для невеликої програми обслуговування допускається використання універсальних постів.

Діагностика Д-2:

Зазвичай виконується в денний час на спеціалізованих постах. При малій сумарній кількості постів допускається їх об'єднання для загальної та поглибленої діагностики з використанням універсального обладнання та переносних приладів.

Особливості організації постів діагностики:

Якщо завантаження діагностичних постів становить менше 0,75, допускається виконання регулювальних робіт на цих постах. Пости повинні бути оснащені відповідним обладнанням для ефективного виконання завдань.

3. Документація діагностичного процесу

Діагностична карта:

Фіксує результати діагностування для ухвалення рішень про необхідність ТО або ремонту. Використовується для визначення обсягу робіт і планування технічного обслуговування.

Накопичувальна карта:

Реєструє зміни діагностичних параметрів протягом експлуатації автомобіля. Містить дані для прогнозування залишкового ресурсу та ймовірності безвідмовної роботи автомобіля. Ведеться протягом усього терміну експлуатації автомобіля і передається разом із ним при зміні власника.

4. Прогнозування ресурсу

Дані з діагностики та накопичувальної карти використовуються для:

Прогнозування залишкового ресурсу ключових вузлів і агрегатів. Визначення ймовірності безвідмовної роботи між контрольними періодами.

2.4 Розрахунок чисельності робітників та фонду їх заробітної плати

Організація праці робітників на дільниці складається з розрахування чисельності ремонтних та допоміжних робітників та їх фонду заробітної плати.

При цьому необхідно керуватися діючими правовими положеннями з урахуванням доповнень та змін, які періодично вводяться в них.

Чисельність ремонтних робітників розраховується за формулою:

$$N_{рем} = \frac{T_{рем}}{\Phi_p \cdot k_n}, \quad (2.14)$$

де $T_{рем}$ – трудомісткість ремонтних робіт, які виконуються ремонтними робітниками, люд.-год.; Φ_p – річний фонд робочого часу робітників, год.; k_n – коефіцієнт перевиконання норм напруцювання, який дорівнює 1,05.

Річний фонд робочого часу робітників розраховується за формулою:

$$\Phi_p = (D_k - D_v - D_{св}) \cdot t_{р\partial} - t_{передсв} \cdot D_{передсв}, \quad (2.15)$$

де D_k , D_v , $D_{св}$, $D_{передсв}$ – число календарних, вихідних, святкових та передсвяткових днів у році; $t_{р\partial}$ – тривалість робочого дня, год.; $t_{передсв}$ – тривалість передсвяткового робочого дня, год.

$$\Phi_p = (365 - 104 - 10) \cdot 8 - 7 \cdot 10 = 1744 \text{ год.}$$

Приймаємо $\Phi_p = 1740$ год.

$$N_{рем} = \frac{10540}{1740 \cdot 1,05} = 5,7 \text{ роб.}$$

Приймаємо $N_{рем} = 6$ робітників.

Загальний фонд заробітної плати ремонтних робітників складається з фонду основної заробітної плати і додаткової (15-25 % від фонду основної заробітної платні). Основна заробітна плата ремонтних робітників визначається тарифними ставками, встановленими чинним законодавством.

Для розрахунку приймаємо :

4 робітника – 3^{го} розряду та 2 робітника – 4^{го} розряду.

Представимо годинні тарифні ставки ремонтних робітників, діючі на підприємстві «Матеріал-Сервіс»:

3 розряд – 5,04 грн./год;

4 розряд – 5,53 грн./год;

Визначаємо середньовагову тарифну ставку ремонтних робітників:

$$ГТС_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot ГТС_i}{P}, \quad (2.16)$$

де P_i – кількість робітників i -го розряду; $ГТС_i$ – годинна тарифна ставка i -го розряду робітника, грн./год; P – кількість робітників, чол.; n – кількість розрядів.

$$ГТС_{ср} = \frac{4 \cdot 5,04 + 2 \cdot 5,53}{6} = 5,20 \text{ грн./год.}$$

Визначаємо фонд відрядної оплати ремонтних робітників:

$$ЗП_{осн.тар.рем} = ГТС_{ср} \cdot Т_{рем}, \quad (2.17)$$

$$ЗП_{осн.тар.рем} = 5,20 \cdot 10540 = 54808 \text{ грн.}$$

Розмір додаткової заробітної платні складає 15-25 % від розміру основної заробітної плати:

$$ЗП_{дод} = 0,2 \cdot ЗП_{осн}, \quad (2.18)$$

$$ЗП_{дод} = 0,2 \cdot 54808 = 10962 \text{ грн.}$$

Тоді загальний фонд заробітної плати ремонтних робітників:

$$\Phi ЗП_{заг.рем} = ЗП_{осн.тар.рем} + ЗП_{дод}, \quad (2.19)$$

$$\Phi ЗП_{заг.рем} = 54808 + 10962 = 65770 \text{ грн.}$$

Чисельність допоміжних робітників встановлена Положенням по технічному обслуговуванню і ремонту рухомого складу в кількості 20-30% від чисельності ремонтних робітників. Чисельність допоміжного персоналу, чол.:

$$N_{дон} = 0,3 \cdot N_{рем}. \quad (2.20)$$

$$N_{дон} = 0,3 \cdot 6 = 1,8.$$

Приймаємо 2 робітника.

Загальна чисельність робітників на дільниці діагностування, чол.:

$$N_{заг} = N_{рем} + N_{дон}. \quad (2.21)$$

$$N_{заг} = 6 + 2 = 8 \text{ робітників.}$$

Для оплачування праці допоміжних робітників частіше всього застосовується погодинно-преміальна система оплачування. Для розрахунку приймаємо: 30% допоміжних робітників - 2 розряду; 70% - 3 розряду. Представимо годинні тарифні ставки допоміжних робітників:

2 розряд – 3,94 грн./год;

3 розряд – 4,57 грн./год.

Тарифний фонд оплачування праці допоміжних робітників визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{тар.дон} = \sum_{i=1}^n \Phi p_i \cdot ГТС_i \cdot N_{дон_i}, \quad (2.22)$$

де Φp_i – річний фонд часу роботи, год; $N_{дон_i}$ – чисельність допоміжних робітників i -го розряду, чол.;

$$\Phi ЗП_{тар.дон} = 1740 \cdot 4,57 \cdot 1 + 1740 \cdot 3,94 \cdot 1 = 13712 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати допоміжних робітників визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{дод.дон} = 0,2 \cdot \Phi ЗП_{тар.дон}. \quad (2.23)$$

$$\Phi ЗП_{дод.дон} = 0,2 \cdot 13712 = 2742 \text{ грн.}$$

Тоді, загальний фонд заробітної плати допоміжних робітників розраховується за формулою:

$$\Phi ЗП_{заг.дон} = \Phi ЗП_{тар.дон} + \Phi ЗП_{дод.дон}. \quad (2.24)$$

$$\Phi ЗП_{заг.дон} = 13712 + 2742 = 16454 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$\Phi ЗП_{заг} = \Phi ЗП_{заг.рем} + \Phi ЗП_{заг.дон} \quad (2.25)$$

$$\Phi ЗП_{заг} = 65770 + 13712 = 79482 \text{ грн.}$$

2.5 Несправності досліджувального вузла автомобіля

Контроль і діагностика вузлів головної передачі, диференціала та заднього моста. Ремонт багатьох елементів головної передачі, диференціала і

заднього моста зазвичай не передбачений. У разі їх пошкодження або значного зношення, вони підлягають заміні. Обслуговування цих вузлів зводиться до виконання таких дій:

Оцінка стану сальників для запобігання витoku масла.

Перевірка рівня трансмісійного масла, доливання або його заміна.

Перевірка різьбових з'єднань на наявність послаблення.

Прослуховування під час роботи вузлів для виявлення надмірних шумів чи вібрацій.

Особливості діагностики диференціала

Проблеми з диференціалом найчастіше супроводжуються надмірним шумом під час руху автомобіля. Однак шум може бути спричинений і іншими компонентами, такими як:

Двигун автомобіля. Вихлопна система. Колеса та підшипники коліс.

Компоненти шасі або глушник.

Тому при діагностиці диференціала важливо враховувати всі звуки, щоб уникнути помилкових висновків.

Класифікація шумів і можливі причини

Шумна робота диференціала, особливо під час прямолінійного руху, може бути спричинена наступними факторами:

1. Недостатній рівень трансмісійного масла.

Знижене змащення викликає підвищене тертя між компонентами.

2. Неправильне положення зубців вінця та шестерні або недостатній зазор між ними.

Це може призводити до нерівномірного контакту між зубцями, викликаючи шум і знос.

3. Неправильний попередній натяг у підшипниках.

Вільне або надмірно затиснене положення підшипників спричиняє вібрацію і шум.

4. Зношення або пошкодження підшипників.

Відсутність плавності руху через зношені або пошкоджені підшипники.

5. Зношення або пошкодження зубців шестерень чи вінця.

Механічні пошкодження компонентів приводять до некоректної роботи вузлів.

Порядок дій при пошуку причини шумів

1. Прослуховування роботи диференціала. Виявлення специфічного шуму або вібрацій, які виникають під час руху автомобіля.

2. Перевірка рівня масла. Якщо рівень масла нижчий за норму, необхідно його долити або повністю замінити.

3. Візуальна перевірка.

Оглянути стан сальників, підшипників та зубців шестерень.

Звернути увагу на зазори між зубцями.

4. Контроль натягу підшипників. За допомогою діагностичного обладнання оцінити натяг і стан підшипників.

5. Тестування під навантаженням. Перевірка роботи вузлів у реальних умовах, щоб оцінити наявність проблем під час руху.

Діагностика диференціала і головної передачі дозволяє своєчасно виявити проблеми, пов'язані із шумом і вібрацією, що сприяє подовженню ресурсу компонентів. У разі виявлення несправностей ухвалюється рішення про заміну зношених або пошкоджених деталей для забезпечення безпеки руху.

Діагностика шумної роботи диференціала без навантаження

Шумна робота диференціала без навантаження може бути спричинена наступними факторами:

Причини шуму без навантаження:

1. Ослаблені підшипники заднього карданного вала.

Ослаблені або зношені підшипники викликають вібрації та шум під час роботи карданного вала.

2. Зношення або пошкодження компонентів диференціала.

Зубці вінця, сателіти чи їхні цапфи можуть бути зношені або пошкоджені, що спричиняє некоректну взаємодію елементів і шум.

Дії для усунення проблеми:

Перевірка стану компонентів диференціала.

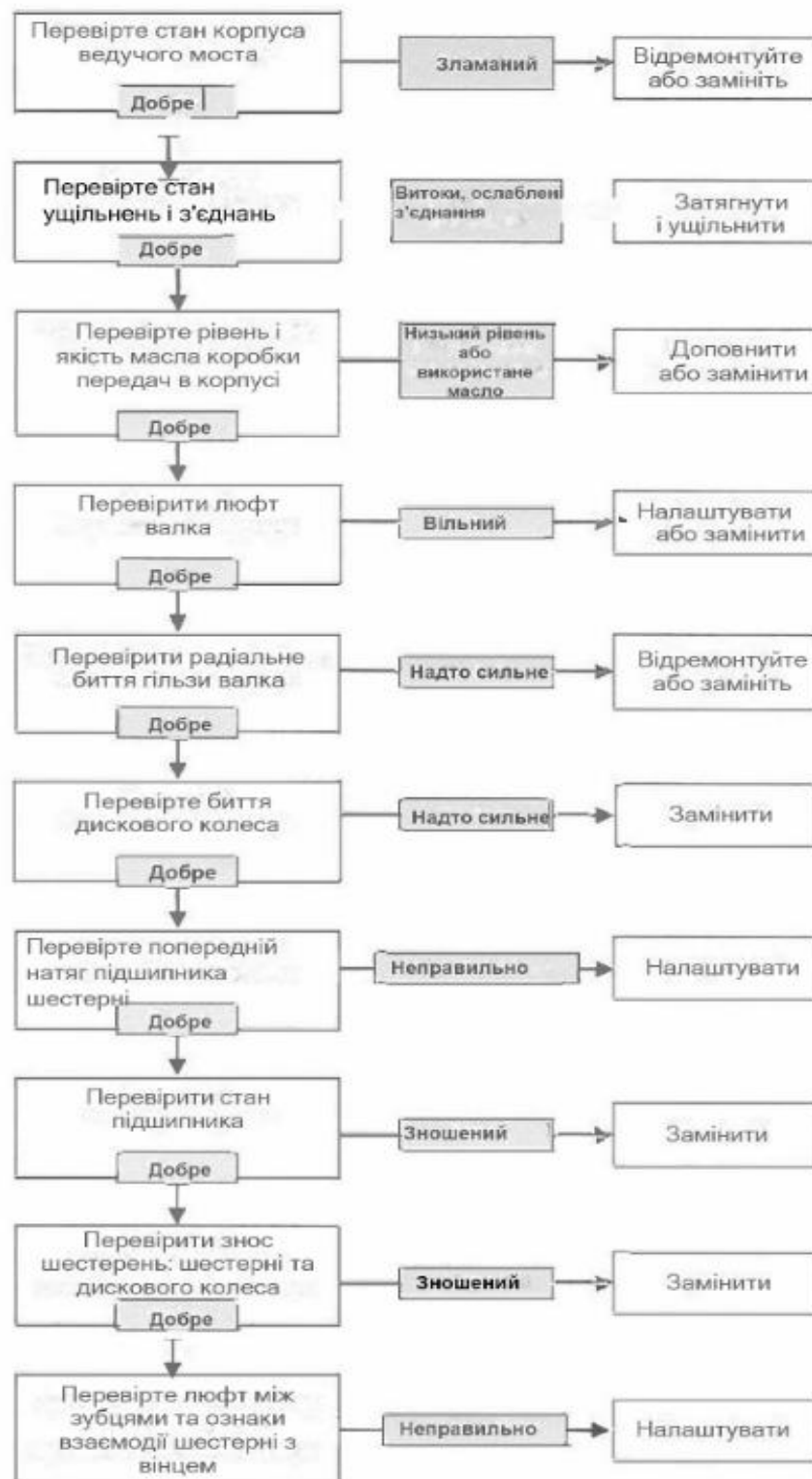


Рисунок 2.1 Порядок дій при пошуку причини шумної роботи головної передачі і диференціала при русі прямолінійно.

Огляньте підшипники заднього карданного вала та перевірте їх на зношення чи ослаблення.

Проведіть візуальний огляд зубців вінця, сателітів та їхніх цапф на предмет механічних пошкоджень.

1. Регулювання диференціала.

Відрегулюйте натяг підшипників відповідно до рекомендацій посібника з ремонту.

За необхідності виконайте коригування зазору між зубцями вінця та шестерні.

2. Перевірка базових налаштувань перед розбиранням.

Переконайтеся, що:

Попередній натяг підшипників знаходиться в межах допустимих значень.

Зазор між зубцями відповідає технічним нормам.

Розташування зубців зубчастого кільця та шестерні є правильним і не виходить за межі рекомендованих значень.

3. Ремонт чи заміна деталей.

Якщо виявлено пошкодження, замініть зношені компоненти на нові.

Шумна робота диференціала без навантаження часто вказує на зношення або неправильне налаштування його компонентів. Перед розбиранням важливо перевірити натяг, зазори та взаємодію зубчастих елементів, а також виконати регулювання відповідно до технічного посібника. Це дозволить уникнути необґрунтованого розбирання та забезпечить ефективну діагностику й ремонт.

Огляд і регулювання головної передачі, диференціала та заднього моста. Процес огляду і регулювання цих вузлів має виконуватись відповідно до посібника з ремонту, наданого виробником автомобіля. Це включає дотримання спеціалізованих процедур, використання правильних інструментів та послідовність дій під час демонтажу, монтажу й налаштування. Процедура перевірки та регулювання зачеплення зубців колеса і шестерні:

1. Очистіть поверхню зубців колеса і шестерні від забруднень.

2. Підготуйте спеціальний матеріал для маркування, наприклад, оксид свинцю або його заміник (можна використовувати тонкий шар спеціальної пасти для перевірки зачеплення зубчастих передач).

3. Нанесення маркувального матеріалу:



Рисунок -2.2 Послідовність дій при пошуку причини шумної роботи головної передачі і диференціала при проходженні поворотів.

Покрийте три-чотири зубці зубчастого колеса маркувальним матеріалом у трьох різних точках по колу. Наносьте матеріал рівномірно, щоб він не був занадто товстим.

Особливості виконання робіт використовуйте лише спеціалізовані інструменти, рекомендовані виробником (наприклад, динамометричні ключі для регулювання натягу). Суворо дотримуйтесь послідовності дій і крутного моменту затягування з'єднань.

Після завершення перевірки і регулювання здійсніть контрольний тестовий пробіг для перевірки відсутності шумів і вібрацій у роботі головної передачі та диференціала. Регулярна перевірка і належне регулювання зачеплення зубчастих передач забезпечують правильну роботу вузлів, зменшують знос і запобігають аварійним ситуаціям. Дотримання інструкцій виробника є ключовим фактором для досягнення максимальної точності та довговічності роботи головної передачі, диференціала і заднього моста.

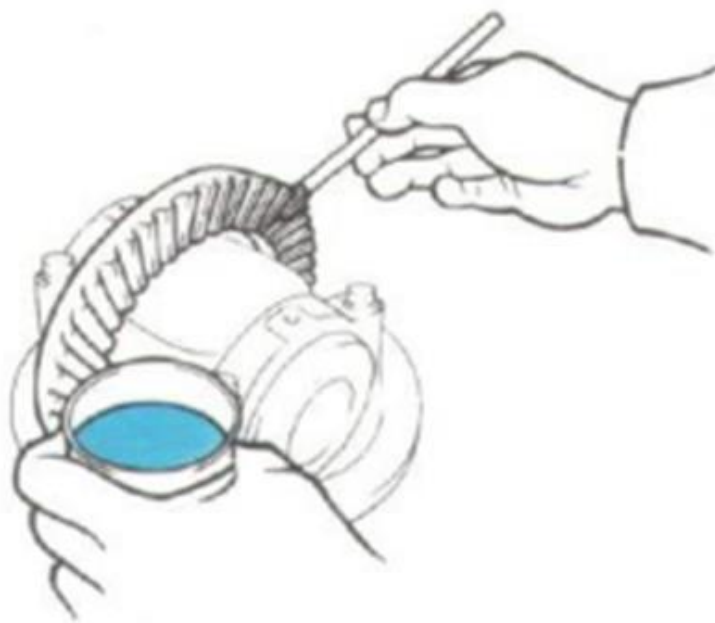


Рисунок 2.3 Спосіб нанесення оксиду свинцю на колесо.

Обережно утримуючи втулку з манжетою, поверніть колесо в обох напрямках. Перевірте слід на зубах.

Якщо зуби з'єднані неправильно, виберіть відповідну прокладку, щоб відрегулювати положення шестерні, і зніміть шестерню.

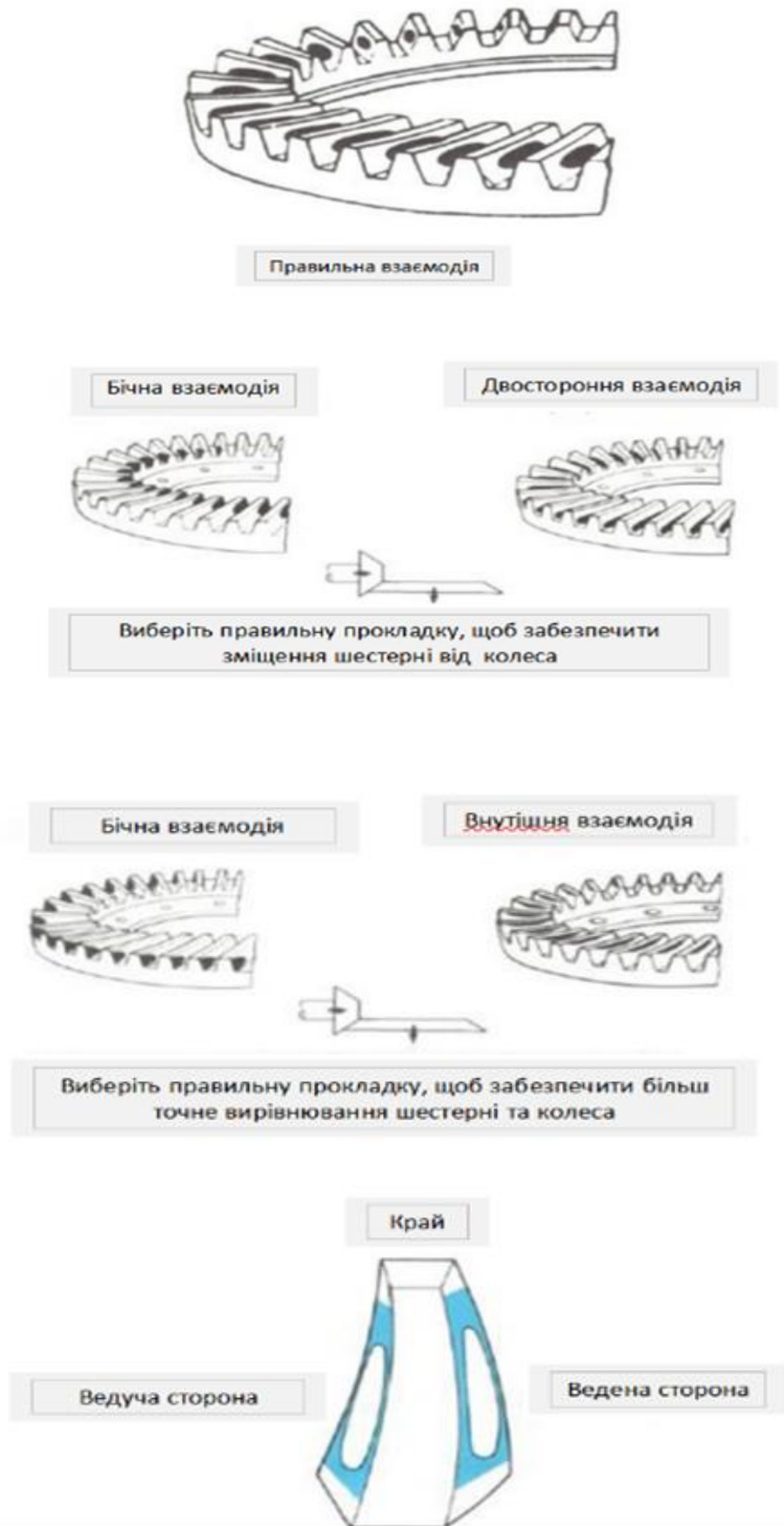


Рисунок 2.4. Сліди взаємодії на зубах колеса.

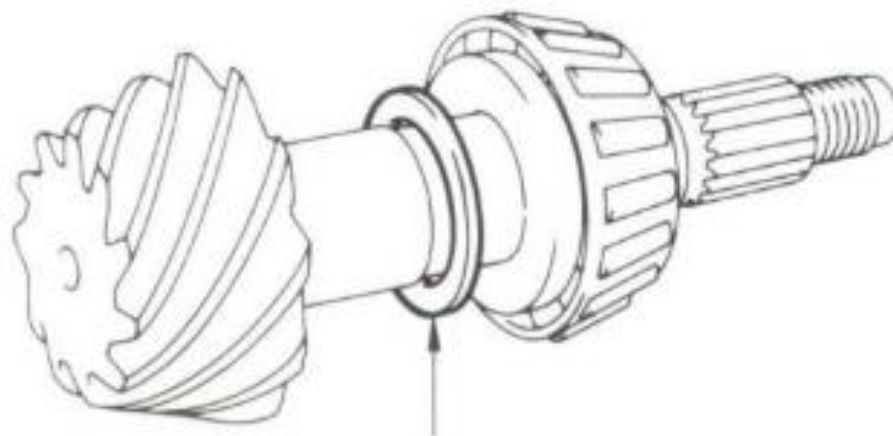


Рисунок 2.5 Регулювальна прокладка шестерні для встановлення правильного зачеплення коліс шестерні з головним редуктором.

2.6 Технологічний процес відновлення чашки диференціала

Чашка диференціала автомобіля вантажного Chevrolet NIVA, 2232 0301628 виготовляється з чавуну КЧ 35-10 ГОСТ 1215-79. Твердість матеріалу деталі – HB 163 [6].

Деталь призначена для передачі крутного моменту від головної передачі через сателіти на півосьові шестерні й далі на ведучі колеса вантажівки.

Чашка коробки диференціала є незамінною та важливою частиною складного механізму трансмісії автомобіля, собою являє елемент обертання і повинна мати дуже точні розміри, як при виготовленні так і після відновлення деталі, все пов'язано з умовами роботи чашки, при русі автомобіля, вона обертається з великою швидкістю і невеликий дисбаланс призводить до виникнення сил інерції, яка діє на підшипники деталі, також можуть діяти ударні навантаження в залежності від експлуатації автомобіля [29].

Так, як дана деталь працює в інтервалі температур від -45 до + 90 градусів в контакт з мастилом, відбувається під час нагріву хімічні реакції, що сприяють виникненню агресивного середовища для деталі.

На рисунку 2.6 показані всі дефекти в кількості 7 штук для деталі чашка диференціала [5].

Чашка диференціала автомобіля, згідно з завдання має такі дефекти під відновлення: отвір під пальці хрестовини диференціала 3 (точність 8 квалітет, шорсткість поверхні $Ra=1,25$), отвір під шийку шестерні 4 (точність 9 квалітет, шорсткість поверхні $Ra=2,5$), поверхня шийки під роликовий підшипник 6 (точність 6 квалітет, шорсткість поверхні $Ra=0,63$) [6].

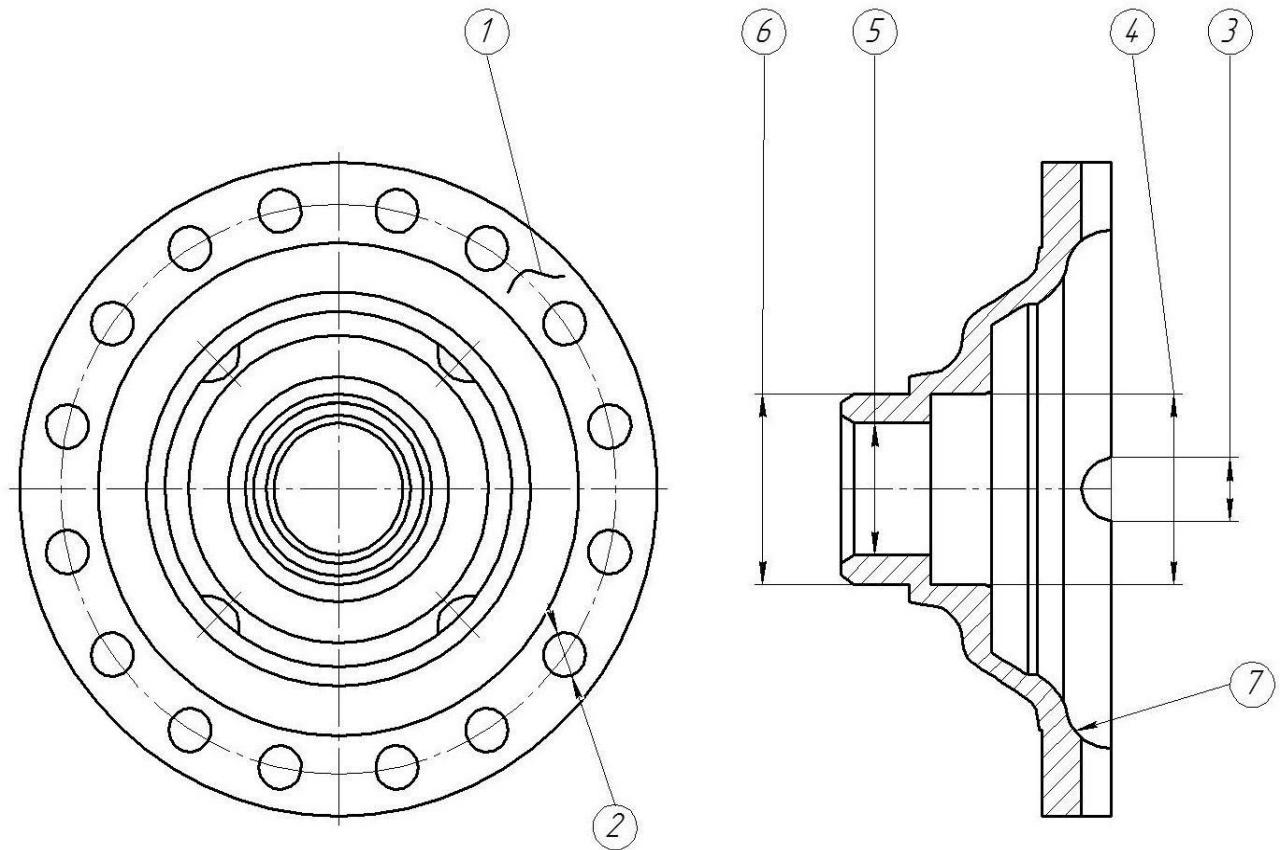


Рисунок 2.6 – Ескіз чашка диференціала з всіма дефектами

Аналізуючи дані по деталі (чашка диференціала), можна казати, що:

1. При обробці деталі буде використовуватися спеціальні пристрої для закріплення деталі.
2. Так, як деталь виготовлена з вавуна, то не є бажаним відновлення з застосуванням тепловидільних теплових операцій;
3. При обробці отвору під шийку, потребує кількох стадій обробки;
4. При обробці поверхні шийки підшипника треба виконувати у три стадії;
5. При відновленні поверхонь за бази можна використовувати торцьову поверхню фланця деталі [6].

Деталь відноситься до класу « порожні стержні» Габаритні розміри: довжина- 128; ширина -272 мм. Маса деталі: 4,72 кг [6].

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [6.24].

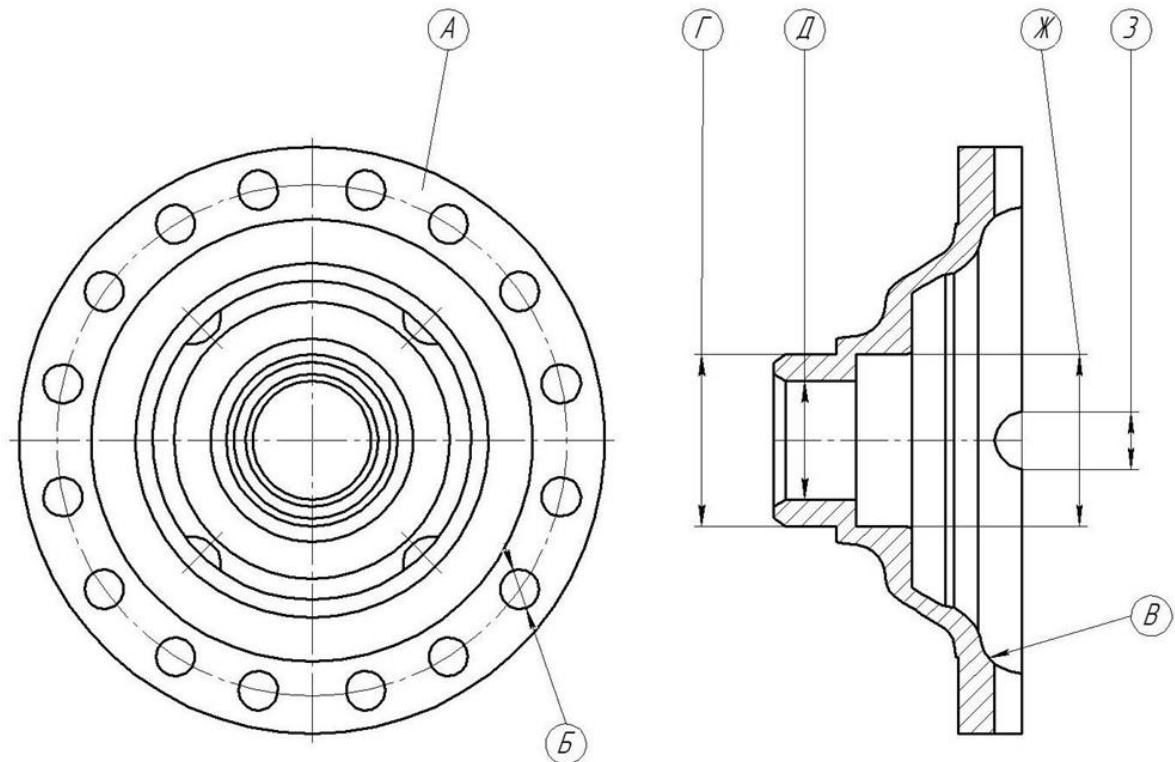


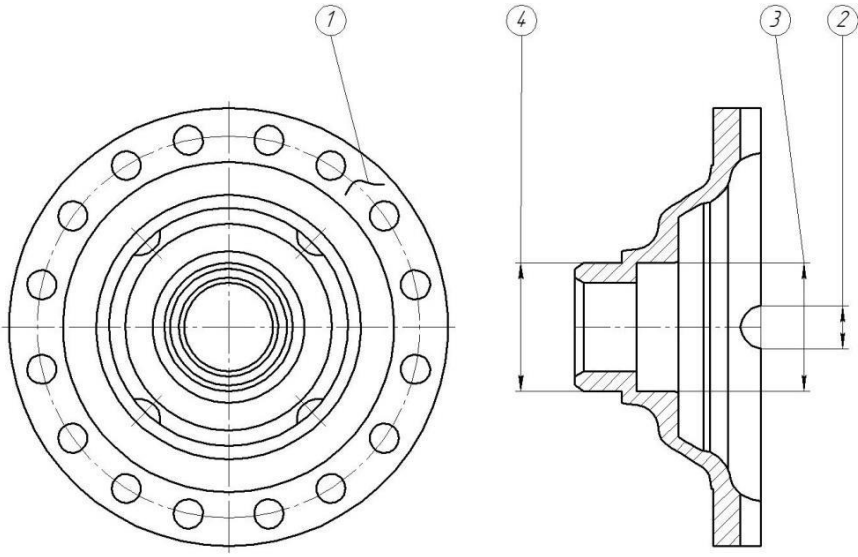
Рисунок 2. 7 – Ескіз чашка диференціала з технічними базами

Деталь “ Чашка диференціала” має відповідати таким технічним вимогам,

1. Поверхня А повинна відповідати Ra 1,25.
2. Осі поверхонь отворів, що йдуть під шипи для хрестовини повинні мати відхилення перпендикулярності не більше +0,04 мм;
3. Після відновлення поверхонь сполучення чашок і шийки під підшипник диференціала неконцентричність може бути не більше 0,03 мм;
4. Поверхня Г повинна відповідати Ra 0,63.
5. Овальність шийки Г повинна бути не більше ніж 0,02 мм [24]

Карта дефектів

Таблиця 2.1 - Карта технічних вимог на дефектування деталі [6.24].

Деталь (складальна одиниця): чашка диференціала					
				№ деталі (складальної одиниці): 2232 0301628	
				Матеріал: Чавун КЧ35-10 ГОСТ 1215-79	
				Твердість: HB 163	
Позиція на ескізі	Можливий дефект	Спосіб виявлення дефекту і засоби контролю	Розмір, мм		Висновок
			за кресленням (номінальний)	робочим допустимий без ремонт	
1	Тріщина на поверхні	Огляд	-	-	Зварити
2	Знос отворів під пальці хрестовини диференціала	Пробка 30,12 мм	$30^{+0,05}$	30,12	Розгортання до ремонтного розміру
3	Знос отвору під шийку шестерні	Пробка 82,2 мм або індикатор 50÷100 мм	$82^{+0,06}$	82,2	Постановка втулки
4	Знос поверхні шийки під роликів підшипник	Скоба 81,99 мм або мікрометр 50÷100 мм	$82^{+0,03} +0,01$	81,99	Залізнення, хромування, плазмове наплення, вібродугове наплення

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [6.24].

Вибір способів відновлення деталі

Потрібно вибрати більше підходячи способи відновлення чашки диференціала за дефектами [25]:

Дефект №1- Тріщина на поверхні [25].

Для показаного дефекту тріщина на поверхні чашки, можливим єдиним правильним способом відновлення є «зварювання».

Дефект №2 - Знос отворів під пальці хрестовини диференціала ($d = 30^{+0,05}_{+0,02}$, величина зносу становить 0,12 мм.) [25].

Для показаного дефекту знос отворів під пальці хрестовини диференціала, можливим єдиним правильним способом відновлення є «розсорткування до ремонтного розміру».

Дефект №3 - Знос отвору під шийку шестерні ($d = 82^{+0,06}$, величина зносу становить 0,2 мм.) [25].

Для показаного дефекту знос отвору під шийку шестерні, можливим єдиним правильним способом відновлення є «постановка втулки».

Дефект №4 - Знос поверхні шийки під роликовий підшипники ($d = 82^{+0,03}_{+0,01}$, величина зносу становить 0,01 мм.) [25].

Потенційно можливими способами відновлення знос поверхні шийки під роликовий підшипник є [25].

залізнення;

хромування;

плазмове напилення;

вібродугове наплавлення.

Порівняю всі ці способи за коефіцієнтами довговічності та техніко-економічної ефективності [25].

Значення коефіцієнта довговічності K_d для показаних способів показують:

залізнення – 0,91; хромування – 1,72; плазмове напилення – 0,95; вібродугове наплавлення – 0,98.

За коефіцієнтом довговічності всі способи усунення дефекту забезпечать необхідний міжремонтний ресурс (не менше ніж на 80%) [16].

Значення коефіцієнта техніко-економічної ефективності K_e показують:

залізнення – 0,837; хромування – 0,087; плазмове напилення – 0,4; вібродугове наплавлення – 0,256.

Так, як впливає, що найбільший коефіцієнт техніко-економічної ефективності має спосіб «залізнення», то ж я його й обираю для усунення поверхні шийки під роликовий підшипник [15].

Після проведеного дослідження та аналізу методів відновлення для чашки диференціала на чотири дефекти, вибрав кращі з представлених методів для відновлення деталі.

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [15].

Вибір технологічних баз

При відновленні пошкодженої поверхні тріщиною, я базую деталь, за технологічні бази, за які приймаю шийку та торець, це показано на рисунку 2.8

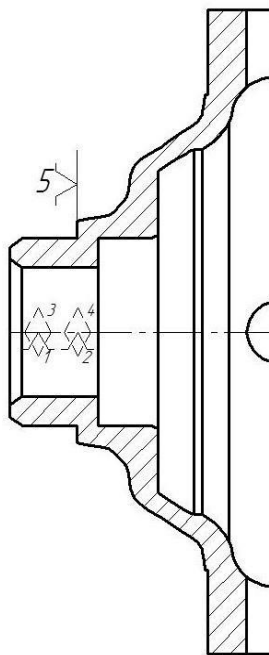


Рисунок 2.8 – Ескіз чашки диференціала при відновленні поверхні

При відновленні зносу поверхні шийки під роликовий підшипник, за технологічні бази беремо торцьову поверхню, це показано на рисунку 2.9.

При відновленні зношених отворів під пальці хрестовини диференціала, у якості технологічних баз приймаємо торцьову поверхню, це показано на рисунку 2.10 [14].

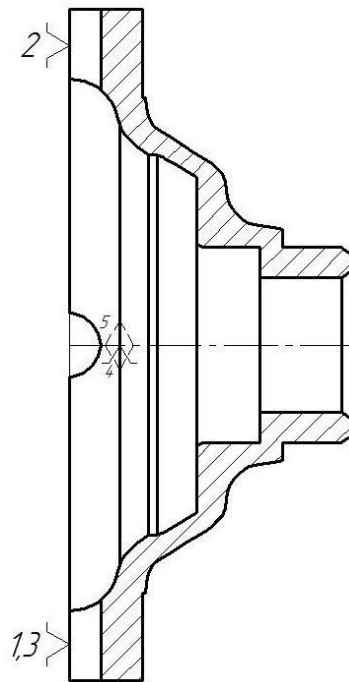


Рисунок 2.9 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні шийки

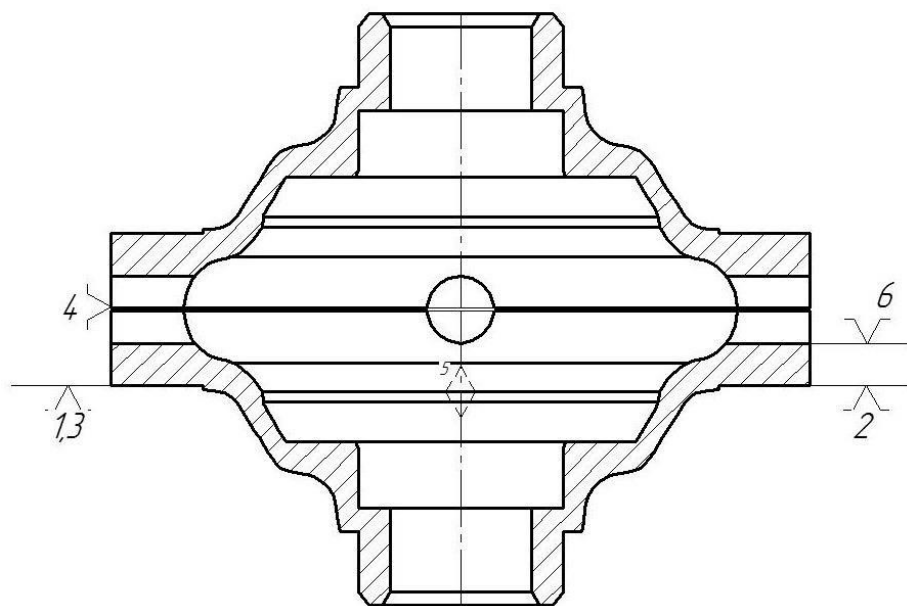


Рисунок 2.10 – Ескіз чашка диференціала при відновленні отворів під пальці

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [14].

Технологія відновлення кожного дефекту

Встановлюємо показану нижче послідовність операцій на кожен дефект для їх усунення з деталі чашка диференціала:

Дефект №1 – Тріщина на поверхні (НВ-163) [13.14].

1.Зварювання

Заварити поверхню чашки.

Слюсарна

Зняти залишок металу й зачистити поверхню в рівень з поверхнею чашки диференціала.

Дефект №2 – знос отворів під пальці хрестовини диференціала $d=28^{+0,05}_{+0,02}$ (НВ-163) [13.14].

1.Слюсарна

Зібрати обидві чашки (ліву та праву).

2. Токарна

Розсвердли, зенкерувати, розгорнути отвір, витримуючи $d=30^{+0,05}_{+0,02}$

Дефект №3 – знос отвору під шийку шестерні півосі $d=82^{+0,06}$ (НВ-163).

1. Токарна

Розточити отвір під ремонтну втулку, витримуючи $d=90,7^{+0,087}$

2. Шліфувальна

Шліфувати отвір під ремонтну втулку, витримуючи $d=91^{+0,035}$

3. Токарна

Точити фаску, витримуючи розміри згідно ескізу

4. Слюсарна

Запресувати ремонтну втулку з зовнішнім діаметром $d=90^{+0,059}_{+0,037}$ внутрішнім діаметром $d=81,6^{+0,19}$

5. Токарна

Підрізати торець «як чисто»

6. Токарна

Розточити отвір попередньо, витримуючи $d=81,9^{+0,074}$

7. Токарна

Розточити отвір остаточно, витримуючи $d=82^{+0,06}$

Дефект № 4 – Знос шийки під роликовий підшипник $d=82^{+0,03}_{0,01}$

1. Шліфувальна

Шліфувати шийку, витримуючи $d=81,7^{+0,074}$

2. Слюсарна

Очистити поверхню від залишків бруду, знежирити

3. Залізнення

Наростити шийку, витримуючи $d = 82,4^{+0,2}$

4. Шліфувальна

Шліфувати шийку попередньо, витримуючи $d = 82,1^{+0,046}$

5. Шліфувальна

Шліфувати шийку остаточно, витримуючи $d = 82^{+0,03}_{+0,01}$

Технологічний маршрут відновлення деталі

В розділі вибираю маршрут відновлення, а саме черговість операцій:

005 Зварювання 9100 Заварити поверхню чашки. 010 Слюсарна 0190

Зняти залишок металу й зачистити поверхню в рівень з поверхнею чашки диференціала.

015 Слюсарна 0190

Зібрати обидві чашки (ліву та праву).

020 Токарна 4110

Розсвердлити отвір, витримуючи $d = 29^{+0,084}$, зенкерувати отвір, витримуючи $d = 29,9^{+0,052}$, розвернути отвір, витримуючи $d = 30^{+0,05}_{+0,02}$

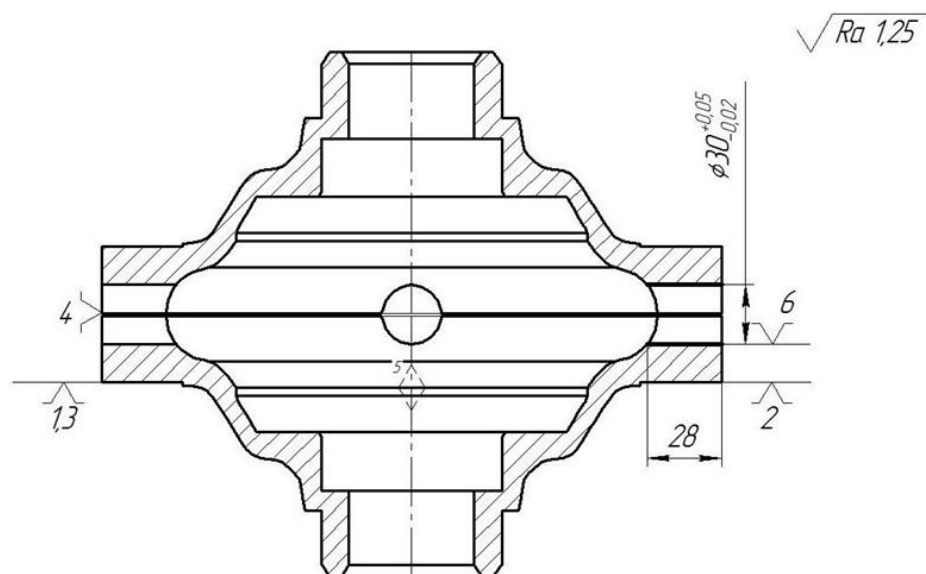


Рисунок 2.11 - Ескіз чашка диференціала при відновленні отворів під пальці 025
Токарна 4110

Розточити отвір під ремонтну втулку, витримуючи $d = 90,7^{+0,087}$, точити фаску, витримуючи розміри згідно ескізу.

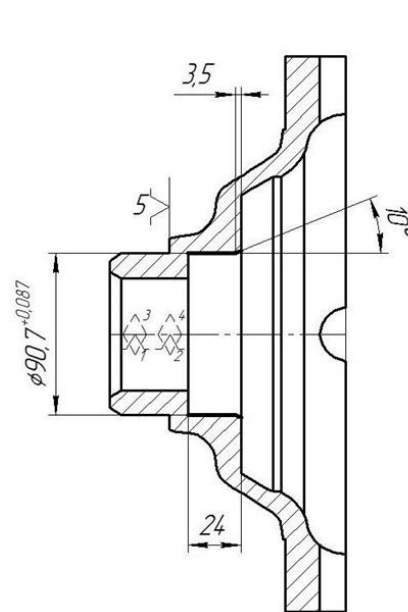


Рисунок 2.12 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні отвору під втулку
030 Шліфувальна 4130

Шліфувати отвір під ремонтну втулку, витримуючи $d = 91^{+0,035}$

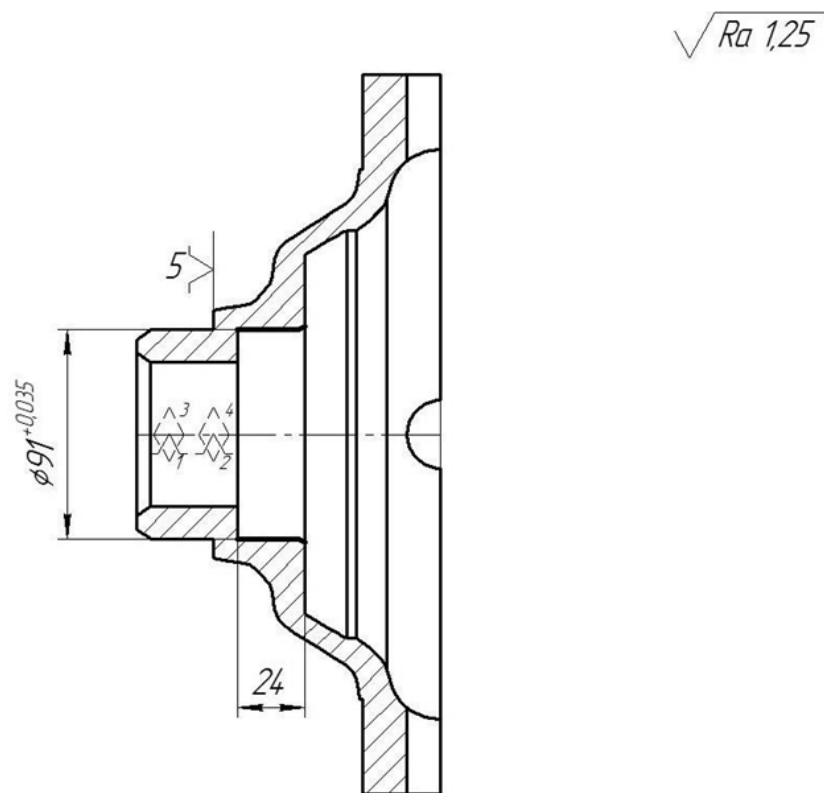


Рисунок 2.13– Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні отвору під втулку
035 Слюсарна 0190

Запресувати ремонтну втулку з зовнішнім діаметром $d = 90^{+0,059}$
 $+0,037$

Й внутрішнім діаметром $d = 81,6^{+0,19}$

040 Токарна 4110 Підрізати торець «як чисто»

045 Токарна 4110

Розточити отвір попередньо, витримуючи $d = 81,9^{+0,074}$

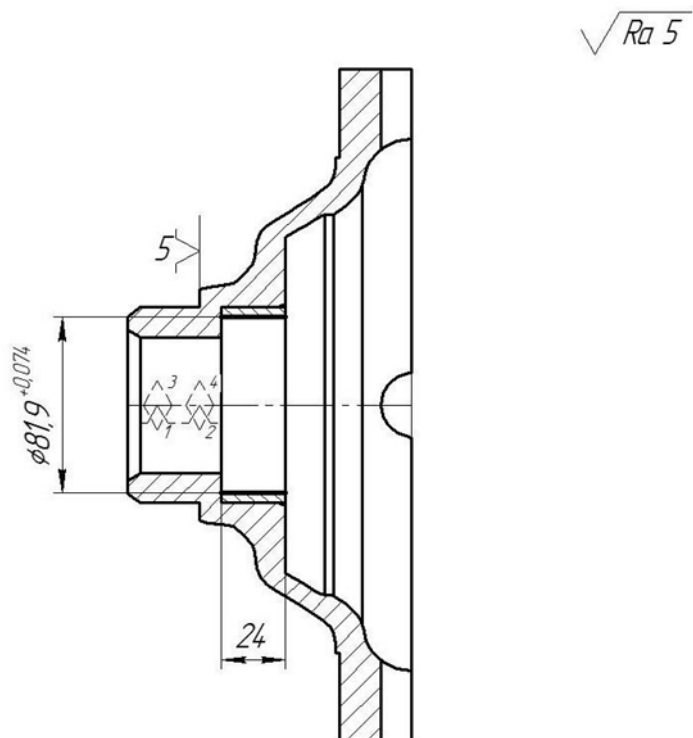


Рисунок 2.14 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні отвору під втулку

050 Токарна 4110

Розточити отвір остаточно, витримуючи $d = 82^{+0,06}$

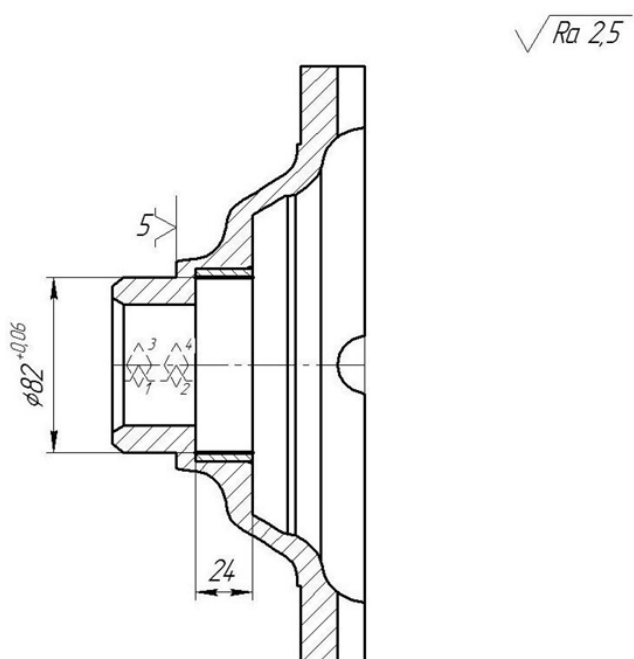


Рисунок 2.15 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні під втулку

055 Шліфувальна 4130

Шліфувати шийку, витримуючи $d = 81,7^{+0,074}$

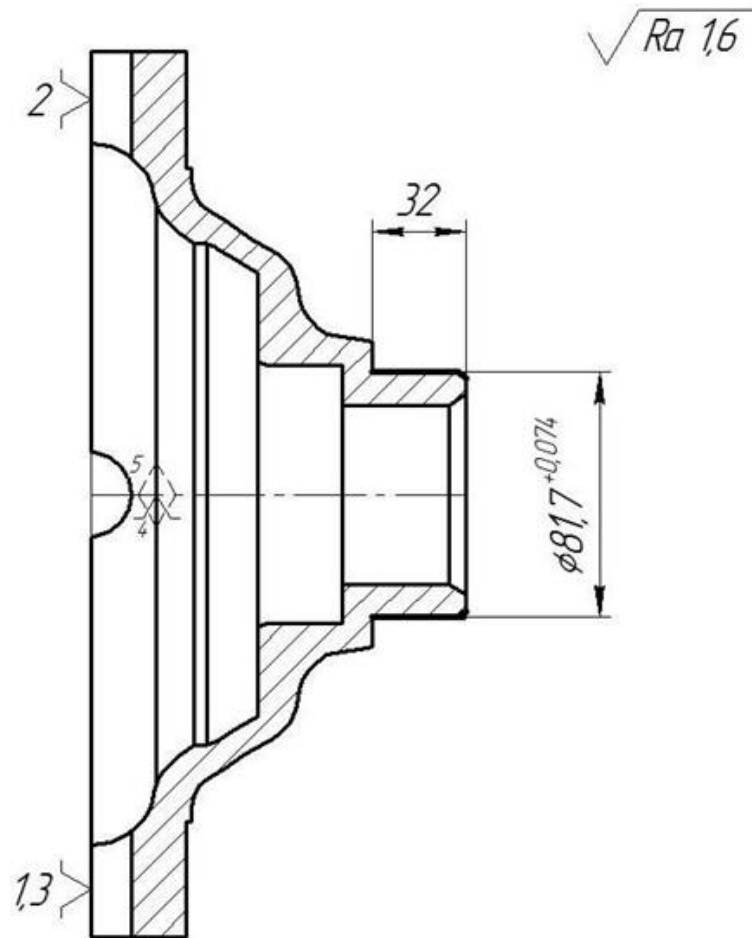


Рисунок 2.16 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні шийки під підшипник

060 Слюсарна 0190

Очистити поверхню від залишків бруду, знежирити.

065 Залізнення 7144

Наростити шийку, витримуючи $d = 82,4^{+0,2}$

070 Шліфувальна 4130

Шліфувати шийку попередньо, витримуючи $d = 82,1^{+0,046}$

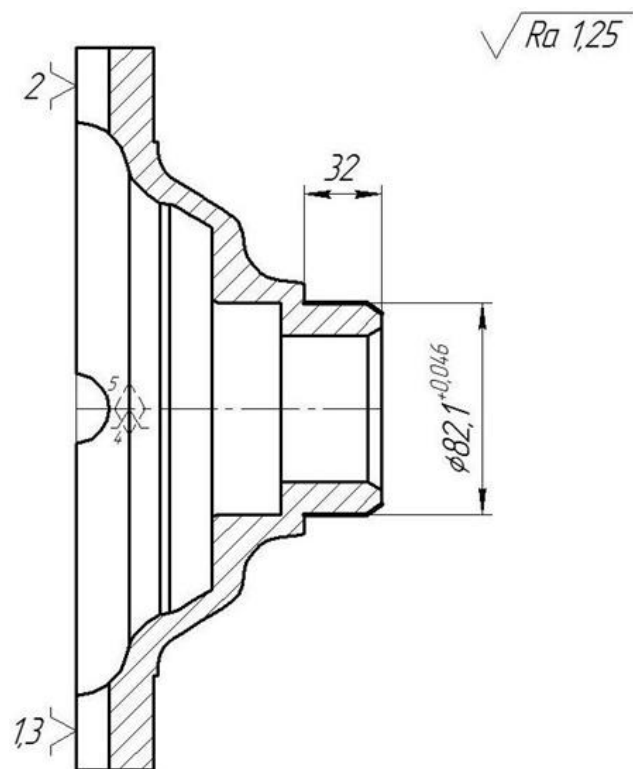


Рисунок 2.17 – Ескіз чашка диференціала при відновленні поверхні шийки під підшипник

075 Шліфувальна 4130

Шліфувати шийку остаточно, витримуючи $d = 82^{+0,03}$

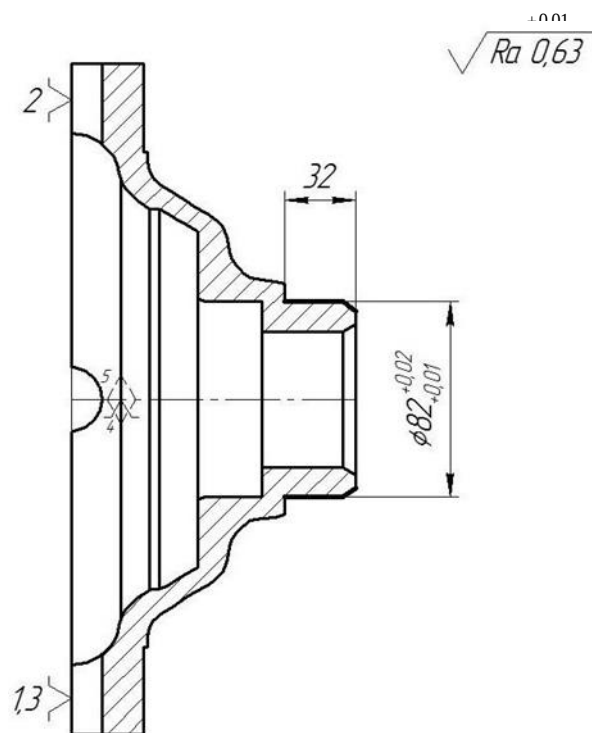


Рисунок 2.18 – Ескіз чашка диференціала при відновленні

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [26,27,28].

2.7 Вибір обладнання та засобів технологічного оснащення

В даному підрозділі треба вибрати обладнання на ділянку, робітників на кожну з операцій з потрібним розрядом для відновлення деталі чашка диференціала [16,18]:

005 Зварювання 9100

Виконавець -19161 електрозварник зварювання 2-го розряду;

стіл зварника ССН-3;

установка для зварювання А-825М

пристосування спеціальне;

електродний дріт ПАНЧ – 11, діаметром 2 мм [25,27].

010 Слюсарна 0190

Виконавець – 17474 слюсар 2-го розряду;

верстак слюсарний;

пристосування спеціальне;

шліфувальна машинка ИЭ-2008.

015 Слюсарна 0190

Виконавець – 17474 слюсар 2-го розряду;

верстак слюсарний;

пристосування спеціальне;

гайковерт пневматичний Intertool.

020 Токарна 4120

Виконавець – 18217 токар 3-го розряду;

верстат токарно-гвинторізний моделі 16K20;

пристосування спеціальне;

свердло діаметром 29 Р6М5;

зенкер діаметром 29,9 Р6М5;

розвертка машинна суцільна 30 Р6М5;

калібр-пробка 30 $\square_{0,05}$ $\square_{0,02}$

025 Токарна 4110

Виконавець – 18285 токар-розточник 3-го розряду;

верстат токарно-гвинторізний моделі 16K20;
патрон самоцентруючий трьохкулачковий;
різець розточувальний ВК8 ГОСТ 18883-73;
різець розточний фасочний ВК8;
калібр-пробка пластинчаста.

030 Шліфувальна 4130

Виконавець – 18873 шліфувальник 4-го розряду;
верстат внутрішньо-шліфувальний моделі 3K228B;
патрон самоцентруючий трьохкулачковий ГОСТ 2675-80;
круг шліфувальний ПП 63×20×20 14A 40H СТ1 7 K1 35 м/с А 1кл;
калібр-пробка пластинчаста. 035 Слюсарна 0190

Виконавець – 17474 слюсар 2-го розряду;
прес 2135-1М;
пристосування спеціальне;
наставка для запресування.

040 Токарна 4110

Виконавець – 18217 токар 2-го розряду;
верстат токарно-гвинторізний моделі 16K20;
патрон самоцентруючий трьохкулачковий;
різець токарний розточувальний з пластинками з твердого сплаву ВК6;
штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

045 Токарна 4110

Виконавець – 18285 токар-розточник 3-го розряду;
верстат токарно-гвинторізний моделі 16K20;
патрон самоцентруючий трьохкулачковий;
різець токарний розточувальний з пластинками з твердого сплаву ВК6;
калібр-пробка пластинчаста.

050 Токарна 4110

Виконавець – 18285 токар-розточник 3-го розряду;
верстат токарно-гвинторізний моделі 16K20;

патрон самоцентруючий трьохкулачковий ГОСТ 2675-80;
 різець токарний розточувальний з пластинками з твердого сплаву ВК3;
 калібр-пробка пластинчаста.

055 Шліфувальна 4130

Виконавець – 18873 шліфувальник 3-го розряду;
 верстат круглошліфувальний моделі ЗУ142;
 пристосування спеціальне;
 круг шліфувальний ПП 500×50×305 14А 40Н СТ1 7 К1 35 м/с А 1кл;
 скоба індикаторна С1 50.

060 Слюсарна 0190

Виконавець – 17474 слюсар 2-го розряду;
 верстак слюсарний;
 ємність з сухим вапном;
 ємність з розчином лугу;
 ванна з водою;
 ветеш (ганчірки сухі).

065 Залізнення 7144

Виконавець – 11637 гальванік 3-го розряду;
 верстат токарний переобладнаний 16К20;
 установка для електролітичного натирання;
 пристосування спеціальне;
 розчин гальванічний сірчаноокислий цинк (ZnSO_4) (700– 720 г/л), борна
 кислота (H_3BO_3) (20–40 г/л);
 штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,1.

070 Шліфувальна 4130

Виконавець – 18873 шліфувальник 3-го розряду;
 верстат круглошліфувальний моделі ЗУ142;
 пристосування спеціальне;
 круг шліфувальний ПП 500×50×305 14А 40Н СТ1 7 К1 35 м/с А 1кл;
 скоба індикаторна С1 50 ГОСТ 11098-75.

075 Шліфувальна 4130

Виконавець – 18873 шліфувальник 4-го розряду;
 верстат круглошліфувальний моделі ЗУ142;
 пристосування спеціальне;
 круг шліфувальний ПП 500×50×305 14А 40Н СТ1 7 К1 35 м/с А 1кл;
 скоба індикаторна С1 50.

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [12,13,14,15].

2.8. Визначення припусків

Роблячи розрахунок припусків та розмірів на кожну з операцій та на кожний перехід кожної обробки поверхні шийки під роликовий підшипник $d_d = 82$, допуск $\delta_d = 0,03$ та $\delta_d = 0,01$ на даний розмір й відповідає 6-му квалітету точності [12,13,14,15].

1) Маршрут відновлення поверхні шарніра рівних кутових швидкостей під шліці, а також має допустимий без ремонту діаметр деталі $d_{др} = 87,99$ [12,13,24,15].

Шліфувати поверхню до розміру $d_{зг}$; Наплавити поверхню до розміру $d_{вт}$; Шліфувати поверхню до розміру d_1 ; Шліфувати поверхню до розміру $d_2 = 82^{+0,03}$

2) Визначаються припуски на кожну механічну стадію обробки деталі чашка диференціала [16, 17,18,10]:

Припуск на точіння для зміни геометричної форми деталі $z_{гф} = 0,25$;
 Припуск на механічну обробку після наплавлення (залізнення) $z_{min} = 0,4$

Припуск на точіння $z_1 = 0,3$

Припуск на чистове шліфування $z_2 = 0,1$

Остаточний діаметр поверхні деталі розподільчий вал $d_2 = d_d = 82$ [26, 27,28,30].

Розраховуючи остаточний розмір поверхні деталі на переході за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

$$d_1 = d_2 + z_2 \quad (2.26)$$

$$d_1 = 82 + 0,1 = 82,1$$

3) Розраховуючи загальний діаметр заготовки за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

$$z_{\text{заг}} = z_1 + z_x \quad (2.27)$$

$$z_{\text{за}} = 0,3 + 0,1 = 0,44$$

6) Розраховуючи товщину нарощеного шару $h_{\text{нар}}$ за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

$$h_{\text{нар}} = (d_d - d_{\text{зг}}) + z_{\text{заг}}; \quad (2.28)$$

$$h_{\text{нар}} = (81,98 - 0,25) + 0,45 = 81,63$$

7) Порівнюємо $h_{\text{нар}}$ з табличним мінімальним припуском на механічну обробку $z_{\text{мін}}$, який, за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

$$h_{\text{нар}} < z_{\text{мін}} \quad (2.29)$$

$$0,4 < 0,7$$

8) Так, як умова вище не виконується, то $h_{\text{нар}}$ приймаємо рівним $z_{\text{мін}}$, за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

$$d_{\text{нар}} = d_{\text{зг}} + z_{\text{мін}}; \quad (2.30)$$

$$d_{\text{нар}} = 81,7 + 0,7 = 82,4$$

9) Розраховуючи корегування припусків на першу механічну операцію за показаною формулою для результату виходить [16, 17,18,20]:

$$z_1 = d_{\text{нар}} - d_1; \quad (2.31)$$

$$z_1 = 81,8 - 81,73 = 0,7$$

10) Встановлюємо допуски на розміри, що розраховували за показаною формулою для результату виходить [12,13,15]:

Допуск на розмір $d_1 = 82,1$ після попереднього шліфування приймаємо за 8-им квалітетом. Він становить $\delta_2 = 0,046$

Допуск на розмір $d_{\text{нар}} = 81,4$ після залізнення визначаємо за формулою [18]:

$$\delta_{\text{нар}} = (0,2 \dots 0,3) h_{\text{нар}}; \quad (2.32)$$

$$\delta_{\text{нар}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 0,7 = 0,14 \dots 0,21$$

Приймаємо $\delta_{\text{нар}} = 0,2$

Тоді діаметр шийки після нарощування буде $d_{\text{нар}} = 81,4 + 0,2$

Допуск на розмір $d_{\text{зг}} = 81,7$ після попереднього шліфування для виправлення геометричної форми приймаємо за 9-им квалітетом. Він становить $\delta_1 = 0,074$

Тоді діаметр шийки заготовки буде $d_{\text{зг}} = 81,7_{-0,074}$.

Записуємо остаточні розміри деталі на кожному переході у відповідності до маршруту обробки [12,13,15]:

Точити поверхню для виправлення геометричної форми, витримуючи $d = 81,7_{-0,074}$

Наплавити поверхню, витримуючи $d = 81,8^{+0,4}$ Точити поверхню, витримуючи $d = 82,2_{-0,037}$

Шліфувати поверхню остаточно, витримуючи $d = 82^{+0,018}$

Підрозділ був написаний скориставшись запозиченими даними з літератури [12,13,15].

2.9 Визначення норм часу

Розрахуємо норму часу на операцію 050 Токарна. Річна програма випуску деталей $N = 3500$ шт. Річний фонд часу $F = 1820$ год. Основний час на операцію $T_o = 0,104$ хв [23,24,25].

Розраховуючи допоміжний час на операцію визначається за показаною формулою для результату виходить [28,31,32,33]:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{вс}} + T_{\text{пр}}, \quad (2.33)$$

При встановленні деталі масою до 10 кг на призму та плиту без вивірювання $T_{\text{вз}} = 0,68$ хв. $T_{\text{опер}} = 0,02$ хв.

$$T_{\text{доп}} = 0,68 + 0,784 = 1,46 \text{ хв.}$$

Розраховуючи оперативний час визначається за показаною формулою для результату виходить [13,14,15]:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} \text{ хв.} \quad (2.34)$$

$$T_{оп} = 0,78 + 1,46 = 2,25 \text{ хв}$$

Розраховуючи додатковий час визначається за показаною формулою для результату виходить [13,14,15]

$$T_{дод} = T_{оп} / 100 \times k, \text{ хв.} \quad (2.35)$$

При роботі на верстатах додатковий час становить 8% від оперативного.

$$T_{дод} = 2,25 / 100 \times 8 = 0,18 \text{ хв}$$

Розраховуючи штучний час визначається користуючись за показаною формулою для результату виходить [13,14,15]:

$$T_{ш} = T_o + T_{дон} + T_{доо} \text{ хв.} \quad (2.36)$$

$$T_{ш} = 0,784 + 2,25 + 0,18 = 3,214 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо заключний час $T_{пз} = 15 \text{ хв.}$

Так само визначаємо наступні складові штучного часу і підготовчо-заклучний час на всі інші операції технологічного процесу шарніра рівних кутових швидкостей і результати на 13 операцій заносимо у зведену таблицю 2.2 [13,14,15].

Таблиця 2.2 - Складові штучного часу, штучний і підготовчо-заклучний час

Номер і найменування операції	T_o , хв $T_{штне}$ повне	$T_{дон}$, хв	$T_{оп}$, хв	$T_{дод}$ хв	$T_{шт}$, хв	$T_{пз}$, хв
005 Зварювання	0,02	1,8	1,82	10	11,82	18
010 Слюсарна	0,051	0,84	0,891	0,14	1,03	4
015 Слюсарна	0,021	0,84	0,861	0,22	1,08	4
020 Токарна	1,73	1,2	2,93	0,28	3,21	15
025 Токарна	0,3	1,2	1,5	0,18	1,68	15
030 Шліфувальна	1,04	1,5	2,54	0,32	2,86	7
035 Слюсарна	0,129	0,84	0,97	0,14	1,11	4
040 Токарна	0,69	0,91	1,6	0,18	1,78	15
045 Токарна	0,47	1,2	1,67	0,22	1,87	15
050 Токарна	0,78	1,46	2,25	0,18	3,21	15

055 Шліфувальна	0,37	1,5	1,87	0,35	2,22	7
060 Слюсарна	0,71	0,84	1,55	0,12	1,67	4
065 Залізнення	9,8	2,6	12,4	2,2	14,6	18
070 Шліфувальна	0,52	1,5	2,02	0,25	2,27	7
075 Шліфувальна	0,34	1,5	1,84	0,25	2,1	7

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування модернізації стенду для обкатування

Контрольно-випробувальні роботи є завершальною стадією технологічного процесу ремонту, що забезпечує перевірку основних параметрів відремонтованих агрегатів. Ці роботи гарантують відповідність техніко-експлуатаційних показників агрегатів вимогам нормативно-технічної документації. Для випробування ведучих мостів використовуються спеціалізовані стенди, які зазвичай включають:

1. Привідний електродвигун.
2. Випробувальний задній міст.
3. Навантажувальний або гальмівний пристрій.

Типи навантажувальних пристроїв: Механічні пристрої: Найчастіше використовуються гальмівні барабани, що з'єднуються зі спеціальними напіввісями. Недоліки: Часткове розбирання заднього мосту. Необхідність виготовлення спеціальних напіввісей. Неможливість тривалого і безперервного тестування під навантаженням. Гідравлічні пристрої: Забезпечують точніше навантаження, але потребують складнішої конструкції. Електричні пристрої:

Найсучасніший варіант, що забезпечує: Тривале тестування. Можливість блокування диференціалу. Зниження витрат ручної праці. Пропозиція модернізації стенда. Модернізація механічного стенда шляхом заміни навантажувального пристрою на електричний гальмівний механізм має наступні переваги:

1. Не потребує суттєвих змін у технологічному процесі.
2. Скорочує витрати ручної праці та допоміжний час.
3. Підвищує продуктивність праці приблизно на 1,8 рази.

Модернізація стенда для випробувань ведучих мостів шляхом впровадження електричного навантажувального пристрою є раціональним і економічно вигідним рішенням. Це дозволяє значно знизити витрати ручної

праці, підвищити продуктивність та забезпечити якісну перевірку ведучих мостів, не вдаючись до кардинальних змін у технологічному процесі.

3.2 Обґрунтування та розробка конструкції модернізованого стенду

Розроблений стенд (рис. 3.1) має на меті підвищення продуктивності праці шляхом оптимізації процесів закріплення виробів, з'єднання карданного валу та ведучого валу моста, встановлення і закріплення захисних кожухів, а також усунення недоліків базового стенда, таких як недостатній об'єм масляного бака. Рама (1) є основною опорною конструкцією, на якій закріплено всі елементи стенда. Складається з основи, що включає два повздовжні та три поперечні пояси столу який має два повздовжні та чотири поперечні пояси. Усі пояси виготовлені з швелерів, розташованих полицями всередину. З'єднання швелерів виконується за допомогою ручного дугового електрозварювання. Привідний електродвигун (2) який встановлений на полицях швелерів столу за допомогою болтів і гайок забезпечує обертання карданного валу під час випробувань для з'єднувальний карданний вал (3). Передає обертальний момент від електродвигуна до ведучого валу моста, що випробовується. Зчіпний пристрій (4) Використовується для надійного з'єднання карданного валу з ведучим валом моста. Баки для масла (5, 6) Закріплені на полицях швелерів основи рами, що збільшує об'єм баків зменшує частоту обслуговування та забезпечує стабільне змащення вузлів. Кожух карданного валу (7) та зчіпного пристрою (8) захищають механізми під час роботи, забезпечуючи безпеку експлуатації. Пневматична система Включає пневмоциліндри для нагнітання масла та забезпечення роботи допоміжних елементів стенда. Система управління, яка дозволяє контролювати процес випробувань. Основа Рама містить два повздовжні та три поперечні пояси, розташовані ближче до поздовжньої осі рами для підвищення жорсткості. Стіл закріплений на основі за допомогою вертикальних стійок, забезпечуючи стабільність конструкції. Усі швелери з'єднані електрозварюванням для забезпечення міцності. Привідний електродвигун, кожухи карданної передачі та зчіпного пристрою встановлені на

столі за допомогою болтових з'єднань, що спрощує монтаж і демонтаж. Призначені для надійного закріплення мосту, що випробовується. Кріпляться до поперечних поясів столу електрозварюванням. Збільшений об'єм масляних баків дає змогу скоротити частоту обслуговування під час тривалих випробувань. Швидкокомтовані кожухи забезпечують захист вузлів і зручність доступу під час обслуговування.

Переваги модернізованого стенда

1. Зниження допоміжного часу:

Оптимізація закріплення та з'єднання вузлів зменшує витрати часу на підготовку до випробувань.

2. Збільшення об'єму масляного бака:

Забезпечує стабільне змащення та знижує потребу в обслуговуванні.

3. Покращення безпеки:

Захисні кожухи мінімізують ризики при роботі стенда.

4. Економічність:

Вдосконалення конструкції стенда не потребує значних витрат і корінної перебудови технологічного процесу.

5. Підвищення продуктивності:

Скорочення допоміжного часу дозволяє збільшити продуктивність приблизно на 1,8 рази.

Модернізований стенд для випробувань ведучих мостів забезпечує високу ефективність, надійність та безпеку. Впровадження вдосконалень дозволяє досягти значного підвищення продуктивності праці, знизити витрати часу на обслуговування та забезпечити якісне виконання випробувань.

Для виготовлення платформ стенда використовується конструкція зі швелерів. На полиці поздовжніх поясів встановлено резервуар, призначений для збору масла, яке зливається під час роботи із заднім мостом. Крім того, до столу стенда кріпиться основна частина органів керування.

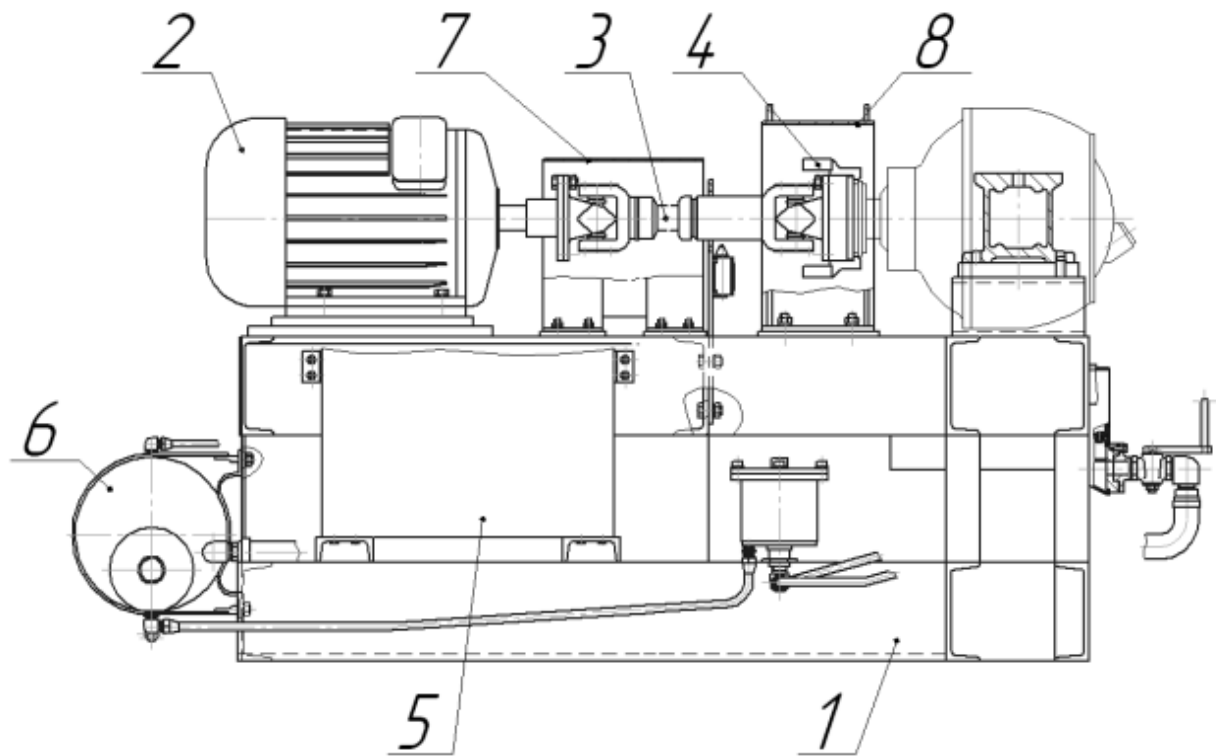


Рисунок 3.1 - Схема стану для обкатування ведучих моста

Шість вертикальних стійок, які з'єднують стіл з основою стану, також виконані зі швелерів. Їх кількість і розташування забезпечують необхідну жорсткість конструкції, що є ключовим фактором для надійної роботи стану. У конструкції передбачені тумби, розташовані під зовнішніми частинами моста, на яких закріплені кожухи гальмівних барабанів та лотки для збору відпрацьованого масла. Тумби виконані з елементів кутового профілю, які з'єднані між собою за допомогою дугового електрозварювання, що забезпечує їх міцність та стабільність.

Процес роботи стану побудований таким чином: ведучий міст, який необхідно обкатати, встановлюється на опорні стійки. Для з'єднання карданного валу з ведучим валом моста використовується спеціальний зчіпний пристрій, який після з'єднання закривається захисним кожухом. За допомогою пневматичної системи забезпечується наповнення картера диференціала заднього моста технологічним маслом. Після цього приводиться в дію електродвигун, і процес обкатки здійснюється за заданими параметрами. По

завершенню обкатування проводиться злив масла, розчеплення ведучого моста та його демонтаж зі стенда. [2]

Найпоширенішими дефектами компонентів головної передачі, диференціала та півосей є такі: зношення або поломка зубців шестерень, некоректне регулювання зачеплення шестерень, зношення підшипників та їх посадкових місць. До цього додаються дефекти, як-от зношення шийок хрестовин, поверхонь сателітів, торців та півосьових шестерень, а також пошкодження шліців, зрив шпонкових з'єднань півосей, сальників і їхніх посадкових місць.

3.3 Аналіз конструкції підйомника

Під час розробки проєкту підйомника було проведено аналіз різних конструкцій аналогічних пристроїв, зосереджуючи увагу на їхніх перевагах і недоліках. Основним критерієм вибору стала здатність підйомника забезпечувати вільний доступ до вузлів і агрегатів, розташованих у нижній частині автомобіля. Крім того, конструкція повинна була відзначатися високою жорсткістю та надійністю, залишаючись при цьому відносно легкою.

Додатково враховувався досвід автотранспортного підприємства, яке раніше використовувало підкатні стійки з електромеханічним приводом. Однак, у процесі розробки було прийнято рішення застосувати гідравлічний привід. Такий вибір обумовлений низкою переваг, які гідропривод має перед іншими системами.

Переваги гідравлічного приводу

1. Простота кінематики та зниження металоємності:

Гідравлічний привід дозволяє реалізувати простішу конструкцію механізмів завдяки відсутності складних кінематичних схем. Це також сприяє зменшенню ваги підйомника.

2. Підвищення точності та надійності роботи:

Гідравліка забезпечує плавний рух і точність підйому, що є критично важливим для обслуговування автомобіля.

3. Компактність і потужність:

Завдяки можливості створення високих зусиль при малих габаритах, гідравлічний привід є оптимальним вибором для підйомних пристроїв.

4. Широкі можливості регулювання:

Система забезпечує плавне регулювання швидкості підйому та опускання в широкому діапазоні.

5. Робота в динамічних режимах:

Гідропривод дозволяє ефективно функціонувати в умовах змінного навантаження.

6. Прямолінійний рух без кінематичних перетворень:

Виключення проміжних механізмів дозволяє зменшити кількість вузлів, що зношуються, та підвищити надійність системи загалом.

Застосування гідравлічного приводу для підйомника забезпечує низку переваг, серед яких компактність, висока потужність, зручність в експлуатації та довговічність. Цей вибір дозволяє не лише знизити витрати на виготовлення і обслуговування обладнання, але й підвищити якість виконання ремонтних робіт завдяки точному і плавному підйому автомобіля.

3.4 Призначення, будова та принцип дії

3.4.1 Призначення

Електрогідравлічний підйомник призначений для підняття легкових і вантажних автомобілів на висоту до 1800 мм з метою виконання технічного обслуговування та ремонту. Особливістю конструкції є наявність робочого органу, встановленого на вантажному візку, що дозволяє використовувати підйомник як самостійно, так і в поєднанні з іншими аналогічними пристроями в складі поста обслуговування.

3.4.2 Будова та принцип роботи підйомника

Конструктивні елементи рама (1) яка становить основу підйомника (рис.3.3), до якої закріплюються всі елементи несучої конструкції. Підхоплювач (2) Оснащений двома роликами (3), які забезпечують його рух по напрямних, що приварені до несучих стійок (4). Несучі стійки (4) Мають напрямні, по яких пересувається підхоплювач. Стійки утворюють основну вертикальну частину конструкції. Гідравлічний циліндр (5) розташований між несучими стійками і з'єднаний із підхоплювачем за допомогою двох ланцюгів. Один кінець кожного ланцюга кріпиться до підхоплювача, а другий — до плити візка. Ланцюги та ролики гідроциліндр має поперечний валик із двома роликами, через які проходять ланцюги, що передають зусилля від гідравлічного приводу до підхоплювача. Робота підйомника забезпечується електродвигуном, який приводить у дію гідравлічний плунжер. Під дією гідравлічної рідини плунжер переміщується, створюючи силу, що передається на підхоплювач через ланцюговий механізм. Це забезпечує плавне підняття автомобіля до необхідної висоти. Підйомник можна переміщати в зоні обслуговування вручну за допомогою спеціальної ручки. Це забезпечує мобільність пристрою та можливість використання його в різних точках ремонтної зони. Підйомник легко транспортується в межах ремонтної зони, що робить його зручним у використанні. Використання гідравлічного приводу забезпечує стабільну роботу механізму навіть під великим навантаженням. Гідравлічний плунжер забезпечує рівномірний підйом, зменшуючи ризик пошкодження автомобіля під час обслуговування.

Електрогідравлічний підйомник є ефективним і універсальним інструментом для технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Його конструкція забезпечує високу надійність, мобільність і зручність у використанні, що робить цей пристрій незамінним на сучасних автотранспортних підприємствах.

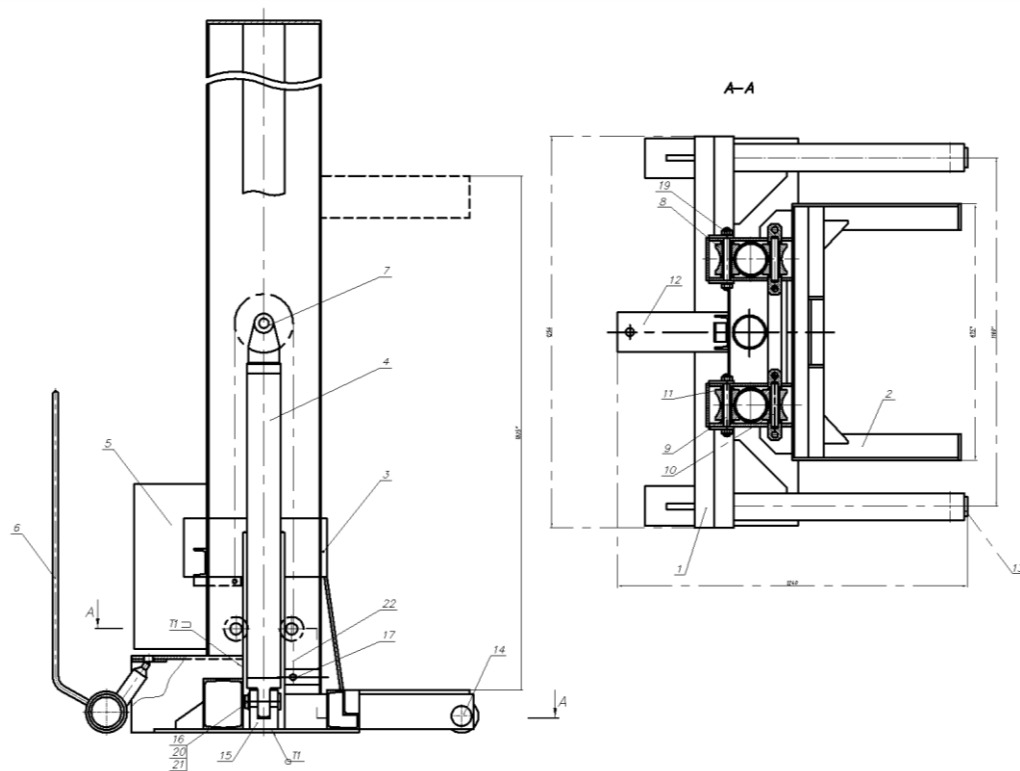


Рисунок .3.3 – Схема електрогідравлічного підкатного підйомника

Основою конструкції візка є рама, виготовлена методом зварювання з прокатних металевих профілів. До рами кріпляться чотири колеса, з яких двоє мають здатність обертатися навколо своєї осі на 360° завдяки спеціальному поворотному механізму. Це забезпечує високу маневреність і дозволяє легко пересувати візок у межах зони обслуговування. Для керування рухом візка використовується спеціальна ручка (6), яка безпосередньо з'єднана з поворотним механізмом.

На верхній площині рами візка жорстко закріплено два вертикальні стояки (7), які зварені між собою таким чином, що утворюють прямокутну конструкцію. Ці стояки виконують функцію основних несучих елементів, які приймають навантаження, передане від підхоплювача під час роботи підйомника.

Для забезпечення точного контролю висоти підйому підхоплювача, у конструкції підйомника передбачені автоматичні вимикачі. Вони спрацьовують при досягненні кареткою верхнього або нижнього рівня, запобігаючи

перевищенню встановлених меж. Це рішення сприяє підвищенню безпеки експлуатації та запобігає можливим пошкодженням обладнання.

3.4.3 Розрахунок кінематичної схеми

Сили, які діють на підйомник при його переміщенні:

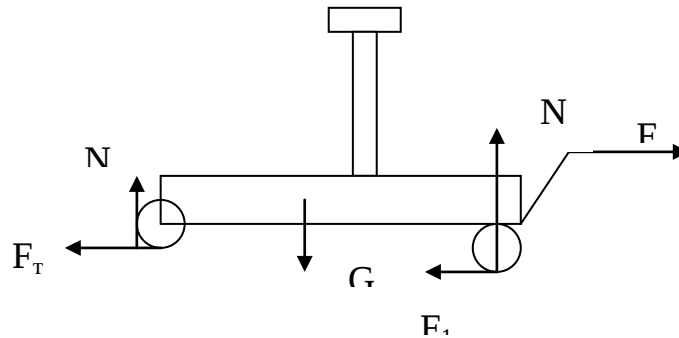


Рисунок 3.4 – Схема сил, які діють на навантажений підйомник:

F – сила прикладання для переміщення підйомника; N - нормальна реакція опори; G – маса підйомника; F_T – сила тертя кочення.

Сила $\vec{G}$ і $\vec{N}$ однакові по модулю, але різні за напрямками, тому вони зрівноважують одна одну. Виходячи з цього, сили, прикладені для перетягування підйомника протидіють силі тертя F_T , яка визначається із співвідношення:

$$F_T = \mu N. \quad (3.1)$$

$$F_T = 0,015 \cdot 6033 = 90,5 \text{ H}$$

$$N = G \cdot q = 615 \cdot 0,81 = 6033 \text{ H}$$

$$F = -4 \cdot 90,5 = -365 \text{ H} \approx 36 \text{ кН}$$

де μ - коефіцієнт тертя кочення. Для пари $\mu = 0,015$

$$F_T = 0,015 \cdot 6033 = 90,5 \text{ H}$$

$$N = G \cdot q = 615 \cdot 0,81 = 6033 \text{ H}$$

В даному підйомачі використовується дві пари коліс, відповідно з цим:

$$F = -4F_T. \quad (3.2)$$

$$F = -4 \cdot 90,5 = -365H \approx 36кг$$

Для того, щоб перетягнути даний підйомник по рівному бетонному покриттю необхідно прикласти силу 36 кг.

3.4.4 Розрахунок елементів підйомника

Вихідні дані для розрахунку гідравлічного підйомника є: максимальна вантажопідйомність, Н; висота піднімання, мм; час піднімання, с.

Вага, яку піднімає гідравлічний підйомник F_ϕ із врахуванням перевантаження :

$$F_\phi = F \cdot k_n, \quad (3.3)$$

$$k_n=1,2;$$

$$F_\phi = 2.0 \cdot 10^3 \cdot 1.2 = 24кН .$$

Швидкість піднімання ν визначимо за формулою

$$\nu = \frac{H}{t}, \quad (3.4)$$

$$\nu = \frac{1.825}{75} = 0,024м/с .$$

Розрахуємо діаметр гідроциліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_\phi}{\pi \cdot p \cdot 10^6}}, мм, \quad (3.5)$$

($p=10$ МПа).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 24 \cdot 10^3}{3,1416 \cdot 10 \cdot 10^6}} = 55,2мм .$$

Приймаємо діаметр поршня $D=56$ мм.

3.4.5 Вибір насоса

Подача насоса визначимо із залежності:

$$Q_H = \frac{V_{\max} \cdot \eta_{\text{он}}}{t}, \quad (3.6)$$

приймаємо $\eta_{\text{он}} = 0,9$.

Максимальний робочий об'єм гідроциліндра визначимо за формулою:

$$V_{\max} = A_n \cdot H, \quad (3.7)$$

$$A_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.8)$$

$$A_n = \frac{3,1416 \cdot 0,056^2}{4} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

$$V_{\max} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot 1,825 = 4,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$Q_H = \frac{4,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 0,9}{75} = 2,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Потужність, яка витрачається на привод насоса

$$N_H = \frac{Q_H \cdot p \cdot 10^6}{\eta_{\text{вн}}}, \quad (3.9)$$

$\eta_{\text{вн}} = 0,88$.

$$N_H = \frac{2,34 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 10^6}{0,88} = 2,65 \text{ кВт}.$$

Приймаємо асинхронний електродвигун марки АИР100S4 потужністю $N_e = 3,0$ кВт при частоті обертання $n_N = 1500$ об/хв. .

Необхідний об'єм подачі масла за один оберт ведучого вала насоса:

$$q = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot Q_H}{n_N}, \quad (3.10)$$

$$q = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 2,34 \cdot 10^{-4}}{1500} = 0,094 \text{ дм}^3 / \text{об}.$$

Приймаємо масляний насос шестеренчастого типу марки НШ10 з робочим об'ємом $q = 0,01 \text{ дм}^3 / \text{хв}.$

3.4.6 Розрахунок деталей гідроциліндра на міцність

Приведемо розрахунок основних деталей гідроциліндра на міцність. Під час роботи шток гідроциліндра зазнає напруження стискання, яке повинно задовольняти нерівність:

$$\sigma_{cm} = \frac{F\phi}{A_u} \leq [\sigma_{cm}], \quad (3.11)$$

для сталі 35 $[\sigma_{cm}] = 140 \text{ МПа}$.

$$A_u = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.12)$$

$d = 30 \text{ мм}$.

$$A_u = \frac{3,1416 \cdot 30^2}{4} = 706,8 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{cm} = \frac{66 \cdot 10^3}{706,8} = 93,3 \text{ МПа} < [\sigma_{cm}] = 140 \text{ МПа}.$$

Отримане значення менше за допустиме, отже умова міцності виконується: $\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$.

Труби гідроциліндра розраховують на нормальні напруження від внутрішнього тиску, що діє в коловому напрямку:

$$\sigma = \frac{p_{\max} \cdot (D + h)}{2 \cdot h} \leq [\sigma], \quad (3.13)$$

$p_{\max} = 12 \text{ МПа}$; $h = 16 \text{ мм}$.

$$\sigma = \frac{12 \cdot (56 + 16)}{2 \cdot 16} = 27 \text{ МПа}.$$

Отримане значення менше за допустиме напруження $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$.

3.4.7 Розрахунок діаметра осі ролика

Осі роликів не передають обертового моменту, а сприймають тільки поперечне навантаження. Тому вісь розраховуємо тільки на згин.

Знайдемо реакції R , які виникають між роликами і стійкою, при навантаженні захвату зусиллям $F_{\phi} = 24000 \text{ Н}$. Складаємо рівняння моментів відносно точки O , яка утворена перетином перпендикулярів проведених від сил R та F_{ϕ} .

$$\sum M_{(0)} = 0; 2 \cdot R \cdot l_1 - F \cdot l_2 = 0, \quad (3.14)$$

де l_1 та l_2 - плечі сил R та F .

Приймаємо $l_1 = 0,55 \text{ м}$, $l_2 = 0,48 \text{ м}$.

$$R = \frac{F \cdot l_2}{2l_1} = \frac{24000 \cdot 0,48}{2 \cdot 0,55} = 10472 \text{ Нм}.$$

Діаметр циліндричної суцільної осі знайдемо із виразу

$$M_{32} = 0,1(n \cdot d)^3 \cdot [\sigma_{32}], \quad (3.15)$$

Для матеріалу нормалізована сталь 35, $[\sigma_{32}] = 70 \text{ МПа}$.

згинаючий момент, Нм, який визначаємо за формулою

$$M_{32} = F \cdot l_2 = 24000 \cdot 0,48 = 11520 \text{ Нм};$$

В прийнятій конструкції $n=4$.

$$d = \frac{1}{n} \sqrt[3]{\frac{M_{32}}{0,1 \cdot [\sigma_{32}]}} = \frac{1}{4} \sqrt[3]{\frac{11520}{0,1 \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0,030, \text{ м}. \quad (3.16)$$

Приймаємо $d = 30 \text{ мм}$.

Проведений розрахунок основних деталей гідроциліндра показав, що їх геометричні розміри прийняті вірно з дотриманням умови міцності при дії максимальних навантажень на деталі.

3.4.8 Розрахунок на міцність коліс підйомника.

Колеса рами-візка виготовляємо із сірого чавуну марки СЧ 32-52, для якого допустиме напруження на стиск для круглої форми перерізу $[\sigma_{cm}] = 2,4 \text{ МПа}$ при статичному навантаженні.

Розрахунок контактних напружень, які виникають між колесом підйомника і бетонною підлогою можна звести до визначення контактних напружень між двома циліндрами.

До прикладання питомого навантаження q циліндри стикаються по лінії. Під навантаженням лінійний контакт переходить в контакт по вузькій площині і при цьому точки максимальних нормальних напружень σ_n лежать на поздовжній осі симетрії контактної площини. Значення цих напружень вираховуємо за формулою

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{q \cdot 2 \cdot E_1 \cdot E_2}{\rho_{36} \cdot \pi \cdot [E_1(1 - \mu_2^2) + E_2(1 - \mu_1^2)]}}, \text{МПа} \quad (3.17)$$

Для конструктивних матеріалів коефіцієнт Пуассона лежить в межах $\mu = 0,25 \dots 0,3$. Без суттєвої похибки можна прийняти $\mu_1 = \mu_2 = 0,3$ і отримуємо формулу у вигляді

$$\sigma_n = 0,418 \sqrt{\frac{q \cdot E_{36}}{\rho_{36}}}, \text{МПа} \quad (3.18)$$

Питоме контактне навантаження визначаємо за формулою

$$q = \frac{F + F_n}{l_\Sigma} = \frac{24000 + 5000}{0,16} = 181250 \frac{H}{m^2} = 0,18125 \text{МПа}, \quad (3.19)$$

приймаємо $F_n = 5000H$;

Для двох коліс довжина лінії контакту рівна $l_\Sigma = 0,16m$.

Зведений модуль пружності контактних матеріалів визначаємо за формулою

$$E_{36} = \frac{2E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2} = \frac{2 \cdot 160000 + 49000}{160000 + 49000} = 75023, \text{МПа}, \quad (3.20)$$

Зведений радіус кривизни контактних поверхонь визначаємо за формулою

$$\frac{1}{\rho_{36}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}, \quad (3.21)$$

При $r_2 \rightarrow \infty, \rho_3 = r_1 = 0,06m$,

де r_1 - радіус кола, м. Приймаємо $r_1 = 0,06 \text{ м}$.

Максимальні нормальні напруження рівні

$$\sigma_n = 0,418 \sqrt{\frac{0,181 \cdot 75023}{0,06}} = 198, \text{ МПа}$$

Оскільки $\sigma_n = 198 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}$, то розміри колеса і матеріал прийняті правильно.

3.4.9 Розрахунок діаметра осі колеса

Вісь ролика розраховуємо на згин, оскільки вона сприймає поперечне навантаження від сили P , яка складається із ваги вантажу $F=24000 \text{ Н}$ і власної ваги підйомника $F_n = 5000 \text{ Н}$.

$$P = F + F_n = 24000 + 5000 = 29000 \text{ Н}. \quad (3.22)$$

Згинальний момент визначаємо за формулою

$$M_{зг} = P \cdot l = 29000 \cdot 0,35 = 10150 \text{ Нм}, \quad (3.23)$$

l - плече сили P , яке приймаємо рівним $0,35 \text{ м}$.

Діаметр осі колеса визначаємо за формулою

$$d = \frac{1}{n} \sqrt[3]{\frac{M_{зг}}{0,1 \cdot [\sigma_{зг}]}} = \frac{1}{2} \sqrt[3]{\frac{10150}{0,1 \cdot 130 \cdot 10^6}} = 0,487, \text{ м}. \quad (3.24)$$

Згідно конструкції підйомника приймаємо $n=2$;

Для сталі 40Х $[\sigma_{зг}] = 130 \text{ МПа}$. Приймаємо $d = 50 \text{ мм}$.

3.6 Технічне обслуговування

Технічне обслуговування підйомника поділяється на щоденне та щотижневне.

Технічне обслуговування проводиться особами котрі безпосередньо експлуатують підйомник.

Перед проведенням технічного обслуговування необхідно опустити (якщо встановлено автомобіль) платформу.

Щоденно після закінчення роботи на підйомнику проводити наступні роботи:

- закрити перепускний клапан;

- втерти зовнішні металеві поверхні від залишків масла, пилу та бруду.

Щотижня після проведення вище описаних робіт, додатково проводити наступні роботи:

- змастити солідолом направляючі рейки;

- змастити солідолом ланцюг.

Після проведення технічного обслуговування перевірити працездатність підйомника.

Періодичну перевірку манометра проводити згідно вимог нормативно-технічної документації до нього.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розробка методики прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів

Теоретичний та експериментальний аналіз, проведений на основі вітчизняних і закордонних досліджень, дозволив створити методику прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів. Ця методика враховує результати діагностики та вплив зовнішніх експлуатаційних умов. Вона призначена для оцінювання залишкового ресурсу нових і капітально відремонтованих двигунів і трансмісійних агрегатів.

При дотриманні належних умов експлуатації технічне обслуговування і ремонт силових агрегатів здійснюються відповідно до регламенту, передбаченого Положенням про технічне обслуговування та ремонт. Збір даних, необхідних для оцінки залишкового ресурсу, забезпечується технічною службою автотранспортного підприємства (АТП) у процесі експлуатації транспортних засобів.

Завдання прогнозування ресурсу

Прогнозування залишкового ресурсу базується на даних періодичної діагностики, яка дозволяє вирішити дві ключові задачі:

Мета полягає у визначенні, чи збережуть сполучення силового агрегату працездатність до наступної діагностики. Цей тип прогнозу має короткостроковий характер і зазвичай охоплює квартал.

Завдання полягає у визначенні строку, після якого агрегат потребуватиме капітального ремонту чи заміни. Це річне або глобальне прогнозування, що охоплює періоди тривалістю рік і більше.

При черговій діагностиці силових агрегатів першочергово аналізується працездатність компонентів для визначення можливості їх експлуатації до наступного етапу поглибленої діагностики. Таким чином, здійснюється короткострокове (квартальне) прогнозування.

Одночасно вирішується більш глобальна задача — планування необхідності капітального ремонту чи заміни окремих вузлів. Цей підхід дозволяє:

Рационально розподілити ресурси для планування ремонтних робіт.

Визначити терміни безвідмовної роботи компонентів силового агрегату на тривалий період, що перевищує один рік.

Розроблена методика прогнозування залишкового ресурсу дає змогу оптимізувати процеси технічного обслуговування і ремонту:

Забезпечує своєчасну діагностику та запобігає раптовим відмовам.

Допомагає планувати капітальні ремонти, мінімізуючи вплив несправностей на експлуатаційний цикл техніки.

Сприяє підвищенню економічної ефективності експлуатації транспортних засобів за рахунок зниження витрат на аварійні ремонти.

Для виконання річного прогнозування залишкового ресурсу можуть бути використані результати, отримані в рамках квартального аналізу. У свою чергу, результати короткострокового (квартального) прогнозування можуть дати уявлення про ймовірні терміни річного ресурсу. Зрозуміло, що точність прогнозу на квартальний період є вищою через менший часовий проміжок і актуальність забезпечення працездатності сполучень силового агрегату між сеансами поглибленої діагностики.

Річне прогнозування дозволяє визначити:

Загальний час, протягом якого агрегат залишається працездатним.

Терміни, коли агрегат потребуватиме капітального ремонту чи заміни.

Хоча іноді квартальний і річний прогнози можуть збігатися за періодичністю, загалом квартальне прогнозування має значно коротші інтервали. Це пояснюється тим, що річний прогноз охоплює триваліший період і передбачає більший часовий проміжок попередження.

Зі збільшенням строку експлуатації час попередження для річного прогнозу поступово скорочується, наближаючись до інтервалу квартального прогнозування. Утім, така тенденція характерна лише для агрегатів, що мають значний експлуатаційний ресурс.

Прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів дає можливість вирішувати низку важливих технічних і організаційних задач:

Виявлення агрегатів і сполучень, працездатність яких досягає граничної величини в наступний період експлуатації. Це дозволяє завчасно підготувати необхідні запасні частини.

Планування кількості запасних частин або агрегатів, які будуть необхідні протягом кварталу чи року.

Визначення термінів виконання технічних заходів, спрямованих на підвищення працездатності як окремих сполучень, так і агрегатів загалом.

Для кожного конкретного силового агрегату існує взаємозв'язок між річним і квартальним прогнозуванням. Аналіз можна проводити:

Для кожного вузла або сполучення окремо.

Для агрегату в цілому.

Системний підхід до прогнозування є важливим інструментом оптимізації витрат і забезпечення ефективності експлуатації техніки в умовах змінного зовнішнього середовища.

Рациональне управління ресурсом передбачає встановлення критеріїв оптимізації та визначення їх оптимального значення з урахуванням доступної техніки й рівня організації управління. Дослідження, проведені в Україні, показали, що експлуатація техніки з високою надійністю є економічно вигіднішою, ніж утримання великих ремонтних майстерень із значними запасами деталей і чисельністю ремонтного персоналу.

Для вибору оптимального підходу необхідно враховувати закономірності використання ресурсу та кількісні характеристики. Це є основою для цілеспрямованого управління витратами як для силових агрегатів, так і для техніки в цілому.

Ключовим елементом управління ресурсом є його нормування. Цей процес повинен бути відображений у нормативно-технічній та конструкторській документації, що забезпечує:

Чітке планування термінів експлуатації.

Узгодження технічних характеристик із реальними умовами експлуатації.

Прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів, як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, дозволяє оптимізувати експлуатацію техніки, забезпечити її надійність і зменшити експлуатаційні витрати. Це досягається через системний підхід, що включає нормування ресурсу, раціональне управління запасами і планування ремонтів, що є ключовими аспектами ефективного використання техніки.

Ресурс силових агрегатів визначається залежно від складності умов та інтенсивності експлуатації рухомого складу (РС). Залежно від потреб, встановлюється оптимальний показник ресурсу, що враховує особливості експлуатаційних категорій. Для забезпечення довговічності силових агрегатів слід оцінювати ресурс із різним ступенем завантаження, враховуючи швидкісні та навантажувальні режими роботи.

Водночас ресурс рухомого складу залежить від численних факторів. Це включає як експлуатаційні умови, так і індивідуальні характеристики конкретного силового агрегату, які необхідно враховувати при прогнозуванні залишкового ресурсу.

На сьогодні для оцінки ресурсу силових агрегатів застосовуються три основні системи прогнозування:

1. Система типу "об'єкт-оператор".
2. Система інформаційного типу.
3. Система керуючого типу.

Ця система заснована на ручних методах прогнозування і передбачає використання номограм. У даному підході об'єктом є рухомий склад підприємства, для якого оператор здійснює оцінку залишкового ресурсу на основі обробки наявної інформації. Хоча ця система проста в реалізації, вона має обмежену ефективність через значну залежність від людського фактора.

Цей підхід використовує комп'ютерні системи (ЕОМ) для прогнозування залишкового ресурсу. Система включає:

Пристрій введення даних до ЕОМ.

Схему індикації.

Об'єкт контролю.

Принцип роботи системи полягає в наступному:

1. Вимірюються діагностичні параметри об'єкта.
2. Параметри порівнюються з допустимими значеннями.
3. Виконується ймовірно-статистична обробка даних.
4. На основі алгоритму розраховується залишковий ресурс і відображається його прогнозоване значення.

Система інформаційного типу дозволяє підвищити точність прогнозування завдяки автоматизованій обробці даних.

Ця система є більш досконалою, оскільки вона не лише виконує контроль параметрів об'єкта, але й здійснює оптимальне керування ним. До її складу входять:

Пристрої збору та передачі інформації.

ЕОМ, яка обробляє дані.

Орган керування, що впливає на об'єкт.

Система керуючого типу автоматизує всі процеси: від діагностики до прийняття управлінських рішень. Такий підхід дає змогу ефективно контролювати режими роботи об'єкта, забезпечуючи його оптимальну експлуатацію. Ця система також відома як автоматизована система управління (АСУ).

Автоматизовані підходи до прогнозування мають низку переваг у порівнянні з ручними методами:

1. Точність: Завдяки ймовірно-статистичній обробці даних, автоматизовані системи забезпечують більш точне прогнозування.
2. Оперативність: Інформація обробляється в реальному часі, що дозволяє швидко отримати результати.
3. Зниження впливу людського фактора: Автоматизація мінімізує ризики, пов'язані з помилками оператора.
4. Оптимізація експлуатації: Системи керуючого типу дозволяють не лише прогнозувати ресурс, але й управляти роботою об'єкта, підвищуючи його продуктивність.

Прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів є важливим інструментом забезпечення ефективної експлуатації рухомого складу. Використання сучасних систем, зокрема інформаційного та керуючого типу, дозволяє досягти високої точності оцінки ресурсу, знижуючи витрати на обслуговування і забезпечуючи оптимальну роботу техніки. Такі підходи є ключовими для впровадження автоматизованих систем управління, які сприяють підвищенню ефективності транспортних підприємств.

Загальна схема процесу прогнозування з використанням ЕОМ показана на рис. 4.1.



Рисунок - 4.1. Схема процесу прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів.

Процес прогнозування залишкового ресурсу в автогосподарствах агропромислового комплексу є багатоступеневою процедурою, яка базується на обробці інформації, отриманої від постів діагностики та відділів експлуатації. Основною метою обробки даних є вирішення двох ключових завдань:

1. Прогнозування залишкового ресурсу окремих силових агрегатів.
2. Виконання статистичної обробки даних.

Структура і склад забезпечення процесу прогнозування визначаються специфікою цих завдань, а також умовами реалізації обчислювальних операцій на базі електронно-обчислювальних машин (ЕОМ).

Підсистема прогнозування ресурсу включає такі компоненти:

Діагностичне обладнання: використовується для збору даних про технічний стан об'єктів.

Обчислювальна техніка: персональні ЕОМ з оперативним запам'ятовуючим пристроєм (ОЗП) і стандартним набором периферійних пристроїв.

До цієї категорії належать документи, що забезпечують обмін інформацією між підсистемами:

Первинні документи: містять відомості про ступінь зносу сполучень силових агрегатів (наприклад, листки обліку).

Допоміжні документи: замовлення на прогноз і бланки для створення інформаційних масивів у пам'яті ЕОМ.

Накопичувальні документи: зберігають інформацію про поточний стан силових агрегатів і результати прогнозування витрат ресурсу.

Це організовані інформаційні масиви, що включають:

Нормативно-довідкові дані: інформацію про експлуатаційні параметри, як-от густина палива, ККД трансмісії, радіус кочення колеса, а також граничні значення діагностичних параметрів.

Дані про поточний стан: рівень зносу силових агрегатів і результати попередніх обчислень.

Підсистема прогнозування також містить набір методик для виконання розрахунків:

1. Розрахунок експлуатаційних факторів: визначення режимів навантаження і швидкості, що дозволяють класифікувати парк РС на групи за умовами експлуатації.

2. Прогнозування залишкового ресурсу: оцінка ресурсу за енергетичними параметрами силових агрегатів.

3. Прогнозування витрат ресурсу: визначення витрат ресурсу РС на заданий період для окремих моделей або парку в цілому.

Містить постійні параметри, такі як:

Характеристики двигуна (об'єм циліндрів, діаметр циліндра, хід поршня, кількість циліндрів).

Технічні показники (ККД трансмісії, радіус кочення колеса, густина палива).

Еталонні значення діагностичних параметрів.

Ці дані отримуються з довідкової літератури та нормативної документації залежно від модифікації транспортного засобу і записуються у пам'ять ЕОМ.

Поточна інформація

Ця інформація змінюється залежно від експлуатації і включає:

Поточні значення діагностичних параметрів (ЦПГ, КШМ двигуна, трансмісійні агрегати).

Напрацювання агрегатів з моменту введення в експлуатацію.

Дані про витрату палива, середню швидкість руху, обсяги перевезеного вантажу.

Такі дані використовуються для прогнозування майбутніх експлуатаційних періодів.

Прогнозування залишкового ресурсу дозволяє:

1. Планувати технічне обслуговування: своєчасно визначати потребу в ремонті або заміні вузлів.

2. Оптимізувати експлуатаційні витрати: зменшити непродуктивні витрати на ремонт і простій техніки.

3. Забезпечити ресурсами: визначати потребу в запасних частинах для забезпечення безперервної роботи парку техніки.

Інтеграція діагностичного устаткування, обчислювальних систем і розроблених методик забезпечує ефективне прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів. Це сприяє оптимізації технічного обслуговування та підвищенню економічної ефективності експлуатації рухомого складу.

Алгоритм (рис. 4.2) обчислення залишкового ресурсу агрегату машини і

МТП в цілому побудований на основі рішення рівнянь ресурсу силових агрегатів.

Аналіз результатів теоретичних і практичних досліджень свідчить, що ресурс силового агрегату безпосередньо залежить від швидкості зношування компонентів основних деталей та допустимих значень діагностичних параметрів. Оцінка цих показників дозволяє не лише визначати залишковий ресурс агрегатів, але й забезпечувати їхню ефективну експлуатацію протягом прогнозованого періоду.

У процесі формування прогнозу необхідно враховувати, що поточні значення діагностичних параметрів, зафіксовані під час контролю стану компонентів силового агрегату, не повинні перевищувати допустимих граничних показників. Це гарантує безпечну роботу агрегату та мінімізує ризик його відмови до наступного сеансу діагностики.

Обчислення швидкості зношування: П'ятий і шостий блоки розрахункової моделі використовуються для визначення швидкості зношування сполучень деталей силового агрегату. Ці дані є базовими для прогнозування залишкового ресурсу.

Оцінка залишкового ресурсу: На основі розрахункових даних формується прогноз щодо залишкового ресурсу компонентів. Це дозволяє оцінити, скільки часу або напрацювання залишилося до досягнення граничного стану.

Розрахунок витрат ресурсу: Наступні блоки системи моделювання використовуються для обчислення рівня витрачання ресурсу як окремих агрегатів, так і рухомого складу загалом. Ці показники допомагають прогнозувати стан техніки на наступний період експлуатації.

Розрахунок швидкості зношування та залишкового ресурсу дозволяє вирішити низку важливих завдань:

- Оптимізація технічного обслуговування: Завчасно планувати роботи, спрямовані на збереження працездатності силових агрегатів.
- Ефективне управління ресурсами: Забезпечити економічне використання технічних засобів і скоротити витрати на експлуатацію.

- Прогнозування роботи парку: Оцінювати технічний стан парку техніки, що дає можливість розробляти стратегічні плани його модернізації чи розширення.

Прогнозування ресурсу силових агрегатів на основі діагностичних параметрів є ефективним інструментом управління технічним станом рухомого складу. Використання розрахункових моделей, які оцінюють швидкість зношування і витрату ресурсу, дозволяє забезпечити високий рівень експлуатаційної надійності техніки, що сприяє підвищенню ефективності транспортних підприємств.

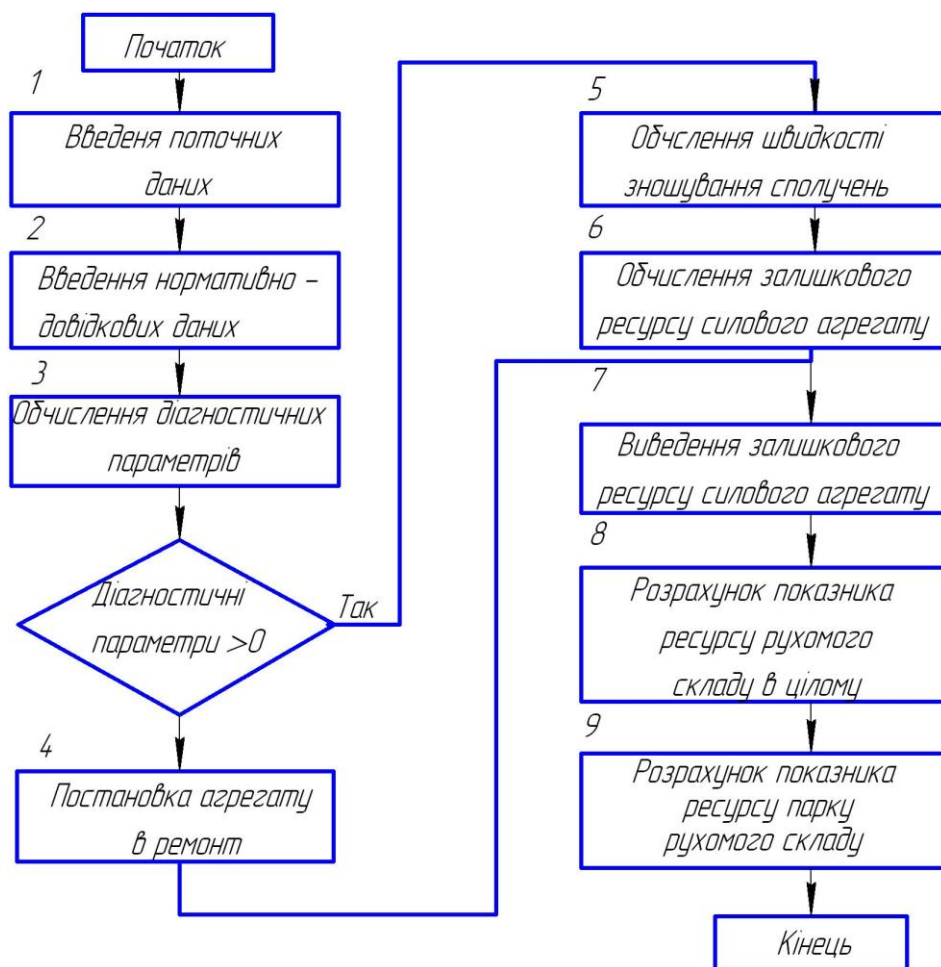


Рисунок - 4.2. Алгоритм обчислення залишкового ресурсу силових агрегатів, показника ресурсу машини і парку РС.

4.2 Керування та раціональне використання залишкового ресурсу РС.

Керування експлуатацією рухомого складу: оптимізація норм і ресурсів.

Ефективне управління експлуатацією рухомого складу (РС) базується на застосуванні обґрунтованих норм (нормативів), які регламентують ключові параметри роботи техніки. Чим точніше встановлені нормативи, тим ефективніше здійснюється управління, що дозволяє підвищити продуктивність техніки та знизити витрати на матеріальні, паливно-енергетичні й трудові ресурси.

До основних експлуатаційних норм відносяться:

періодичність технічного обслуговування (ТО);

обсяг витрат запасних частин;

термін служби техніки;

інші показники, що враховують експлуатаційні умови.

Норми експлуатації підлягають коригуванню залежно від тривалості використання техніки, умов експлуатації та рівня її надійності. Оскільки техніка різних марок і моделей має різні показники надійності, виникає необхідність застосування коефіцієнтів коригування. Наприклад, транспортні засоби із вищим рівнем надійності потребують менших коригувань, ніж техніка зі зниженою надійністю.

Збереження надійності силових агрегатів шляхом раціонального використання ресурсу є важливим інструментом підвищення ефективності експлуатації. Досягнення позитивного ефекту можливе за рахунок зниження негативного впливу технологічних і експлуатаційних факторів, а також оптимізації навантажувально-швидкісного режиму в конкретних зовнішніх умовах.

Для точного прогнозування витрат ресурсу силових агрегатів слід враховувати такі параметри: швидкість руху транспортного засобу; витрата палива; загальна маса техніки в завантаженому стані; конструктивні особливості рухомого складу; умови експлуатації, які впливають на роботу техніки.

Ці параметри дозволяють визначити навантажувально-швидкісний режим роботи, що безпосередньо впливає на витрати ресурсу.

Розрахунок витрат ресурсу техніки повинен базуватися на комплексному аналізі впливу навантажувально-швидкісного режиму роботи, конструктивних характеристик РС та умов експлуатації. Визначення вагових коефіцієнтів для кожного силового агрегату забезпечує точність оцінки загального ресурсу рухомого складу, що є основою для ефективного управління його експлуатацією.

$$\sum \lambda_i = 1. \quad (4.1)$$

Для зручності доцільно перейти від L_{P_i} до безрозмірних величин R_i . При цьому рекомендується дотримання наступних вимог:

якщо L_{P_i} має значення $L_{кр}$, то йому відповідає значення R_i рівне 1;

якщо L_{P_i} має значення $L_{кр}$, при якому потрібен ремонт силового агрегату, то йому відповідає значення R_i рівне 0;

при витраті ресурсу L_{P_i} величина R_i спадає.

Доречно відзначити наступне, що при переході від L_{P_i} до R_i величина $L_{кр}$ переходить в граничне значення $R_{i\text{гран}}$. При цьому, якщо дотримуються тільки рекомендовані вимоги $L_{кр} = 0$, наявно мінімально допустиме значення R_i .

Тепер приведемо конкретний спосіб переходу від $L_{кри}$ і R_i . В даному випадку можна використовувати різні варіанти: по сумарній витраті палива, по пробігу силового агрегату з початку експлуатації або за наслідками діагностичної оцінки ступеня зношеності сполучень силового агрегату. Для агрегату (сполучення) перехід від $L_{кри}$ до R_i складає:

по напрацюванні:

$$R_i = \left(1 - \frac{L_n}{L_{кри}} \right); \quad (4.2)$$

по сумарній витраті палива:

$$R_i = \left(1 - \frac{Q_{випр}}{Q_{сум}} \right); \quad (4.3)$$

по результатах, діагностичної оцінки ступеня спрацювання сполучень:

$$R_i = \left(1 - \frac{\delta_{3m}}{\delta_{don}} \right), \quad (4.4)$$

де L_n – пробіг агрегату з початку експлуатації, км; L_{kpi} – нормативне значення ресурсу агрегату до капітального ремонту, км; $Q_{випр}$ – витрачена кількість палива з початку експлуатації агрегату, л; $Q_{сум}$ – сумарна витрата палива при якому агрегат зажадає капітального ремонту, л; δ_{3m} , δ_{don} – відповідно виміряне і допустиме значення діагностичного параметра ступеня спрацювання сполучень силового агрегату. Показник витрати ресурсу силових агрегатів по машині в цілому рекомендується знаходити за виразом:

$$K_p^m = \sum_{i=1}^n \lambda_i R_i, \quad (4.5)$$

тобто як суму часткових показників R_i витрачання ресурсу окремих силових агрегатів з урахуванням відповідних терезів.

Експертна оцінка показала, що значення ваги розподіляється по силових агрегатах, представленому в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Значення ваги ресурсу силових агрегатів

Кількість осей машини	Силовий агрегат				
	ЦПГ	КШМ	Коробка передач	Середній міст	Задній міст
Двовісний	0,25	0,25	0,25	-	0,25
Тривісний	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Слід розрізняти разом з вказаним вище показником ресурсу РС в цілому і експлуатаційний показник ресурсу. Експлуатаційний показник ресурсу РС встановлюється по мінімальному значенню R_i одного з силових агрегатів, тобто:

$$K_p^E = R_{i \min}. \quad (4.6)$$

Показник витрати ресурсу силових агрегатів для парку РС, наприклад, автогосподарства, регіон і т.п. визначається з рівняння:

$$K^T = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi}^T A_i}{A_n}, \quad (4.7)$$

Експлуатаційний показник використання ресурсу силових агрегатів для парку техніки встановлюється по експлуатаційному значенню РС з рівняння:

$$K^E = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ip}^E \cdot A_i}{A_n}. \quad (4.8)$$

Ефективність експлуатації техніки в автогосподарстві є відношенням показника витрати ресурсу силових агрегатів до показника витрат на технічне обслуговування, запасні частини, експлуатаційні матеріали і т.п.

$$E = \frac{\sum K_i}{\sum Z_i}. \quad (4.9)$$

Методика визначення витрат на ТО наведена у відповідних нормативних документах. Області раціонального використання техніки із заданим рівнем залишкового ресурсу силових агрегатів (рис. 4.3).

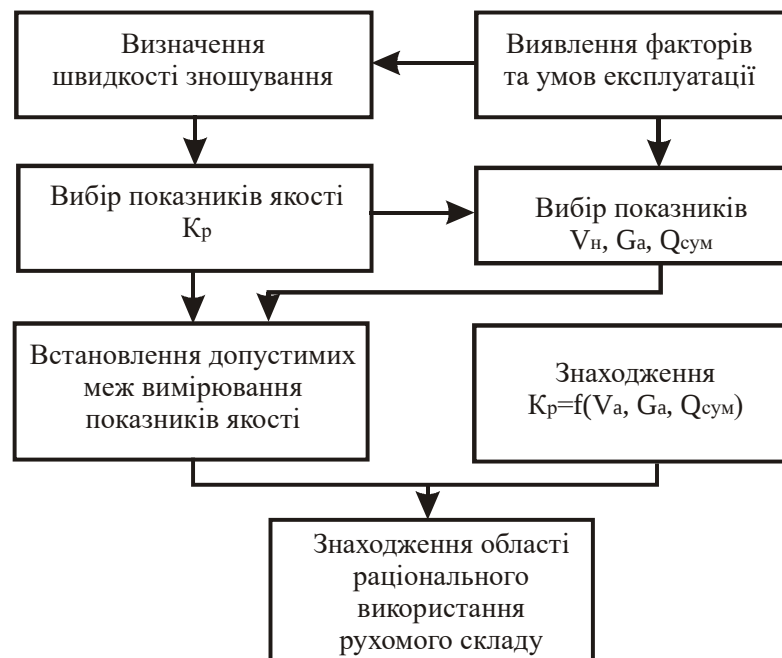


Рисунок - 4.3. Алгоритм визначення області раціонального використання ресурсу РС.

Можна бачити, що алгоритм передбачає визначення шляхів послідовного виконання наступних етапів:

1. Визначити швидкість зношування тих силових агрегатів, що мають найбільший вплив на ресурс техніки при використанні в даних умовах експлуатації.

2. Встановити показники використання ресурсу силових агрегатів РС в цілому, які якнайповніше описують технічний стан парку.

3. Виявити умови експлуатації, фактори, рівень і варіація яких здійснюють істотний вплив на величину показників використання ресурсу (середня технічна швидкість, сумарна витрата палива і т.п.).

4. Вибрати, показники швидкості руху техніки, масу вантажу, що перевозиться, і витрату палива, характеризуючі категорії умов експлуатації.

5. Визначити залежність показників використання ресурсу РС від даних чинників умов експлуатації:

$$K_p = f(V_a, G_a, Q_{\text{сум}}). \quad (4.10)$$

6. Обґрунтувати допустимі межі зміни показників використання ресурсу, при яких використання техніки буде раціональним.

7. Визначити область раціонального використання ресурсу РС визначається з нерівності:

$$K_{p_{\min}} < f(V_a, G_a, Q_{\text{сум}}) < K_{p_{\max}}. \quad (4.11)$$

Нижче представлені алгоритми раціонального використання залишкового ресурсу силових агрегатів.

4.3. Нормування запасних частин як інструмент забезпечення надійності рухомого складу

Визначення потреби в запасних частинах є одним із ключових аспектів нормування та управління надійністю рухомого складу (РС), заснованим на методах прогнозування залишкового ресурсу силових агрегатів. Запасні частини відіграють подвійну роль: вони одночасно слугують основою резервування надійності РС та інструментом її забезпечення, враховуючи нерівномірну зносостійкість компонентів і сполучень силових агрегатів.

Досягнення оптимальних показників надійності, таких як:

середній час відновлення,
імовірність відновлення працездатності,
коефіцієнти готовності, збереження ефективності та технічного використання,

значною мірою залежить від забезпечення необхідної кількості запасних частин відповідної номенклатури.

Наявність достатнього запасу необхідних деталей дозволяє максимально ефективно використовувати потенційний ресурс як окремих силових агрегатів, так і техніки загалом. Це, у свою чергу, значно підвищує економічну результативність експлуатації РС.

У сучасній практиці існує низка підходів до розрахунку необхідного обсягу запасних частин. Аналіз таких методів демонструє, що для забезпечення точного нормування слід насамперед:

1. Встановити потенційний ресурс силових агрегатів і їх компонентів.
2. Врахувати параметри, пов'язані з розбиранням, збиранням і заміною зношених елементів.

Оскільки більшість відмов пов'язана з ресурсними обмеженнями, основну увагу слід приділяти аналізу саме таких відмов, пов'язаних із зносостійкістю компонентів силових агрегатів.

Нормування запасних частин має базуватися на розробці технічно обґрунтованих і економічно ефективних норм, що забезпечують:

оптимальну економічну ефективність експлуатації та ремонту техніки;
стимулювання впровадження прогресивних методів експлуатації й обслуговування.

Установлені нормативи мають не лише задовольняти поточні потреби, але й мотивувати підприємства до пошуку інноваційних рішень у ремонті й обслуговуванні силових агрегатів. Такий підхід сприяє досягненню економічного ефекту, що вигідний для всіх учасників процесу: виробників, експлуатаційних підприємств і ремонтних організацій. [3]

Аналіз фактичного використання запасних частин у реальних умовах експлуатації має застосовуватися для внесення коригувань у встановлені

нормативи. Однак такі коригування мають виконуватися виключно на основі прогнозу (статистичного, евристичного чи аналітичного). Це дозволяє уникнути необґрунтованих змін і зберегти економічну ефективність нормування.

Рациональне нормування запасних частин є важливою складовою управління надійністю рухомого складу. Воно повинно враховувати технічні й економічні аспекти, сприяти максимальному використанню ресурсу техніки та стимулювати впровадження передових методів експлуатації й ремонту. Завдяки такому підходу забезпечується стабільна робота техніки, знижуються експлуатаційні витрати та підвищується загальна ефективність транспортного підприємства.

Витрата запасних частин на практиці залежить від більшого числа експлуатаційних і організаційних чинників (рис. 4.4).

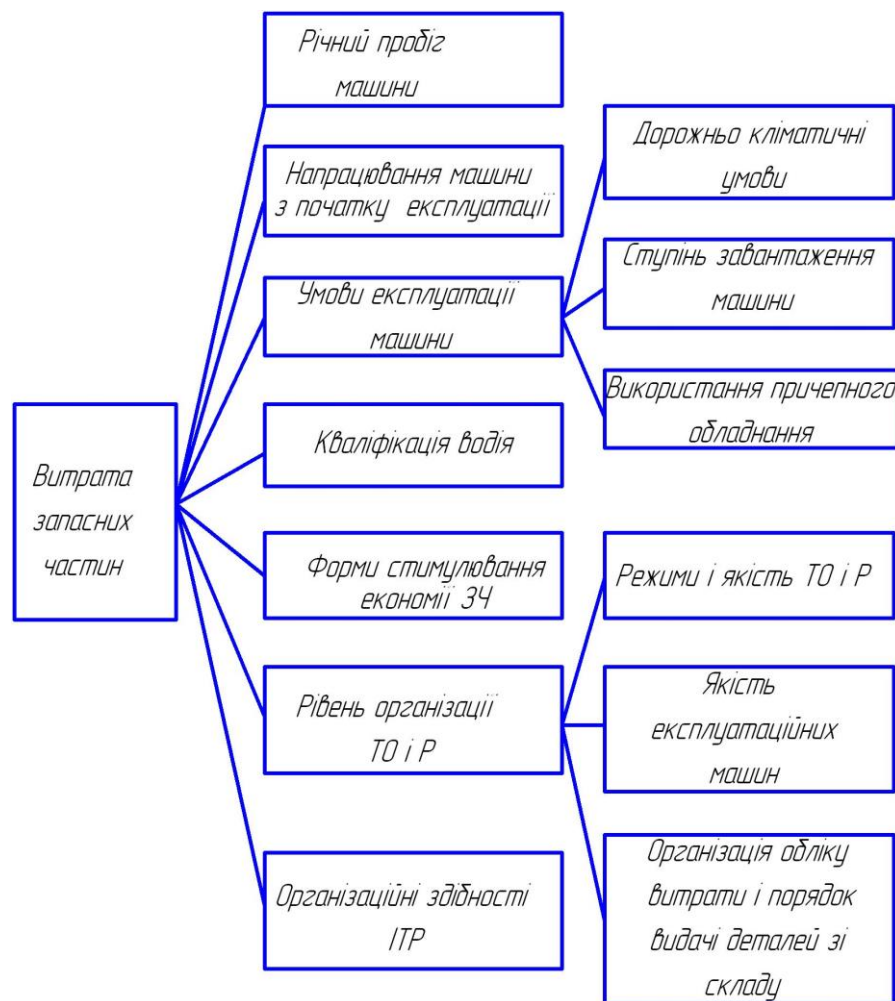


Рисунок - 4.4. Основні фактори, що впливають на витрату запасних частин.

У кожному автотранспортному підприємстві поєднання чинників, які впливають на витрату запасних частин, має свої особливості. Рівень споживання деталей і його зміни протягом року залежать від таких аспектів:

- організаційного рівня проведення технічного обслуговування (ТО) і капітального ремонту (КР);

- режимів і методів виконання ТО;

- ефективності системи постачання запасними частинами;

- кваліфікації персоналу (водіїв, ремонтників і обслуговуючих робітників).

Інтенсивність використання техніки безпосередньо впливає на витрати ресурсів. Зі збільшенням обсягів експлуатації транспортних засобів зростає:

- споживання палива;

- знос основних компонентів;

- потреба у запасних частинах.

Погіршення умов експлуатації та підвищення завантаженості техніки, зокрема через збільшення використання вантажопідйомності, призводять до зростання витрат як палива, так і деталей. Ці взаємозалежності потрібно враховувати при плануванні експлуатації та обслуговування техніки.

Розрахунок потреби в запасних частинах для силових агрегатів виконується на основі сукупності даних про:

- кількість одиниць техніки, що експлуатується в автогосподарстві або регіоні;

- сумарну витрату палива з моменту початку експлуатації транспортних засобів і за останній рік;

- середній вік рухомого складу (РС).

Прогнозування може здійснюватися на початок місяця, кварталу або року залежно від планового горизонту. Розрахунки виконуються за спеціальними аналітичними виразами, що враховують всі вищезгадані параметри.

Оптимальне управління запасними частинами вимагає глибокого аналізу факторів, що впливають на їх витрату. Підхід, заснований на обліку даних про використання техніки, витрати палива і вікову структуру РС, дозволяє

забезпечити раціональне планування потреб і уникнути дефіциту деталей, знижуючи при цьому витрати на утримання автопарку.

$$H_{зч} = \frac{0,01Q_{mp}n_3K_6}{L_{зам}H_l}, \quad (4.12)$$

Коефіцієнт, що враховує вік техніки, визначається з рівняння:

$$K_6 = \frac{2,5Q_p}{A_{обл}Q_{кр}} + \frac{1,5T_{всп}}{T_n}, \quad (4.13)$$

Сумарна витрата палива на транспортну роботу планованого періоду роботи РС визначається так:

$$Q_{mp} = L_{nl}H = L_{nl}(H_0 + H_0q_{ср}\gamma\beta), \text{ л} \quad (4.14)$$

Основна норма витрати палива для порожнього вантажного РС розраховується за виразом: $H_0 = (K_1/V_a + K_2/V_a^2) \text{ л/100 км}$,

Додаткові норми витрати палива за перевезений вантаж в л/100 км для карбюраторних і дизельних рухомих складів розраховуються за виразом:

$$H_0^k = 1,12V_{\max} / V_a;$$

$$H_0^d = 0,64V_{\max} / V_a.$$

Числові значення коефіцієнта K_1 визначаються по формулі:

$$K_1 = (AK_c V_{\max} i_{kn} + BK_c^2 V_{\max}^2 i_{kn}^2 + 0,01CG_0 V_{\max}) / \eta_i, \quad (4.15)$$

Коефіцієнти А, В, С розраховуються так:

— для бензинових:

$$A_k = \frac{358V_h i_0}{H_u \rho_m r_k}; \quad B_k = \frac{9V_h S_n i_0^2}{H_u \rho_m r_k^2}; \quad C_k = \frac{100}{H_u \rho_m \eta_{mp}}; \quad (4.16)$$

— для дизелів:

$$A_d = \frac{381V_h i_0}{H_u \rho_m r_k}; \quad B_d = \frac{11V_h S_n i_0^2}{H_u \rho_m r_k^2}; \quad C_d = \frac{100}{H_u \rho_m \eta_{mp}}. \quad (4.17)$$

для бензину середньої якості $H_u = 44 \text{ МДж/кг}$; для дизельного палива $H_u = 43 \text{ МДж/кг}$; приймається для бензину $0,74$ і $\rho_n = 0,825$ для дизельного.

Значення коефіцієнта K_2 визначаються за виразом:

$$K_2 = 0,077 C_k F / \eta_i. \quad (4.18)$$

Інший метод прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів проводиться на основі навантажувально-швидкісного режиму роботи РС і пробігу з початку експлуатації і встановлюється за виразом:

$$N_{зч} = \frac{n_3 A_{cn} K_6 K_{вод} \sqrt{1 + \gamma \beta}}{152 K_{\phi}}. \quad (4.19)$$

Обидва методи прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів є рівнозначними.

4.4 Фактори впливу на періодичність заміни мастил у силових агрегатах транспортних засобів

Експлуатація транспортних засобів у різноманітних умовах і значне споживання паливно-мастильних матеріалів, які складають понад половину від загального обсягу витрат у транспортній галузі, вимагають ретельного підходу до обґрунтування періодичності заміни мастил. На термін служби моторного та трансмісійного масел впливають численні експлуатаційні та технологічні чинники. [4]

Фактори, що визначають процес старіння мастил і їх заміну, можна розподілити на чотири основні групи:

1. Режим роботи мастила у силових агрегатах:

навантажувально-швидкісні режими;
температурні умови у змащувальних вузлах;
рівень витрат масла на угар;
ефективність згорання палива;
якість очищення повітря тощо.

2. Характеристики мастила:

антиокислювальні властивості;
в'язкісно-температурні показники;
здатність очищати й диспергувати відкладення;

корозійна стійкість та інші властивості.

3. Особливості системи змащення:

обсяг мастила в картері двигуна;
ефективність очищення масла у системі.

4. Зовнішні умови експлуатації:

технічний стан силового агрегату;
якість виконання ремонтних робіт;
професійний рівень водіїв та обслуговуючого персоналу.

Нормативні терміни заміни моторних масел не завжди враховують різноманітність моделей двигунів і трансмісій, а також специфічні умови їх експлуатації. Дослідження свідчать, що у багатьох випадках мастило не втрачає своїх експлуатаційних властивостей до моменту рекомендованої заміни і може ефективно працювати далі, не впливаючи на надійність роботи агрегату. Важливо своєчасно визначити момент заміни мастила за допомогою контролю його якості, використовуючи показники, які характеризують досягнення граничних значень параметрів мастила.

При перевищенні допустимих значень одного або кількох показників якості мастила спостерігаються негативні ефекти:

пришвидшене зношування деталей;
утворення нагару та лакових відкладень у двигуні;
зниження надійності та економічності транспортного засобу.

Оптимальний термін служби мастила залежить від навантажувально-швидкісного режиму роботи, хімічного складу мастила, його лужного числа та кислотності.

Дослідження свідчать про існування прямої залежності між фізико-хімічними властивостями мастила та швидкістю зношування деталей. Зокрема:

між вмістом механічних домішок і лужним числом мастила встановлено кореляцію з коефіцієнтом 0,86;

концентрація заліза у мастилі, що є індикатором зношування, має зв'язок із іншими показниками якості, з коефіцієнтом кореляції 0,79...0,87;

розмір частинок забруднень корелює зі швидкістю зношування та складом присадок (коефіцієнти 0,82...0,98 і 0,68...0,82 відповідно).

Характеризувати технічний стан агрегатів допомагають такі індикаторні елементи:

- залізо (зношення гільз циліндрів, шийок колінчастого валу);
- алюміній (зношення поршнів);
- свинець (зношення підшипників колінчастого валу);
- хром (зношення хромованих поршневих кілець);
- кремній (проникнення пилу через несправний повітряний фільтр);
- нікель (зношення вставок у гільзах циліндрів).

Допустимі рівні концентрацій індикаторів визначаються конструктивними особливостями агрегатів та властивостями використовуваного мастила.

Для оцінки мастила і його вмісту домішок використовується фотоелектрична установка МФС-7. Цей квантометр автоматично реєструє спектральні лінії різних елементів, що дозволяє аналізувати до 19 показників з чутливістю 10^{-4} ... $10^{-6}\%$. Аналіз результатів допомагає точно визначити момент, коли мастило досягає граничного стану і потребує заміни.

На рисунку 4.5 зображено схему технологічного процесу діагностики й прогнозування технічного стану агрегатів та мастил. Ця методика базується на спектральному аналізі проб мастила, відібраного з агрегату. Під час аналізу визначається концентрація продуктів зносу та вміст присадок, після чого отримані значення порівнюються з гранично допустимими нормами.

У зразку, відібраному з агрегату, визначають концентрацію елементів-індикаторів, які є маркерами зносу (залізо, хром, свинець тощо). Також визначається вміст хімічних присадок, що впливають на змашувальні властивості мастила.

Отримані концентрації продуктів зносу порівнюють із встановленими граничними значеннями. Якщо виявлено перевищення допустимих меж, агрегат може бути направлений на ремонт.

У випадку значного накопичення продуктів зносу або зниження ефективності присадок проводиться перевірка роботи системи фільтрації мастила. Якщо виявляється несправність, вона зазначається у висновках діагностики.

Агрегати, які пройшли діагностику без критичних відхилень, направляються на прогнозування. Для цього враховується динаміка змін концентрацій продуктів зносу та вмісту присадок у мастилі. Прогноз дозволяє оцінити залишковий ресурс агрегату та визначити оптимальний інтервал до наступного обслуговування.

Технологія діагностики та прогнозування технічного стану агрегатів на основі спектрального аналізу мастил є ефективним інструментом, що дозволяє своєчасно виявляти зношування компонентів, оцінювати працездатність системи фільтрації та прогнозувати ресурс агрегату. Такий підхід сприяє підвищенню надійності техніки та зниженню витрат на її експлуатацію і ремонт.

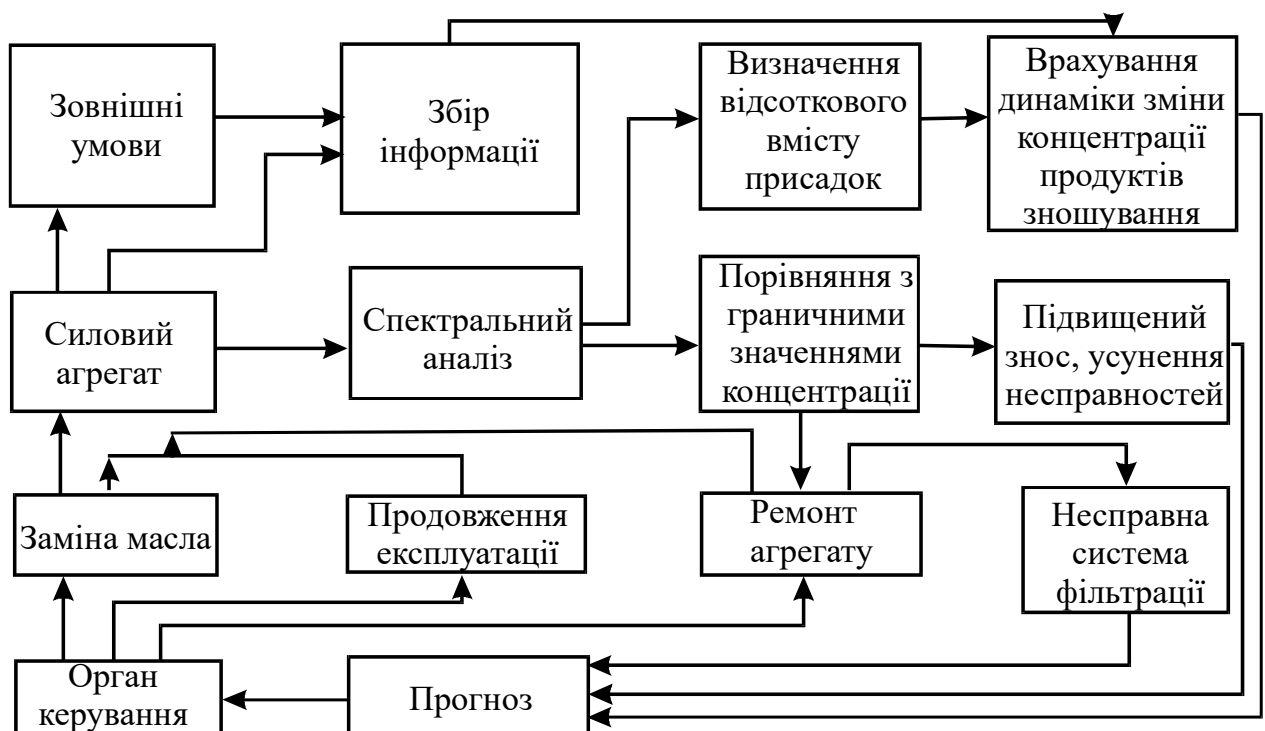


Рисунок - 4.5 Технологія діагностики і прогнозування періодичності зміни масла в силових агрегатах.

Аналіз результатів розрахунків щодо тривалості експлуатації моторних і трансмісійних масел для силових агрегатів свідчить про значну залежність

періодичності їх заміни від повної маси транспортного засобу та середньої технічної швидкості його руху. Зокрема, період заміни масла може варіюватися в межах від 1,5 до 3 разів залежно від цих параметрів.

Найсприятливіші умови для максимальної тривалості служби масла спостерігаються за середньої технічної швидкості руху транспортного засобу, яка становить 50–60 км/год. У цих умовах знижується інтенсивність утворення продуктів зносу, а також підтримується оптимальний температурний режим роботи масла.

У ситуаціях, коли термін служби масла використано не повністю (наприклад, за результатами контролю концентрації продуктів зносу), може виникнути потреба у визначенні додаткового пробігу транспортного засобу або агрегату. Це дозволяє максимально ефективно використовувати залишковий ресурс масла, уникнувши передчасної заміни без обґрунтованих на це причин.

Припустимо, що за оптимальних умов експлуатації термін служби масла приймається за 100%. Цей показник досягається за власної маси транспортного засобу і середньої технічної швидкості, які відповідають максимальній тривалості експлуатації мастильного матеріалу. За відхилень від цих параметрів тривалість служби масла може скорочуватися, що вимагає відповідного коригування інтервалів заміни.

Періодичність заміни моторних і трансмісійних масел є динамічною величиною, яка змінюється під впливом експлуатаційних характеристик транспортного засобу. Ефективний контроль за станом масла, зокрема моніторинг концентрації продуктів зносу, дозволяє оптимізувати використання мастильних матеріалів, збільшити економічну ефективність експлуатації техніки та зменшити обсяги витрат на обслуговування силових агрегатів, то додатковий пробіг до заміни масла визначиться із співвідношення:

$$\frac{L_{мд}}{F_{ок} - F_{зм}} = L_0 F_{зм}, \quad (4.19)$$

В реальних умовах роботи транспортного засобу спостерігається значні відхилення середньої технічної швидкості руху і повної маси від оптимальних значень. Тому значення додаткового пробігу РС до заміни масла необхідно

корегувати з урахуванням зовнішніх умов.

На основі аналізу теоретичних і експериментальних досліджень отримано рівняння визначення додаткової експлуатації транспортного засобу до заміни масла в силовому агрегаті, що враховує конкретні умови експлуатації РС:

$$L_{\text{мод}} = (F_{\text{дк}} - F_{\text{зм}}) \frac{1,1V_a L_0}{\delta V_{\text{max}} \sqrt[3]{(1+\gamma\beta)(1+\gamma\beta)}} \text{ км}, \quad (4.20)$$

(при $V_a < \delta V_{\text{max}}$) км.

$$L_{\text{мод}} = (F_{\text{дк}} - F_{\text{зм}}) \frac{\delta V_{\text{max}} \sqrt[3]{(1+\gamma\beta)} L_0}{V_a (1+\gamma\beta)} \text{ км}. \quad (4.21)$$

(при $V_a \geq \delta V_{\text{max}}$).

Періодичність заміни масла в силових агрегатах можна визначити по сумарній витраті палива. Сумарна витрата палива, після якої потрібна заміна масла в силовому агрегаті, складе:

$$Q_{\text{см}} = \frac{30N_{\text{max}} g_{e\text{min}} L_{\text{м}}}{\rho_m \delta V_{\text{max}}} \text{ , л} \quad (4.23)$$

Додатковий пробіг силового агрегату до заміни масла складе:

$$L_{\text{мод}} = \frac{(Q_{\text{см}} - Q_{\text{випр}}) \cdot 100K_i}{\left(H_0 + \frac{\lambda}{\delta K_{\text{д}}} q_n \gamma \beta\right)} = \frac{100Q_{\text{ом}} K_i}{\left(H_0 + \frac{\lambda}{\delta K_{\text{д}}} q_n \gamma \beta\right)}, \text{ км} \quad (4.23)$$

Коефіцієнт індивідуальних якостей масел і силового агрегату визначається за наслідками аналізу якості масла за експлуатований період за виразом:

$$K_i = \frac{Q_{\text{випр}}}{Q_{\text{см}}} \cdot \frac{F_{\text{дк}}}{F_{\text{зм}}}. \quad (4.24)$$

Тоді додатковий пробіг силового агрегату до заміни масла складе:

$$L_{\text{мод}} = (F_{\text{дк}} - F_{\text{зм}}) \frac{100Q_{\text{ом}} Q_{\text{випр}} F_{\text{дк}}}{\left(H_0 + \frac{\lambda}{\delta K_{\text{д}}} q_n \gamma \beta\right) Q_{\text{см}} F_{\text{зм}}} \text{ км}. \quad (4.25)$$

Отримані рівняння демонструють взаємозв'язок між додатковим пробігом агрегату до моменту заміни масла і такими ключовими параметрами,

як витрата палива, повна маса транспортного засобу, середня технічна швидкість руху, а також індивідуальні характеристики рухомого складу (РС). Ці параметри виступають узагальнюючими факторами, що враховують вплив експлуатаційних і конструктивних умов, таких як:

- дорожні умови;
- передавальні числа коробки передач і головної передачі;
- технічний стан шасі;
- особливості конструкції агрегатів.

Для виконання розрахунків і прогнозування періодичності заміни масла застосовують електронно-обчислювальні машини (ЕОМ). Вихідна інформація заноситься у вигляді двох типів даних:

Нормативно-довідкова інформація (залежно від модифікації РС):

- маса транспортного засобу без вантажу;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії;
- радіус кочення колеса;
- об'єм циліндрів двигуна;
- передавальне число головної передачі;
- коефіцієнт обтічності кузова;
- максимальна швидкість руху.

Ці дані отримуються з нормативних документів і довідкової літератури та завантажуються на носій інформації.

Поточна інформація, яка змінюється залежно від експлуатації:

- концентрація продуктів зносу в мастилi (за результатами вимірювань);
- середня технічна швидкість руху;
- фактична маса вантажу, що транспортується.

Поточні дані вводяться безпосередньо під час розрахунків для кожного конкретного транспортного засобу.

На етапі прогнозу ухвалюється рішення про наступну дату контролю якості масла та визначається перелік обов'язкових робіт. Це відбувається на основі точкових прогнозів, що враховують технічний стан агрегату та умови експлуатації.

Використання спектрального аналізу масла за допомогою установки МФС-7 дозволяє:

- точно визначати концентрацію механічних домішок у мастилі;
- обґрунтовано встановлювати термін заміни масла;
- враховувати індивідуальні технічні параметри агрегатів.

Автоматизована система розрахунків і використання даних спектрального аналізу мастил дозволяє оптимізувати процес технічного обслуговування, підвищити ефективність використання ресурсу масла та мінімізувати ризики передчасного зносу компонентів агрегату. Це сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню надійності роботи транспортних засобів.

4.5 Нормування ресурсу і терміну служби РС

Процес нормування ресурсу охоплює вибір оптимальних показників, їх техніко-економічне обґрунтування та встановлення для рухомого складу (РС) і його силових агрегатів. При цьому важливо розрізняти поняття "термін служби транспортного засобу" та "ресурс".

Нормативний термін служби визначається на основі низки техніко-економічних факторів, таких як:

- рівень науково-технічного прогресу;
- обмеження щодо трудових, енергетичних і матеріальних ресурсів;
- значущість конкретного класу транспортних засобів для споживача.

Ці параметри формують обґрунтування для встановлення терміну служби як ключового показника довговічності техніки.

Ресурс транспортного засобу відображає запас його можливого напрацювання, що може бути виконаний за весь період експлуатації. Цей показник тісно пов'язаний із терміном служби через інтенсивність експлуатації (LL), яка визначається як середньорічний пробіг транспортного засобу. У разі постійного річного пробігу протягом усього терміну служби ресурс є прямо пропорційним до терміну служби:

Рациональне нормування ресурсу дозволяє забезпечити ефективну експлуатацію транспортних засобів, враховуючи технічний прогрес і економічні обмеження. Встановлення нормативів на основі чітко визначених техніко-економічних показників сприяє максимізації довговічності техніки та її відповідності сучасним потребам ринку.

$$T_n = \frac{L_{KP}^H}{l_p}, \quad (4.26)$$

Але при експлуатації РС річний пробіг величина випадкова і змінюється в часі, тому експлуатаційний термін служби складе:

$$T_{n\phi} = 2,5T_n \left(\frac{K_{p\phi}}{K_{pnp}} - 1 \right), \quad (4.27)$$

Для РС вибір нормованих показників довговічності залежить від характеру наближення силових агрегатів до граничного стану. Швидкість наближення РС до граничного стану залежить більшою мірою від напруження (пробігу) і у меншій мірі – від календарної тривалості експлуатації. В зв'язку з цим ресурс силового агрегату необхідно нормувати по двом показниках:

по витраті палива:

$$L_{KP} = \frac{42,5N_{\max} g_{e\min} L_{KP}^H}{H_l V_{\max} \rho_m} \text{ км}, \quad (4.28)$$

$$L_{KP} = \frac{L_{KP}^H \cdot K_o K_g K_m}{\sqrt{1 + \gamma \beta}} \text{ км}. \quad (4.29)$$

Для забезпечення ефективної експлуатації рухомого складу показники довговічності силових агрегатів мають бути гармонійно узгоджені з ресурсом транспортних засобів та планами технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р). Це передбачає встановлення терміну служби силових агрегатів, який може охоплювати весь період експлуатації машини або передбачати їх заміну чи відновлення під час капітального ремонту.

Рациональне використання ресурсу машин визначається на основі критеріїв оптимізації, які враховують наявний парк техніки та рівень

управління його експлуатацією. Згідно з дослідженнями, в умовах України доцільніше забезпечити експлуатацію техніки з підвищеним рівнем надійності, ніж інвестувати у створення великих ремонтних баз, накопичення великої кількості запасних частин або збільшення чисельності ремонтного персоналу.

Обґрунтування оптимального вибору вимагає застосування науково обґрунтованих закономірностей і кількісних методів оцінки, які дозволяють:

цілеспрямовано управляти ресурсом транспортного засобу та його силових агрегатів;

знаходити оптимальні параметри витрати ресурсу з урахуванням економічних та технічних показників.

У процесі нормування ресурсу критерієм доцільності доцільно використовувати економічний ефект, що забезпечує максимальну ефективність як експлуатації техніки, так і управління її технічним станом. [5]

Рациональне нормування ресурсу транспортних засобів і силових агрегатів, орієнтоване на економічну ефективність, дозволяє оптимізувати витрати на технічне обслуговування і ремонт. Це забезпечує підвищення надійності рухомого складу, зменшує потребу у створенні громіздкої ремонтної інфраструктури та сприяє економічній доцільності управління технічними засобами.

$$I = \frac{0,7(D-3) + C_{\text{л}}}{L_E} \geq C_{\text{б}}, \quad (4.30)$$

При експлуатації транспортних машин витрати на ТО і ремонт постійно збільшуються і складають частину суми витрат на експлуатацію машин, тоді

$$З = З_o + З_{\text{тор}}, \text{ грн} \quad (4.31)$$

Виходячи з названого критерію, експлуатаційний пробіг машини до її списання складе:

$$L_E = \frac{0,7(D-3) + C_{\text{л}}}{C_{\text{б}}}, \quad (4.32)$$

Зняття машини з експлуатації буде потрібно в тому випадку, якщо річний пробіг $L_p \leq L_E$.

Вартісні показники D , $З$, $C_{л}$, $C_{б}$ слід використовувати у виразі (4.32) тільки на планований період експлуатації машин (рік, квартал, місяць).

Витрати на технічне обслуговування і ремонт за рік складають:

$$З_{\text{тор}} = \left[\frac{C_{\text{цр}} L}{l_{\text{сд}}} + (N_{\text{ТО-1}} C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} C_{\text{ТО-2}} + N_{\text{ТО-3}} C_{\text{ТО-3}}) + C_{\text{ПР}} T_{\text{ПР}} \right], \text{ грн} \quad (4.33)$$

Вартість обслуговування складає:

$$C_{\text{ТО-1}} = t_{\text{ТО-1}} C_{\text{зод}} + C_{\text{м1}}, \quad (4.34)$$

$$C_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}} C_{\text{зод}} + C_{\text{м2}}, \quad (4.35)$$

$$C_{\text{ТО-3}} = t_{\text{ТО-3}} C_{\text{зод}} + C_{\text{м3}}$$

Витрати на поточний ремонт можна визначити таким чином:

$$C_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^{\text{н}} + C_{\text{зод}} + C_{\text{зч}} \text{ грн/1000, км} \quad (4.36)$$

де $t_{\text{ПР}}^{\text{н}}$ – нормативна трудомісткість дій поточного ремонту машини на 1000км пробігу, люд.-год./1000 км; $C_{\text{зч}}$ – вартість запасних частин на 1000 км пробігу, грн/1000 км.

Річний пробіг можна представити з урахуванням інтенсивності експлуатації РС так:

$$L_p = l_{\text{сд}} D_{\text{пр}} \alpha_m, \text{ км} \quad (4.37)$$

Трудомісткість дій поточного ремонту машин за рік складе:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{t_{\text{ПР}}^{\text{н}} A_{\text{сн}} \alpha_m D_{\text{р.с}} K_{\text{с}} \sqrt{1 + \gamma \beta}}{1000 K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{год}}} \text{ люд.-год.} \quad (4.38)$$

Протягом року експлуатації машин виконуються з різною періодичністю змащувальні, кріпильні, очисні і контрольно-діагностичні роботи. Об'єм цих робіт складе:

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{0,75 L_p \sqrt{1 + \gamma \beta}}{L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} K_{\text{р}} K_{\text{д}} K_{\text{год}}}, \quad (4.39)$$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{0,25 L_p \sqrt{1 + \gamma \beta}}{L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} K_{\text{р}} K_{\text{д}} K_{\text{год}}}, \quad (4.40)$$

Тоді, в остаточному виді витрати на ТО і ремонт за рік складуть:

$$Z_{\text{тор}} = L_p \left[\frac{C_{\text{що}}}{l_{\text{сд}}} + \frac{\sqrt{1 + \gamma\beta}}{K_p K_{\delta} K_{\text{всд}}} \left(\frac{0,75C_{\text{ТО-1}} + 0,25C_{\text{ТО-2}}}{L_{\text{ТО-1}}^H} \frac{t_{\text{ПП}}^H K_{\epsilon} C_{\epsilon} + C_{\text{зч}}}{1000} \right) \right], \text{ грн. (4.41)}$$

З останнього рівняння видно, що витрати на ТО і Р машин МТП змінюються від умов експлуатації, майстерності водія, віку РС, а також кількості капітальних ремонтів.

Виходячи з рівняння (4.26) експлуатацію транспортної машини припиняють, коли різниця між доходами і витратами досягне граничного значення або буде рівний 0. Тоді експлуатаційне напрацювання машини на планований період складе:

$$L_E = \frac{(D_n - Z_{\text{он}}) K_p K_{\delta} K_{\text{всд}}}{\sqrt{1 + \gamma\beta} \left\{ \left[0,75C_{\text{ТО-1}} + 0,25C_{\text{ТО-2}} / L_{\text{ТО-1}}^H \right] + \frac{t_{\text{ПП}}^H K_{\epsilon} C_{\epsilon} + C_{\text{зч}}}{1000} \right\}}, \text{ грн. (4.42)}$$

Експлуатаційне напрацювання машини залежить від ряду чинників. Збільшення напрацювання спостерігається з поліпшенням умов експлуатації, збільшенням періодичності обслуговування, підвищенням надійності машин, кваліфікації водіїв, якості ремонту, а також при зниженні постійних і змінних чинників, пов'язаних з експлуатацією машин.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Ідентифікація небезпечних і шкідливих чинників при лазерному напівленні

Ступінь впливу лазерного випромінювання на оператора залежить від фізико-технічних характеристик лазера - щільності потужності (енергії випромінювання), довжини хвилі, часу опромінення, тривалості та періодичності імпульсів, площі опромінюється поверхні.

Біологічний ефект лазерного опромінення залежить як від виду впливу випромінювання на тканини організму (теплове, фотохімічні), так і від біологічних та фізико-хімічних особливостей самих тканин та органів.

Найбільш небезпечне лазерне випромінювання з довжиною хвилі:

- 380÷1400 нм - для сітківки ока,
- 180÷380 нм і понад 1400 нм - для передніх середовищ ока,
- 180÷10⁵ нм (тобто в усьому розглянутому діапазоні) - для шкіри.

Вплив лазерного випромінювання на очі:

Довжини хвиль коротше 300 нм або понад 1400 нм, впливають на рогівку. Довжини хвиль між 300 і 400 нм, впливають на водянисту вологу, райдужну оболонку ока, кришталик і склоподібне тіло.

Довжини хвиль від 400 нм і 1400 нм, спрямовані на сітківку.

Шкода лазера для сітківки може бути дуже великою із-за фокусного посилення (оптичного посилення) від очей, що становить приблизно 105. Це означає, що випромінювання від 1 мВт/см² через око буде ефективно збільшено до 100 мВт/см², коли воно досягає сітківки.

При термічних опіках очі порушується охолоджуюча функція судин сітківки ока. В результаті пошкоджуючого впливу термічного фактора можуть відбуватися крововиливи в склоподібне тіло внаслідок пошкодження кровоносних судин.

Хоча сітківка може відновитися від незначних ушкоджень, основні поранення жовтої плями сітківки може призвести до тимчасової або постійної втрати гостроти зору або до повної сліпоти. Фотохімічні поранення рогівки шляхом ультрафіолетового опромінення може призвести до photokeratoconjunctivitis (часто називають хворобою зварювальників або сніжною сліпотою). Це хворобливі стани можуть тривати кілька днів з дуже виснажливими болями. Довгострокове ультрафіолетове опромінення може призвести до формування катаракти.

Тривалість впливу також впливає на травмування очей. Наприклад, якщо лазер видимих довжин хвиль (400 до 700 нм), потужність променя якого становить менше 1,0 МВт, а час експозиції становить менше 0,25 секунд (час за який людина закриє очей), ніяких пошкоджень на сітківці ока не буде. Клас 1, 2А и 2-лазерів підпадають під цю категорію і, як правило, не можуть нашкодити сітківці. На жаль, при прямому або відбитому попаданні лазера класу 3А, 3В, або 4, і дифузних відображень лазерів вище 4 класу можуть викликати пошкодження, перш ніж людина зможе рефлекторно закрити очі.

Потенційна шкода шкірі.

Травми шкіри від лазерів в першу чергу, поділяються на дві категорії: теплові травми (опіки) від гострого впливу потужних лазерних променів і фотохімічного індукованого пошкодження від хронічного впливу розсіяного ультрафіолетового лазерного випромінювання.

Теплові травми можуть виникнути в результаті прямого контакту з променем або його дзеркальним відображенням. Ці травми хоч і болючі але, як правило, не є серйозними і, звичайно, легко нейтралізуються при належному контролі над лазерним променем.

Фотохімічні ушкодження можуть статися з плином часу від ультрафіолетового опромінення прямого світла, дзеркальних відбитків, або навіть дифузного відбиття. Ефект може бути незначними але можуть бути і серйозні опіки, а тривалий вплив може сприяти формуванню раку шкіри. Хороші захисні окуляри та одяг можуть бути необхідні для захисту шкіри та очей.

Нашими гігієністами висунуті вимоги, згідно з якими в основу проектування, розробки та експлуатації лазерної техніки повинен бути покладений принцип виключення впливу на особу (крім лікувальних цілей) лазерного випромінювання, як прямого, так і дзеркально або дифузно відображуваного.

У відповідності зі СНиП 5804-91 лазерні вироби за ступенем небезпеки генерованого випромінювання поділяють на 4 класи. При цьому клас небезпеки лазерного виробу визначається класом небезпеки використовуваного в ньому лазера. Класифікацію лазерів з точки зору безпеки проводить підприємство-виробник шляхом порівняння вихідних характеристик випромінювання з гранично допустимими рівнями (ПДУ) при одноразовому впливі. Визначаючи приналежність лазерного виробу до того чи іншого класу за ступенем небезпеки лазерного випромінювання, необхідно враховувати вплив прямого або відбитого лазерного пучка на очі й шкіру людини і просторові характеристики лазерного випромінювання (при цьому розрізняють коліміроване випромінювання, тобто укладене в обмеженому тілесному куті, і неколіміроване, тобто розсіяне або дифузно відбите). Використання додаткових оптичних систем не входить у поняття "коллімація", а обмовляється окремо.

Лазерні вироби з точки зору техніки безпеки класифікують в основному за ступенем небезпеки генерованого випромінювання.

Встановлені наступні 4 класу лазерів:

- до нього відносять повністю безпечні лазери, вихідне випромінювання яких не представляє небезпеки для очей та шкіри людини;
- до нього відносять лазери, вихідне випромінювання яких представляє небезпеку при опроміненні шкіри або очей людини колімірованим пучком. У той же час дифузно відбите випромінювання лазерів цього класу безпечно як для шкіри, так і для очей;
- до нього відносять лазерні пристрої, що працюють у видимій області спектру та вихідне випромінювання яких представляє небезпеку при опроміненні як очей (колімірованим і дифузном відбитим випромінюванням

на відстані менше 10 см від відбиваючої поверхні), так і шкіри (тільки колімірованим пучком);

- найбільш небезпечний - до нього відносять лазерні пристрої, навіть дифузно відбите випромінювання яких становить небезпеку для очей та шкіри на відстані менше 10 см.

При визначенні класу небезпеки лазерного випромінювання враховуються три спектральних діапазони.

5.2 Захист населення

Державна політика України у сфері захисту населення і територій базується на Конституції України, відповідних законах, актах Президента України і урядових рішеннях.

"Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визначається в Україні найвищою соціальною цінністю", - визначає стаття 3 Конституції України. 4.1. Концепція захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного походження 8 червня 2000 р. Президент України підписав Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру". Цей Закон визначає організаційні та правові основи захисту громадян України та громадян інших держав, які перебувають на території України, захисту об'єктів виробничого і соціального призначення, довкілля від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру це - система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів для запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й

господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей.

Законодавство України у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру базується на Конституції України, цьому Законі й Законі України "Про правовий режим надзвичайного стану" та інших нормативно-правових актах.

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є:

- здійснення комплексу заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру та реагування на них;
- забезпечення готовності та контролю за станом готовності до дій і взаємодій органів управління у цій сфері, сил та засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру і реагування на них.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру здійснюється на принципах:

- пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я і довкілля;
- надання переваги раціональній та превентивній безпеці;
- вільного доступу населення до інформації щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;
- особистої відповідальності й піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у надзвичайних ситуаціях;
- відповідальності посадових осіб у межах своїх повноважень, за дотримання вимог цього Закону;
- обов'язковості завчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій;

- максимально можливого ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям і реагування на них.

У питаннях захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру громадяни України мають право на:

- отримання інформації про надзвичайні ситуації, що виникли або можуть виникнути, та про заходи необхідної безпеки;

- забезпечення та використання засобів колективного й індивідуального захисту, які призначені для захисту населення від надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

- звернення до місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування з питань захисту від надзвичайних ситуацій;

- відшкодування збитків, згідно із Законом, заподіяних їхньому здоров'ю та майну внаслідок надзвичайних ситуацій;

- компенсацію за роботу в зонах надзвичайних ситуацій;

- соціально-психологічну підготовку та медичну допомогу;

- інші права у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру відповідно до законів України. [22]

Для забезпечення реалізації державної політики захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій створюється єдина державна система органів виконавчої влади з питань запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру і реагування на них (далі єдина державна система), яка складається з територіальних і функціональних підсистем. Завдання єдиної державної системи, склад сил і засобів визначені в Положенні Кабінету Міністрів України № 1198 (1998 р.) "Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру в Україні", а також у розділі VIII

Закону України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру", № 1809-III від 8 червня 2000 р.

Основним завданням цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій є захист населення.

Захист населення - це створення необхідних умов для збереження життя і здоров'я людей у надзвичайних ситуаціях.

Головна мета захисних заходів - уникнути або максимально знизити ураження населення.

До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Цей розділ надає основу для розуміння різних типів автомобілів та їх призначення. Робота добре починається з загального огляду, що є критично важливим для встановлення контексту кваліфікаційної роботи.

Розділи, що охоплюють діагностику механізмів, процес діагностики, і технологічний процес відновлення частин автомобіля демонструють глибоке знання автора в практичних аспектах технічного обслуговування. Особливо цінним є детальний розрахунок залишкового ресурсу автомобіля Renault Duster, який показує здатність магістранта застосовувати теоретичні знання в практичних умовах.

Аналіз і обґрунтування модернізації та розробки нового обладнання, такого як стенди і підйомники, свідчать про інженерну кмітливість і орієнтованість на інновації. Детальний розрахунок компонентів, таких як гідроциліндри і насоси, додає вагомості технічному аналізу в роботі.

Розділи про прогнозування та управління залишковим ресурсом, а також нормування запасних частин і мастил висвітлюють важливість управлінського аспекту в технічному обслуговуванні транспортних засобів. Це підкреслює стратегічний підхід автора до підвищення ефективності експлуатації автопарку.

Кваліфікаційна робота магістра є комплексним дослідженням, яке охоплює важливі аспекти інженерії, технічного обслуговування, і управління ресурсами в автомобільній індустрії. Автор ефективно інтегрує теоретичні знання та практичні навички для адресації реальних проблем у сфері автомобільного транспорту, підкреслюючи свої здібності до інноваційного мислення і глибоке розуміння фахових процесів. Робота відповідає високим академічним стандартам і має значний потенціал для застосування у галузі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175-189.
3. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.
4. Коноваленко О.Д., Черниш А.А. Ідентифікація транспортних засобів: навчальний посібник. – Харків: Мадрид, 2020. – 259 с.
5. Кошель С. О., Березін Л. М., Кошель Г. В. Технічна механіка. Розділ "Теорія механізмів і машин" -Центр навчальної літератури (ЦУЛ) 2020 – 156 с.
6. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
7. Яременко В., Черниш О., Березовий М - Теорія механізмів і машин. Навчальний посібник - Центр навчальної літератури, 2018 – 464 с.
8. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
9. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.

10. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.

11. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.

12. 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.

13. 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.

14. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).

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

16. Законодавство України про автомобільний транспорт: збірник законодавчих актів : станом на 1 травня 2005 р. / Верховна Рада України. – К.: Парламентське видавництво, 2005. – 140 с. – (Нормативні директивні правові документи).

17. Українська класифікація легкових автомобілів. Маркетинг в Україні. №1.2012.

18. Опис класифікації легкових автомобілів / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rikauto.com.ua/stati/ekspluataciya.-uhod/v-chomu-riznicyamizh-krossoverom-i-pozashlyahovikom/>

19. Опис автомобіля Subaru Forester / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://subaru-forester.infocar.ua/>.

20. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної

(дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

21. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

22. Опис автомобіля Toyota RAV4 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://toyota-rav4.infocar.ua/>

23. Опис автомобіля Toyota RAV4 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Toyota_RAV4